



Facultad de Odontología
Departamento de Estomatología

**EL MÉTODO DE DEMIRJIAN PARA
LA POBLACIÓN ESPAÑOLA.
ESTIMACIÓN RADIOLÓGICA DE LA EDAD
ENTRE LOS 6 Y LOS 16 AÑOS**

TESIS DOCTORAL

Carlos Javier Martínez Barcenilla

Sevilla 2016



Facultad de Odontología
Departamento de Estomatología

**EL MÉTODO DE DEMIRJIAN PARA
LA POBLACIÓN ESPAÑOLA.
ESTIMACIÓN RADIOLÓGICA DE LA EDAD
ENTRE LOS 6 Y LOS 16 AÑOS**

TESIS DOCTORAL

Carlos Javier Martínez Barcenilla

Sevilla 2016



**Departamento de Estomatología
Facultad de Odontología**



**Medalla y Encomienda
Orden Civil de Sanidad**

Dña. M. Carmen Machuca Portillo, Profesora Titular del Departamento de Estomatología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Sevilla, **D. Guillermo Machuca Portillo**, Profesor Titular del Departamento de Estomatología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Sevilla y **D. Francisco J. Manso Platero**, Profesor Asociado del Departamento de Estomatología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Sevilla, en calidad de directores del Proyecto de Tesis del Licenciado en Odontología **D. Carlos Javier Martínez Barcenilla**.

CERTIFICAN:

Que el presente trabajo de investigación **“EL MÉTODO DE DEMIRJIAN PARA LA POBLACIÓN ESPAÑOLA. ESTIMACIÓN RADIOLÓGICA DE LA EDAD ENTRE LOS 6 Y LOS 16 AÑOS”**, ha sido realizado bajo nuestra dirección y cumple todos los requisitos para optar al Grado de Doctor.

Lo que firman en Sevilla a 26 de Enero de 2016

Profa. M^a del Carmen Machuca Portillo Prof. Guillermo Machuca Portillo

Prof. Francisco J. Manso Platero

Agradecimientos

A mis directores de tesis Dr. Francisco J. Manso Platero, por su apoyo y ayuda en este trabajo, Dra. Maria del Carmen Machuca Portillo, por su tenacidad y motivación para terminar este proyecto y Dr. Guillermo Machuca Portillo, por su contribución y colaboración.

Al Dr. Juan López Palafox, por enseñarme a disfrutar con la odontología forense y compartir conmigo tantos años en la cátedra de la facultad.

Al Dr. Bernabé Roldán Garrido, por ser mi maestro, mi apoyo, mi referente y enseñarme todo lo que se en esta profesión.

Al Dr. Ricardo Ortega-Piga, por su inestimable ayuda al recoger la muestra de las radiografías necesarias para llevar a cabo esta investigación.

Dedicatoria

Para mi mujer, Eva,
para mis hijos Alejandro y Hugo
y para mi familia.

ÍNDICE

Índice

AGRADECIMIENTOS	V
DEDICATORIA	VII
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Fundamentos	28
1.1.1. La odontogénesis y sus estadios	28
1.1.2. Métodos para valorar la edad dental	32
1.1.3. La dentición y la estimación de la edad	33
1.1.3.1. Momento de erupción y nº de dientes	33
1.1.3.2. Desarrollo del tercer molar	34
1.1.3.3. El método de Gustafson	36
1.1.4. Métodos basados en el desarrollo dental	38
1.1.4.1. Schour y Massler	38
1.1.4.2. Nolla	39
1.1.4.3. Fanning	41
1.1.4.4. Moreess, Fanning y Hunt	42
1.1.5. El método de Demirjian	44
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. OBJETIVOS	49
3. MATERIAL Y MÉTODO	57
3.1. Muestra	57
3.2. Instrumental	60
3.3. Método	62
3.4. Método estadístico	71
4. RESULTADOS	75
5. DISCUSIÓN	87
5.1. Variabilidad Poblacional	89
5.2. Conocimiento previo de la edad cronológica	89
5.3. Dismorfismo sexual y origen del sujeto	90
5.4. Modelos de regresión y coeficientes aplicados	92
5.5. Demirjian en la población española	95
5.6. Predicitbilidad	96
5.7. Consideraciones legales	98
6. CONCLUSIONES	109
7. BIBLIOGRAFÍA	113
8. LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	129

1. INTRODUCCIÓN

1. Introducción.

“La odontología forense es el conjunto de procedimientos científicos y técnicos dedicados a examinar y evaluar las evidencias dentales en función de su interés judicial al servicio de la justicia tanto en causas civiles como criminales:

La odontología forense cubre seis campos principales (1):

- *Identificación de restos humanos.*
- *Identificación de víctimas en catástrofes masivas.*
- *Evaluación de marcas de mordisco en casos de lesiones.*
- *Evaluación en casos de abusos y maltratos (niños, mujeres, ancianos).*
- *Casos de mala praxis profesional.*
- *Estimación de la edad”.*

Origen de la odontología forense

El primer caso registrado en la historia sobre la identificación de una persona a través de los dientes se refiere a la madre de Nerón, que después de mandar decapitar a Agripina, al tener el rostro desfigurado pidió que le mostraran su dentadura para asegurarse que era quien había ordenado matar.

En la edad media la identificación se hace mediante la descripción personal y el reconocimiento. Se realizan marcas corporales para identificar a los delincuentes y aparecen casos aislados de identificación dental.

Entre los siglos XVIII y XIX comienza la evolución de la identificación dental, como resultado del incremento de las técnicas restauradoras. Se fabrican prótesis completas rudimentarias que permiten la identificación del portador y el conocimiento de su diseñador.



Figura 1

*Última prótesis dental de George Washington. (1)
Ésta fue hecha para él por John Greenwood. El paladar fue estampado con una lámina de oro, y los dientes de marfil estaban clavados en ella.
La dentadura inferior consta de un solo bloque tallado de marfil.
Los dos prótesis se mantienen unidas por muelles de acero.
Museo Nacional de Historia Americana, Smithsonian Institution, Washington, DC.*

Antecedentes de identificación mediante odontológica forense

- Año 47. El caso de Agripina.

Uno de los más antiguos precedentes es el caso de Lolia Paulina, asesinada por Agripina.



Figura 2

Agripina la menor. (1)

Lolia Paulina fue una noble romana que vivió a lo largo del siglo I.

Amasó una considerable fortuna a través de las herencias de sus parientes cercanos. Su primer marido, Publio Memmio Regulo, fue “*cónsul suffectus*” en el 31 d.c. y gobernador provincial. Tácito le describe como un hombre de gran dignidad e influencia. Calígula la llamó a la capital estando casada, pues se encontraba en la provincia que su marido estaba gobernando. El interés del emperador por la mujer era consecuencia de un comentario que había escuchado sobre la belleza de su abuela.

Tras obligarla a divorciarse de Regulo, se casó con ella en el año 38 d.c. Seis meses después se divorciaron a causa de la infertilidad de Paulina. Una vez separados, el emperador la prohibió besarse o acostarse con otro hombre. Años más tarde se convertiría en la rival de la hermana de su ex-marido, Agripina la Joven, al ser considerada como esposa por el emperador Claudio. En el año 49 d.c., Agripina la acusó de brujería. Al no conseguir una audiencia imperial, sus propiedades fueron confiscadas y se vio obligada a abandonar Italia.

Agripina, se casó en primeras nupcias con Domicio Ahenobarbo, de cuya unión nació el emperador Nerón. Comprometida en una conjura contra su propio hermano, Calígula, fue exiliada a Pontia. A su regreso se casó con su tío el emperador Claudio, logrando una gran influencia en el gobierno del Imperio que continuó en los primeros años del principado de su hijo Nerón, al que logró imponer como sucesor.

Este logró liberarse de la poderosa autoridad e intervención de su madre, haciéndola asesinar en el año 59 d.c.

En el caso de Lolia Paulina, fue Agripina, quien mandó que le entregaran la cabeza de Lolia Paulina para asegurarse de haber sido obedecida. Cuando le entregaron la cabeza, Agripina identificó a Lolia Paulina por una serie de irregularidades dentales, ya que los rasgos faciales estaban irreconocibles (1).

- Año 1452. El caso de lord Talbot, conde de Shrewsbury.

Jhon Talbot, duque de Shrewsbury, fue enviado en 1452 a recuperar unos territorios cerca de Burdeos arrebatados a los ingleses por Carlos VII, donde le mataron.

Fue reconocido por el cronista francés Mathieu d'Escouci, quien relató el suceso 14 años después.

Llevado delante del cadáver observó su rostro desfigurado por lo que no dudó en abrirle la boca para comprobar la falta de cierto diente, comprobado lo cual se identificó el cadáver (1).

- Año 1477. El caso de Carlos el Temerario.

Carlos el Temerario murió en la batalla de Nancy en 1477, asesinado por un italiano llamado Campobass. El duque de Lorena ordenó la búsqueda del cadáver que no se encontró hasta el día siguiente cuando estaba prácticamente irreconocible.

Jean de Troyes dice que se le reconoció por seis cosas:

1. Una cicatriz en el cuello recuerdo de una herida recibida en la batalla de Montelherry.
2. La longitud de sus uñas que era superior a la de cualquier hombre.
3. Otra cicatriz a nivel del omoplato.
4. Una fístula en la ingle.
5. Una malformación en la uña de un dedo del pie izquierdo.
6. Pero sobre todo por la falta de dos dientes superiores que había perdido a causa de una caída (1).

- Año 1755. El padre de sir Peter Mallet.

En 1654 comenzó una larga guerra entre los franceses y los ingleses por el control de los territorios de los grandes lagos. Los franceses con un ejército profesional comenzaron llevando la mejor parte. Considerándose perdidos, los colonos pidieron ayuda a las tropas británicas en 1755.

El 9 de julio, un ejército compuesto por 1495 hombres, al mando del comandante general Edward Braddock, salió para protegerlos pero cayó en una emboscada a siete millas de Fort Duquesne (hoy Pittsburgh) sufriendo una terrible derrota con numerosísimas bajas.

En 1758 sir Peter Mallet contrató a varios indios que habían presenciado el combate para rescatar el cuerpo de su padre, oficial inglés, abatido en la batalla.

Uno de los indios le dijo que había visto a un oficial caer mortalmente herido

bajo un árbol que podía reconocer. Además le dijo que otro soldado quiso ayudarlo y también cayó fulminado sobre el oficial por un disparo.

Llegados al lugar de los hechos el indio señaló el árbol y encontraron enterrado bajo su copa dos esqueletos, uno encima del otro. Sir Peter Palket identificó a su padre por un diente artificial.

Esta se considera la primera identificación en América por medio de lo que hoy llamaríamos “odontología forense” (1)

- Año 1775. La identificación del general Warren por Paul Revere.

El Dr. Joseph Warren, Mayor General de la Milicia de Massachussets, murió en la batalla de Bunker Hill, de la Guerra de la Independencia Norteamericana, en 1775, a la edad de 34 años de forma instantánea por una bala que entró por la fosa canina izquierda y salió por el occipital. Enterrado por los británicos fue exhumado al día siguiente para exhibirlo como ejemplo de lo que ocurría a los revolucionarios. Fue mutilado y enterrado desnudo en una fosa común sin ningún signo identificativo. Diez meses después sus hermanos y amigos, incluido Paul Revere, decidieron buscar el cuerpo de Joseph Warren. Entre los cuerpos que exhumaron de la fosa, Paul Revere pudo reconocer el de Joseph Warren por un puente de plata con colmillo de hipopótamo que le había hecho un año antes de su muerte. Revere confirmó la identificación y el general Joseph Warren fue reconocido como héroe de guerra el 8 de abril de 1776 (2).

- Año 1795. El caso de Luix XVII de Francia.

El Delfín de Francia Luis XVII, hijo de Luis XVI y de Maria Antonieta, muere en la prisión del Tempio a la edad de 10 años, siendo su cadáver enterrado en el cementerio de Santa Margarita. Con la Restauración de los Borbones se intenta de forma infructuosa el hallazgo del cadáver, extendiéndose la idea de que había sido sustituido por otro muchacho. En el año 1846 se descubre en ese cementerio un esqueleto que el Dr. Millicat reconoce como el del Delfín. Por contra y tras un atento estudio realizado por los Doctores Recamiere y Backer de los maxilares y dientes llegan a la conclusión de que el cadáver pertenece a un muchacho de entre 14 y 16 años por lo que no podía tratarse del Delfín muerto a los 10 años de edad (2).

Otro órgano se atribuyó al infeliz hijo de Luis XVII y María Antonieta: el corazón, separado por el forense, durante la autopsia y encerrado en un vaso de cristal. El

corazón acabó en la Basílica de San Denis en París.

Jean Jacques Cassiman y Erris Briuckman compararon una muestra de ADN del corazón con el de algunos cabellos obtenidos de María Antonieta. Llegaron a la conclusión afirmativa de parentesco¹.

El historiador americano de la Odontología B. Weiserger dice que *“esta identificación de restos humanos es la primera hecha en América por este procedimiento” (1)*.

- Año 1827. El caso Morgan.

William Morgan fue asesinado en 1827, confundido con un tal Timothy Monroe, reconocido incluso por su propia esposa.

Entre otras evidencias estaba la particularidad de una doble fila de dientes de los cuales dos habían sido arrancados ante mortem.

Sin embargo, varios meses después un periódico canadiense informó de la desaparición de Timothy Monroe lo que obligó a desenterrar al supuesto Morgan.

Un estudio más detenido de la dentadura demostró el error (a Timothy le habían extraído cinco dientes y a Morgan sólo dos). William Morgan desapareció en 1826 en Nueva York (Batavia) tras escribir un libro titulado *“Morgan’s Freemasonry Exposed and Explained”*, donde sacaba a la luz los secretos de la masonería. Se supo que sus antiguos compañeros francomasones lo habían secuestrado y asesinado. Su cuerpo apareció en un río cerca de su domicilio. El caso no fue nunca resuelto satisfactoriamente. En 1848 un tal Henry L. Balance confesó su implicación en el asesinato. Activistas antimasones le erigieron un estatua en 1882, en Batavia (Nueva York) (1).

- Año 1849. El caso Parkman – Webster y las peritaciones del odontólogo americano Nathan Cooley Keep.

El día 23 de noviembre de 1849, cuando tenía 64 años Pakman no volvió a cenar a casa. Hombre de costumbres regulares enseguida alarmó a sus vecinos tal ausencia que fue comunicado a la policía.

Este mismo día se supo que había acudido a una reunión universitaria

acompañado del doctor Webster, que fue detenido como sospechoso, y su laboratorio de química registrado, encontrándose restos humanos y cenizas entre las cuales había tres dientes de porcelana y oro.

El testimonio del dentista Nathan Keep fue fundamental para resolver el caso. Explicó al jurado cómo había hecho el trabajo y el procedimiento de su colocación, que había finalizado 15 días antes. Además demostró cómo las piezas coincidían con el modelo de la boca del doctor asesinado.

El jurado admitió el alegato de Nathan Keep y el doctor Webster fue acusado de asesinato y condenado a la horca (1).

- Año 1865. El caso de John Wilkes Booth, asesino de Abraham Lincoln.

John Wilkes era actor. En 1861 comenzó la guerra civil y rápidamente desarrolló un odio visceral contra Lincoln. Desde entonces concibió, junto a otros confederados, el asesinato de Lincoln, primero con veneno, luego secuestrándolo.

Una vez perdida la guerra, el 14 de abril de 1865, en el teatro Ford, disparó con una pistola Derringer, calibre 44, en la cabeza del presidente, cuando estaba viendo junto a su esposa y el matrimonio Grant "Our American Cousin".

Inmediatamente después atravesó los ríos Potomac y Rapphanock, adentrándose en Virginia. Se refugió en la granja Garret, cerca de Por Royal (Virginia). Hasta allí le siguieron tropas del ejército que dieron con ellos.

Durante la refriega, el sargento Boston Corbett le alcanzó de un tiro hiriénolo en el cuello y atravesándole la médula espinal por lo que quedó paralizado y murió a las dos horas.

En cuanto a la identificación del cadáver la realizaron varias personas.

El cirujano John Frederik May, que le había operado de un tumor fibroso en el cuello, un clérigo que le conocía, un fotógrafo y sobre todo el doctor William Merrill, que le había orificado algunas piezas a Booth poco tiempo antes y que, además señaló un defecto muy especial en la mandíbula (1).

- Año 1872. El caso Goss-Udderzook.

El 3 de febrero de 1872, se incendió una casa a varias millas de Baltimore, donde Winfield Scott Goss hacía experimentos para obtener una sustancia que sustituyera al caucho. Goss resultó alcanzado por las llamas y su cadáver se trasladó a Baltimore irreconocible. Goss había contratado varias pólizas de seguro de vida, una de ellas de 25.000 dólares, a nombre de su esposa.

Las compañías, sospechando el fraude, se negaron a pagar e iniciaron investigaciones fijándose precisamente en la dentadura, que había sobrevivido al fuego. Los dentistas de Baltimore fueron interrogados, pero nadie había trabajado en la boca del difunto.

La misma esposa lo corroboró, afirmando que jamás le habían dolido las muelas y que no tenía ningún diente postizo. No obstante, se exhumó el cadáver y se pidió a los cirujanos dentistas Miles, Wysong y Gorgas (que fue director del Dental Cosmos) que estudiaran la dentadura.

El cadáver tenía sólo dos dientes en el maxilar superior y siete en la mandíbula, desgastados y cariados. Así pues, consignaron que, de las 32 piezas totales, 18 habían sido extraídas antes de la muerte y que en los huesos se observaban huellas de abscesos que sólo se habían podido formar en vida.

Efectivamente, era un fraude. Goss vivía y se movía por diferentes ciudades, encontrándose en Philadelphia con su cuñado y cómplice Williams S. Udderzook. A los pocos días, apareció su cadáver. Udderzook le había asesinado porque se emborrachaba y temió que revelara su verdadera identidad y el fraude proyectado.

El asesino fue detenido, juzgado y condenado a muerte (2).

- Año 1879. El caso del príncipe imperial Napoleón IV.

Desterrado a Inglaterra, donde vivía con su madre, decidió acompañar al ejército inglés en su guerra contra los zulúes en Sudáfrica. Allí fue sorprendido por una banda de indígenas y muerto, el 1 de junio de 1879.

Recibió 17 golpes de azagaya, uno de los cuales le entró por el ojo derecho y le destrozó la mejilla y el labio. Fue embalsamado y trasladado a Inglaterra, pero cuando llegó al viejo continente y se abrió el féretro para dar fe de su identidad,

el cadáver estaba irreconocible. El doctor Evans, dentista de la familia, certificó los trabajos que le habían hecho en la boca (2).

- Año 1885. El asesinato de la señorita Menetret.

En 1885 hubo en Francia un famoso proceso por el asesinato de la señorita Menetret, cuyo cadáver fue quemado y enterrado en un jardín. Descubiertos los restos, fue detenida la sirvienta, llamada Eufhrasie Mercier, la cual dijo que su señora se había metido en un convento y que los restos provenían de un antiguo cementerio localizado en el jardín. El juez observó ciertos trabajos artificiales en la dentadura de la víctima y pidió la ayuda del dentista que la trataba, el doctor. Un discípulo de este doctor, que guardaba las fichas de su maestro, el doctor Goldenstein, constató que a la señorita Menetret se le había hecho una orificación en el 6 inferior derecho y una obturación de oxycloruro de zinc en el 7 del mismo lado, que fueron encontradas en la mandíbula desenterrada en el jardín. La vieja Eufhrasie fue condenada y guillotizada (2).

- Año 1885. Los cadáveres de la Patagonia.

Hacia 1885, un grupo de europeos organizó una expedición por América del Sur con fines científicos y comerciales, siendo asesinados por una tribu de indios salvajes. Años después, un misionero que recorría la región encontró sus restos y, entre ellos, una calavera en cuya dentadura había orificaciones y piezas artificiales.

Entregó en un consulado el cráneo, que fue enviado a Europa donde se pudo verificar la identidad de la víctima (2).

- Año 1895. José Martí.

José Martí Martínez, político y escritor (La Habana, 1853; Dos Ríos, 1895), fue uno de los principales caudillos de la guerra de independencia de Cuba contra España. Colaboró con el general Calixto García en 1881 y, más tarde, con Máximo Gómez y Maceo. Cada vez más comprometido con la revolución, entró en combate y, el 19 de marzo de 1895, murió luchando contra un grupo de soldados españoles en un lugar conocido como Boca de Dos Ríos.

Lograda la independencia de la isla en 1898, fue considerado un héroe de la patria y, a tal efecto, se le levantó un mausoleo para guardar sus restos. El reconocimiento se llevó a cabo sin dificultad, gracias al examen de la dentadura efectuado por el doctor Virgilio de Zayas Bazán, cuñado del prócer (en 1877 se había casado con Carmen

Zayas Bazán), el cual le había atendido constantemente la dentadura y guardaba los diagramas de la misma. Gracias a eso, con toda certeza fue colocado definitivamente en el mausoleo donde se encuentran sus restos (2).

- Año 1897. El caso del bazar de la Caridad, de París.
 - Reconocimiento de la duquesa D'Alençon por Davenport.
 - La condesa de Villeneuve y el dentista Brault.

El bazar de la Caridad era una especie de “rastrillo” donde las damas de alta alcurnia vendían todo tipo de objetos para recabar fondos destinados a mejorar las condiciones de vida de los más desfavorecidos.

En 1897 se construyó un hangar, aunque el bazar funcionaba desde 1885, construido de madera y telas, con el techo de cartón, aquel año un cinematógrafo se presentó como novedad y el 4 de mayo se incendió.



Figura 3
Imágenes del incendio del bazar de la Caridad. (2)

“Tras el incendio se contaron 126 muertos y más de 200 heridos. Los cadáveres estaban completamente destrozados. Entonces, el cónsul de Paraguay, M. Albert Hans, tuvo la idea de llamar a los dentistas más importantes de París para que ayudaran en la identificación, ya que la mayoría de los despojos eran de gente rica que se cuidaba la dentadura. Se presentaron Buró, Brault, Davenport, Ducourneau, Godon y algunos más.”

Una de las víctimas más importantes fue Sophie Charlotte Augustine de Wittelbach, casada con su alteza real el duque de Alençon y hermana de Sissi, la emperatriz de Austria. Nacida en Munich en 1847, contaba cincuenta años de edad. Fue reconocida por su dentista, Davenport, gracias a que tenía la costumbre de guardar las fichas de sus pacientes. Llevaba dos años tratándola y le había hecho algunos trabajos seis meses antes del accidente. No publicó la ficha por petición expresa de su marido.

Otra gran dama víctima de las llamas fue la condesa Couret de Villeneuve. Su marido mandó llamar al dentista Brault, que la trataba, quien llegó con un molde de la boca de la señora en el que faltaban el incisivo lateral y el canino izquierdo. El conde y el dentista buscaron entre los cadáveres. Fue reconocida por el aparato de prótesis, cuyos dientes de porcelana habían tomado un tinte azulado (2).

En el siglo XX. Las identificaciones a través de los dientes se hacen cada vez más frecuentes.

- Año 1935. El caso de Carlos Gardel.

Carlos Gardel, el más famoso cantor de tangos, ídolo argentino cuyo nacimiento se disputan los franceses (Toulouse), los uruguayos (Tucumán) y los argentinos (Buenos Aires), murió el 24 de junio de 1935 en el aeropuerto de Medellín, al chocar el avión donde viajaba (un Fiat 31 de la Sociedad Aereo Colombiana, con el “Manizales”, otro avión de la sociedad SCADTA, rival de la anterior).

Los pasajeros quedaron prácticamente irreconocibles tras el accidente, por efecto del fuego desencadenado a continuación. Sin embargo, el cuerpo de Carlos Gardel dicen que fue reconocido por una cadena que llevaba su nombre (de oro) y por el informe de cuatro forenses que certificaron:

“Carlos Gardel, hallado en decúbito supino ventral bajo las válvulas del motor, de

cuarenta y ocho años de edad, uruguayo, de la ciudad de Tucurelo (Tucurembo), provincia de Montevideo (nacionalizado en Argentina), identificado por el buen estado de la dentadura, una cadena al parecer de oro...”

Sin embargo, Vázquez Rial afirma en su libro sobre la historia de Gardel que la dentadura del ídolo era desastrosa y que prácticamente toda estaba cubierta de fundas y empastes. Por eso también se ha mantenido una polémica sobre la autenticidad de los restos de Carlos con dentadura en buen estado (3).

- Año 1949. El caso del “asesino del ácido”

La señora Durand-Deacon era una viuda rica de 69 años que vivía en el hotel Onslow Court de Kensington en 1949. Una tarde de febrero visitó una fábrica de cosméticos acompañado de un conocido llamado John Haigh de la localidad de Crowley. Allí Haigh la asesinó, intentando hacer desaparecer su cuerpo disolviéndolo en ácido sulfúrico.

Al día siguiente, el criminal, acompañado de una amiga, denunció la desaparición a la policía. Sin embargo, ésta no se dejó engañar y un agente sospechó del denunciante, al que investigó, descubriendo un largo historial delictivo de falsificaciones y robo. Esto hizo que se registrara la fábrica de Haigh en Crowley, Sussex, donde aparecieron garrafas de ácido sulfúrico, documentos de otras cinco personas desaparecidas, un revólver y manchas de sangre salpicando una pared.

Después de varios interrogatorios, Haigh confesó el crimen y el intento de disolver el cuerpo de la víctima en ácido sulfúrico. Aun así, desafió a la policía, alegando que si no había cuerpo no había delito.

—No hay pruebas —les dijo. La policía extremó la búsqueda dentro y fuera de la barraca y encontraron tres restos de pie humano. Pero no había nada de la señora Durand-Deacon. A los tres días de rastreo encontraron un aparato protésico superior que había soportado la acción del ácido.

La doctora Helen Mayo, dentista de la señora Durand, identificó los dientes y demostró su encaje en el modelo de la boca de la paciente, tomado dos años antes. Al parecer, la señora Durand era muy exigente y se los había repetido tres veces, por lo que pudo describirlos sin ningún género de dudas.

Los dientes habían sido fabricados con resina, que resiste el ácido temporalmente, y al ser encontrados antes de 15 días, aún estaban intactos. El ácido destruye la resina en unas 3 semanas. De esa forma, Haigh fue acusado de asesinato y declarado culpable.

A pesar de los esfuerzos de su defensor, sir David Maxwell, fue ahorcado el 10 de agosto de 1949 en la prisión de Wandsworth (3).

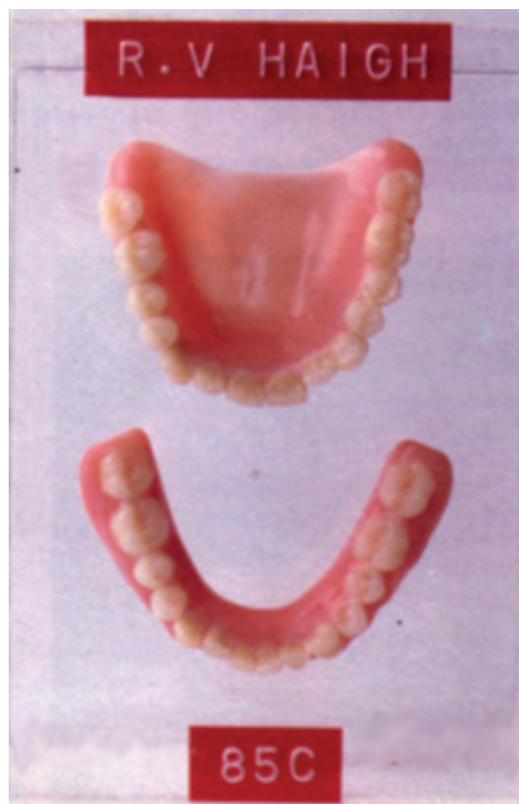


Figura 4
Prótesis se conservada en el Museo londinense de Scotland Yard. (3)

La odontología forense como disciplina científica.

El reconocimiento e identificación de restos humanos se consolidó con la aportación de las obras de Orfila y Hoffman.

En 1837, Saunder en Lancet, escribió "*The teeth, a test of age*", donde estudió las características de los dientes en relación con la edad.

Grady, en 1883, en la American Journal publicó "*Personal identity established by the teeth*".

En Francia, Dumur escribió "*Des dents: leur importance et leur signification dans les questions medico-legales*" en 1882 en Lyon. Swartz, de Nimes "*L'idenité de cadavres d'apres le systeme dentaire*" en L'Odontologie, 1897. Señalando así la importancia de los dientes como elemento válido y fiable para la identificación.

Otros autores como Magitot, Galippe, Brouardel o Charles Godon también publicaron sobre el tema.

El impulso definitivo del nacimiento de la odontología forense como disciplina científica se lo dio el doctor Óscar Amoedo con su obra "*L'art dentaire en medicina legal*" en París el 1898 y su intervención en el Congreso Internacional de Medicina de Moscú, en 1897.

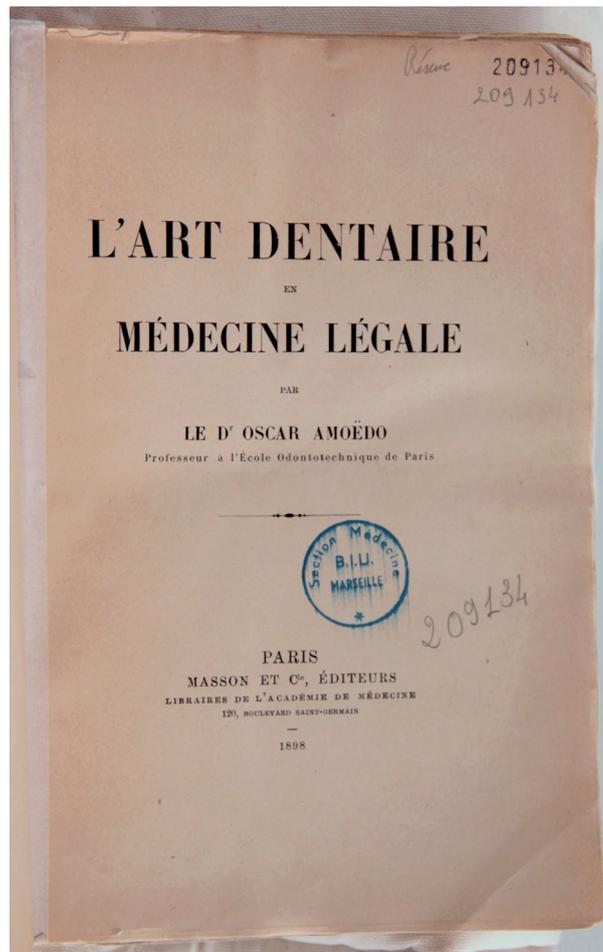


Figura 5
L'art dentaire en medecine légale. (3)

A partir de este momento se publican diversos trabajos de odontología forense:

B. Barrymore en una comunicación, en diciembre de ese mismo año (1897), se refería sobre los trabajos del doctor Amoedo y los aparecidos en Dental Cosmos por parte de Alton Howard Thompson (Kansas) y Wedelstaedt (que afirmaba que jamás había encontrado dos centrales o laterales iguales).

B. Barrymore quería introducir la ficha dental de los criminales en el Detective Bureau de Nueva York, sin embargo, este tipo de identificación quedó obsoleta por una técnica más sencilla, la dactiloscopia.

El mayor campo para la odontología quedaba por tanto para el reconocimiento de cadáveres con las partes blandas muy destruidas e irreconocibles (como es el caso de los calcinados), huellas dentales dejadas por los mismos (como mordeduras o el hallazgo de dientes o materiales odontológicos), la determinación de la edad, etc

En 1946 se celebró en La Habana el primer Congreso Panamericano de Medicina y Odontología Legal y Criminología.

En 1950, el doctor Göstu Gustafson, de Suecia, había publicado un método de identificación basado en características dentarias.

A partir de los años cincuenta, la odontología forense cobra gran importancia en los accidentes de tráfico y las grandes catástrofes, en el reconocimiento de cadáveres.

En 1982, la Federación Dental Internacional resolvió impartir un programa de Estomatología Forense dentro de los estudios de Estomatología para los países miembros.

En España *“El examen de la boca en la identificación de cadáveres”* fue publicado en Cádiz para La Odontología (1892), de Florestán Aguilar se señala la utilidad del examen de la boca para identificar cadáveres. Hace referencia al caso del incendio de la Opera Comique de París.



Figura 6
Florestian Aguilar. (3)

Don Juan Otaola escribió *“Un informe profesional en un caso de identificación judicial”*, publicado en *La Odontología* de ese mismo año y en 1933 *“Los dientes después de la muerte, cómo se destruyen”*.

En 1936 Blas Aznar y F. López Brea Lluria publican *“La abrasión dentaria en la identificación de los restos óseos”* en Madrid.

En cuanto a la enseñanza, la odontología legal se menciona por primera vez en 1873, donde se incluye la asignatura *Jurisprudencia Médica*.

En 1901, se crea el título de Odontólogo, y el doctor Aguilar explica una lección de odontología legal en su asignatura, pero el Ministerio no la incluyó en el programa hasta 1913, donde aparece la medicina legal aplicada, en la asignatura *Odontología de segundo curso*.

En 1948 se crea el título de licenciado médico estomatólogo. En el primer año se estudiaba *Estomatología Pericial* dentro de la asignatura *Estomatología Quirúrgica*.

En 1987, el Ministerio de Educación promulga una ley por la que se establecen unas directrices generales comunes para todos los planes de estudios universitarios. De acuerdo a estas directrices, los planes de estudios deben organizarse en una carga docente equivalente a créditos, con un valor horario cada uno de 10 horas. Estos planes de estudios deben tener unas materias comunes en todas las Universidades, que se considera fundamentales para la formación y que se denominan asignaturas

troncales. Cada Universidad podrá establecer sus planes de estudios de un modo independiente, en los que además de las materias troncales podrá establecer otras que considere obligatorias, y ofertar otras con la consideración de optativas para permitir que el alumno diseñe parte de su formación.

En 1990 se promulgaron las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención del Título Oficial de Licenciado en Odontología, en los que se definen 11 asignaturas troncales en primer ciclo y otras 11 asignaturas también troncales en el segundo ciclo. Siguiendo estas directrices, en 1994 se aprueba el plan de estudios de la Universidad Complutense vigente en la actualidad, incluyendo como asignatura la Odontología Legal y Forense.

Impulsores de estas materias son entre otros los doctores Bernabé Roldán Garrido y Juan López Palafox, el primero autor de *“Odontología Legal y Forense”* (4) en colaboración con V. Moya Pueyo y J.A. Sánchez Sánchez.

Juan López Palafox escribió *“Investigación en desastres. Aplicaciones de la Odontología”* (5).

También hay que mencionar al doctor Bernardo Perea Pérez y a los abogados Ricardo Lorenzo y J. Santamaría. Sobre todo, por sus trabajos en legislación, consentimiento informado y responsabilidad profesional (6-7).

En cualquier caso, la odontología legal, y lo mismo la odontología forense, nacieron desde un punto de vista formal y científico a partir del año 1898 cuando Óscar Amoedo publicó su libro, *L'art dentaire en médecine légale*. En esta obra recogen de una manera sistemática los principales problemas odontológicos relacionados con el derecho y también se incluyen una serie de casos judiciales o cuestiones concretas que ya habían sido planteadas ante los tribunales.

A partir de este momento, la odontología legal y la odontología forense se desarrollan de un modo paulatino y siguiendo un cierto paralelismo, de una parte con la evolución del derecho positivo, particularmente en la odontología legal, puesto que al incluir cada vez mayor número de normas ordenadoras del ejercicio profesional dan nacimiento a la aparición de nuevos capítulos; y por otro lado, en lo que respecta a la odontología forense se enriquece constantemente con los nuevos avances de la medicina y la odontología. (Moya Pueyo V., Roldán Garrido B, Sánchez

Sánchez J.A. 1994) (4).

La determinación de la edad.

El estudio radiológico de los dientes es utilizado desde el siglo pasado. Su aplicación en la ciencia forense fue introducida en 1896, apenas un año después del descubrimiento de los rayos X por Roëntgen, para demostrar la presencia de balas de plomo en la cabeza de una víctima.

Schüller (1921) propuso la utilización de imágenes radiográficas de los senos faciales para fines de identificación. Después de esta publicación surgieron muchas otras y, en 1927, Culbert and Law relataron la primera identificación radiográfica completa. Esta técnica en los momentos actuales es esencial en el protocolo de un estudio identificativo.

Para Sweet D. 2001 (8), la determinación de la edad cronológica de un individuo vivo o de un cadáver, es una actividad frecuentemente solicitada al equipo médico-legal.

Los forenses investigan la edad fisiológica, la cual mide los cambios que se producen a lo largo del crecimiento y el desarrollo, como por ejemplo, la edad dental y la edad ósea. También pueden calcular la edad patológica, que comprende el estudio de aquellos trastornos y enfermedades que causan deterioro en los tejidos a medida que avanza la edad, tal y como ocurre con el desgaste dental, la transparencia de la raíz y la artrosis de la articulación temporomandibular.

Según Luis R. Toribio, *“dos etapas de actividad biológica se suceden en el organismo humano: la primera, de crecimiento y desarrollo, tiene lugar durante toda la vida fetal, la infancia y la adolescencia y la segunda, de cambios degenerativos, dura aproximadamente desde la tercera década de vida hasta que esta cesa con la muerte del individuo”* (9).

La aplicación de la estimación de la edad está dirigida al análisis del individuo per se, como sucede en la práctica forense, donde lo que se quiere es establecer la identidad de un fallecido. En estos casos, estimar la edad del sujeto al momento de la muerte es generalmente imprescindible para la comparación de los datos ante-mortem con los post-mortem.

En antropología el estudio del desarrollo y crecimiento dental ayuda

a determinar la edad cronológica de la muerte del individuo para completar información de interés paleodemográfico (10).

Maduración dentaria

La edad cronológica no es un dato suficiente, sino que hay que relacionarlo con indicadores como la edad esquelética, la maduración dentaria, la situación hormonal o cualquier otro que nos aporte datos más objetivos para situar al niño en el estadio en que se encuentra (11).

Uno de los indicadores utilizados con más frecuencia es el estado de maduración y erupción dentaria. Pral-Andersen y Van der Linden (12) proponen la estimación de la edad dental como elemento de determinación del desarrollo físico, dado que el desarrollo físico o biológico varía considerablemente de un niño a otro, a una misma edad cronológica.

La secuencia de maduración de los diferentes dientes, la cronología y secuencia de la erupción, la simetría en las hemiarcadas, las diferencias entre una y otra arcada, la relación con el sexo son aspectos estudiados por diversos autores a fin de conocer las variaciones de un proceso biológico y aplicarlas a la clínica.

Logan WH y Kronfeld R (13), aportan con su trabajo importantes datos cronológicos de la dentición temporal y permanente en relación a los estadios de maduración dentaria por ellos propuestos.

Diversos autores han intentado encontrar formas simples para evaluar la edad dentaria (14) y estudiaron estadios dentarios de desarrollo aplicables a cada uno de los dientes.

Otros autores (15-16) desarrollaron métodos matemáticos que permiten correlacionar unos dientes con otros, con el ánimo de aplicarlos en la clínica.

Nolla C (17), partiendo de sus estudios de maduración dentaria, intentó sentar las bases para estudiar el desarrollo de la dentición permanente, y propuso una correspondencia numérica para cada una de las etapas de maduración. Con estas bases, estudió una muestra de niños norteamericanos, concluyendo que los patrones de desarrollo seguidos por los dientes son similares y simétricos en ambos lados de las arcadas y sin diferencias entre los sexos. Realizó un estudio de maduración

con el objetivo de organizar una técnica de tasación detallada del desarrollo de la dentición permanente, dando normas, las cuales representan la media de desarrollo de los dientes, diente a diente para niños y niñas; obteniendo información relativa a la cantidad y clase de variación presentada por el crecimiento y contribuyendo a la comprensión de las diferencias en el desarrollo dental de los niños y niñas.

El estudio lo realizó mediante series radiográficas orales de 25 niños y 25 niñas. Las radiografías se situaron sobre una mesa especial y en la observación sólo se tuvo cuenta el grado de desarrollo. Propuso una clasificación de la maduración dentaria basada en once estadíos. Las radiografías fueron comparadas con una serie de diez dibujos que indicaban cada uno de los estadíos de desarrollo y esta toma de datos fue realizada dos veces. Valoró tanto el lado derecho como el izquierdo, aunque la proporción de crecimiento era aproximadamente la misma en los dos lados. Para obtener una valoración del desarrollo de un diente en particular, la radiografía fue emparejada lo más estrechamente posible con la figura comparada.

En cuanto a la edad dental, los puntos de información quedaron registrados en términos de grado de desarrollo en la ordenada y edad cronológica en la abscisa. Estos puntos se conectaron por líneas de desarrollo.

En sus resultados destaca que se mostraron pocas diferencias de desarrollo entre 105 dientes de la derecha y de la izquierda. No encontró ninguna diferencia significativa en cuanto al sexo ni al tiempo requerido para el desarrollo. No obstante, las niñas empezaron el desarrollo dental a una edad más temprana y acabaron el desarrollo antes.

En la formación de la raíz obtuvo el siguiente orden respecto a su terminación en los dientes mandibulares: Incisivo central, incisivo lateral, primer molar, canino, primer premolar, segundo molar, tercer molar. Y en cuanto a los dientes maxilares el orden fue: Incisivo central, primer molar, incisivo lateral, primer premolar, segundo premolar, segundo molar y tercer molar.

Demirjian A, Goldstein H, Tanner M. (19) desarrollaron un nuevo sistema de estimación de la maduración dental, clasificando ésta en ocho estadíos según el grado de calcificación del diente. Obtuvieron una escala de maduración dental transformable directamente en la edad dental. Demirjian A, Goldstein H. (19) y Demirjian A, Goldstein H (20) efectuaron un estudio para comprobar las diferencias

que existen en el desarrollo, predicción y erupción dental en ambos sexos.

Dicho estudio fue realizado en una población de 5437 niños y niñas francocanadienses, de edades comprendidas entre 2,5 y 19 años. Realizaron separadamente, en niños y niñas, el estudio de maduración de cada uno de los dientes mandibulares, obteniendo que hasta los 6-7 años hay una similitud en el desarrollo dentario de los niños y las niñas, diferenciándose a partir de esa edad con una aceleración de las niñas sobre los varones. Por último, muestran la existencia de una estrecha relación entre las curvas de maduración y de emergencia de cada diente, poniendo de relieve la significación clínica de este hecho.

En la segunda mitad de los años cincuenta, Garn SM, Lewis (21-24) estudiaron la secuencia de calcificación y su relación con la erupción de los premolares y molares mandibulares. Consideran las diferencias entre los sexos, así como la variabilidad de la edad en que ocurren algunas de las etapas de formación de esos dientes.

Tanto en maduración como en erupción hacen mayor énfasis en la relación entre el segundo premolar y segundo molar, resaltando dos hechos:

- Parece existir una evolución gradual en la especie hacia un cambio de la secuencia de maduración y erupción 2º molar-2º premolar hacia 2º premolar-2º molar.
- Puede ser arriesgado establecer la secuencia de erupción a partir de los datos de la secuencia de maduración.

La variabilidad en la maduración era mayor cuanto más tardía es la etapa de formación del diente siendo, aproximadamente, la misma en ambos sexos. Reflexionando sobre las causas de la precocidad de maduración y erupción en las niñas, mencionan que ésta no puede atribuirse primariamente a factores hormonales ya que ocurre antes de los 10 años de edad.

El conocimiento de las numerosas variables que influyen sobre la cronología y secuencia de erupción ha hecho que numerosos autores estudien el fenómeno en el área geográfica a la que pertenecen: Knott VB, Meredith HV. (25), Grön AM. (26), Proy E, Sempé M, Ajacques JC.(27), Gray SW, Lamons FP. (28) o en grupos de poblaciones con características definidas: Maj G, Bassani S, Menini G, Zannini (29), Hurme VO. (30), Feasby WH. (31), Sturdivan JE, Knott VB, Meredith HV. (32), obteniendo los

datos aplicables a esa población.

Coinciden la mayoría de los autores en la precocidad de maduración y erupción de las niñas sobre los niños Demirjian A, Goldstein H, Tanner M. (18), Garn SM, Lewis AB. (22), Sturdivan JE, Knott VB, Meredith HV. (32), Nanda RS. (33) y en la existencia de una simetría entre el lado derecho y el izquierdo Prah-Andersen BP, Van der Linden F. (12), Nanda RS. (33).

Por su importancia clínica, ha merecido la atención de los investigadores el estudio de la secuencia de erupción Prah-Andersen BP, Van der Linden F. (12), Garn SM, Lewis AB. (22), Nanda RS. (33), Moorrees CF. (34). Ninguno de ellos ha obtenido resultados concluyentes que permitan afirmar la existencia del predominio de una secuencia sobre otra. Únicamente Garn SM, Lewis AB, Koski K, Polascheck DL. (23) menciona que parece existir una tendencia hacia la erupción del segundo premolar antes que el segundo molar.

Moorrees et al. (34-38), interrelacionaron los estadios de maduración y la edad cronológica de cada diente con los cambios en el tamaño de las arcadas que suceden durante el recambio dentario, incorporando así nuevas variables al complejo estudio del desarrollo de la erupción. En 1963, presentaron un estudio de variación de la edad en los estadios de deformación dentaria en diez dientes permanentes. Estudiaron el desarrollo de los incisivos centrales y laterales permanentes de las dos arcadas mediante radiografías intraorales y los dientes posteriores maxilares debido a la superposición de imágenes de ambas hemiarcadas. De un total de 134 niños examinados, seleccionaron a 48 niños y 51 niñas por sus radiografías de mayor calidad y en ellos realizaron radiografías laterales u oblicuas obtenidas en intervalos de 6 meses. El desarrollo dental fue determinado por inspección radiográfica siguiendo en su valoración los estadios de desarrollo de los dientes polirradiculares. La fiabilidad de la valoración fue probada por una doble determinación con un intervalo de tres meses. Existiendo una coincidencia de un 90 % en los dientes posteriores y 75 % para los incisivos superiores e inferiores.

En 1980 realizaron un estudio longitudinal para observar el desarrollo somático y facial con el fin de contribuir a una visión más integrada del crecimiento dentofacial.

En sus resultados describieron el orden de emergencia de los dientes siendo ésta en maxilar superior: primer molar, incisivo central, incisivo lateral, primero

premolar, canino, segundo premolar, segundo molar. Y en la mandíbula: incisivo central, primer molar, incisivo lateral, canino, primer premolar, segundo premolar y segundo molar.

Afirmaron que el tiempo de emergencia de los dientes depende de un factor de maduración general y que ese factor influencia a todos los dientes hacia una emergencia temprana o tardía. Asimismo aceptan que la duración del proceso de emergencia así como su inicio tiene una cierta variabilidad entre unos individuos y otros.

La edad dental fue valorada radiográficamente por Prah-Andersen y Van derLinden (12), según los estudios de maduración propuestos por Demirjian A, Goldstein H, Tanner M. (18) considerando los autores que desde el punto de vista clínico, puede aceptarse una simetría entre el lado derecho e izquierdo así como la existencia de un desarrollo simultáneo en algunos dientes, por lo que sería suficiente la estimación de la edad dental en tres dientes de la dentición temporal y en tres de la definitiva. Dichos dientes serían los dos molares y el incisivo en la dentición temporal y el primer premolar y segundo molar en la permanente.

Aceptando que existe una relación entre la reabsorción de la raíz de los dientes temporales y la erupción de los permanentes, (15) también se estudió la relación entre la formación de los dientes permanentes y la reabsorción de los correspondientes temporales, así como la posibilidad de que esa relación sea similar o no en todos los dientes.

Otros autores (39-41), estudiaron el efecto de la pérdida prematura de dientes temporales sobre la erupción de los correspondientes permanentes.

Esta variable, frecuente en la práctica clínica, influye, según los autores, en la cronología y secuencia aceptada como normal. Sin embargo, Fanning EA. (42-43) manifiesta que factores como la extracción prematura de los dientes temporales o procesos cariosos que cursan con destrucción ósea, tienen repercusión sobre el tiempo de erupción del correspondiente permanente, pero no sobre el desarrollo del mismo.

Giles NB, Knott VB, Meredith HV.(44)44 obtienen, tras su trabajo, los patrones de velocidad de erupción de 6 dientes permanentes, durante los 4 años siguientes

a su emergencia gingival. Los incisivos centrales superiores e inferiores, caninos superiores e inferiores y los segundos premolares superiores e inferiores, son los dientes en los que estudió esas diferencias.

Aún estudiando aspectos parciales del crecimiento y desarrollo, no se escapa a ningún investigador el hecho de que unos y otros puntos de estudio deben estar relacionados entre sí, dando como resultado un proceso único, capaz de convertir a un niño en un adulto.

Así, existe la voluntad de establecer el nexo de unión que hay entre diferentes indicadores de maduración (45-47).

Esto no es nuevo, ya que en 1918, se relaciona la dentición con la estatura (48), y en 1954, se manifiesta que las malformaciones craneofaciales deben ser estudiadas y corregidas teniendo en cuenta las posibles alteraciones del desarrollo general del niño (49). En la misma época, se publicaron los hallazgos obtenidos correlacionando entre sí diferentes indicadores decrecimiento general y craneofacial y las repercusiones clínicas de los retrasos en la maduración esquelética (50,51).

No obtuvieron evidencia de que exista relación entre una maduración esquelética tardía y una erupción retrasada. Tampoco encontraron en estos casos una mayor frecuencia de maloclusiones o mayor severidad de éstas.

Más tarde, en 1975 se estudió la relación entre la mineralización dental, esquelética, peso y altura, en una muestra entre los 4 y 14 años, descubriendo la existencia de un patrón específico para cada sexo (52).

En el caso de los niños, la mineralización esquelética y dentaria, en especial para el primer molar, tiene más relación con la altura que con el peso. En las niñas, y refiriéndose a los segundos molares, señalan una mayor relación con el peso a partir de los 7 años. Resaltan que la relación entre los mencionados parámetros sería específica para algunos dientes y no para el conjunto de todos ellos.

La posible relación entre la maduración esquelética medida en la radiografía de muñeca y aspectos referidos a los dientes, ya sea maduración, erupción o ambas, también ha merecido la atención de diversos investigadores (53-57).

Lauterstein AM. (58) obtuvo correlaciones muy significativas de la edad ósea con el desarrollo de la raíz del primer molar permanente inferior derecho y entre el desarrollo de la raíz y el número de dientes erupcionados. Chertkow T. (59) propone la mineralización del canino inferior como indicación de maduración en niños norteamericanos de origen europeo.

Hagg U. y Taranger J. (60-64) exponen una baja correlación entre los indicadores de desarrollo somático y dentario, aunque ésta es mayor en niñas que en niños. Por el contrario, Marshall D. (65) encuentra una interesante y directa correlación entre los hallazgos en la radiografía de muñeca y los dientes, lo que le permite sistematizar para cada edad cronológica, los datos a buscar tanto en la radiografía de muñeca como en la dentición.

En 1984, se llevó a cabo una investigación con el propósito de sugerir un método original para evaluar la edad dental que comprendiera seis etapas de desarrollo del diente y confirmar su seguridad y exactitud(14).

La muestra examinada consistió en 196 niños noruegos con edades comprendidas entre 4,5 años y 13,5 años. El estudio se realizó mediante ortopantomografías, las cuales fueron examinadas dos veces por el mismo observador con intervalo de dos semanas.

Establecieron seis etapas de desarrollo de la dentición permanente y a cada etapa se le asignó un valor numérico para permitir un análisis estadístico:

- **Estadio 0:** No hay signos de desarrollo, solo presenta un folículo sin ningún signo de calcificación.
- **Estadio 1:** Signos de calcificación en el folículo, pero menos que la mitad de la corona.
- **Estadio 2:** Calcificación de la mitad de la corona hasta la corona formada completamente. No hay signos de forma.
- **Estadio 3:** Inicio de la calcificación de la raíz hasta la mitad de la longitud de la misma.
- **Estadio 4:** Calcificación de la raíz hasta la longitud entera pero sin cierre apical.
- **Estadio 5:** El diente completamente formado con el ápice cerrado.

A partir de este esquema realizaron un estudio para comparar los lados izquierdo y derecho de las arcadas. Cuando dos observadores evaluaron las mismas radiografías observaron diferencias en los dientes 22, 25, 34 y 35 siendo estas significativas. En los otros dientes sus puntuaciones no mostraban diferencias significativas.

Los resultados del estudio piloto al comparar ambos lados derecho e izquierdo de las arcadas no presentaron diferencias significativas; encontraron pequeñas desviaciones en los dientes 12, 22, 31, 41, 14 y 24. La alta correlación encontrada entre los resultados del lado derecho e izquierdo de las ortopantomografías a su juicio permite el uso de un solo lado de la radiografía, simplificando en gran medida el método.

1.1. Fundamentos

Los estudios para la estimación dental más prolíficos descritos en la literatura hacen referencia al desarrollo dental, por lo que es fundamental conocer el proceso de formación de los dientes (odontogénesis):

1.1.1. La odontogénesis y sus estadios.

La erupción dentaria, en el sentido más estricto, *“dura toda la vida del diente, comprende diversas fases e implica el desarrollo embriológico de los dientes y movimientos de desplazamiento y acomodo en las arcadas. La aparición del diente en la boca recibe el nombre de emergencia dentaria y, aunque es llamativo para el niño, sólo constituye uno de los parámetros para la evaluación de la normalidad o no del proceso”* (11-66).

Los diferentes estadios de desarrollo de la dentición pasan por las siguientes fases:

Lámina dental.

Se produce entre la 4^o y 6^o semana del desarrollo embrionario y tiene lugar una proliferación y engrosamiento del ectodermo de la primitiva cavidad bucal o estomodeo. Esta proliferación forma una banda con forma de herradura que se desplaza en el interior del mesénquima subyacente.

De la placa neural se produce una migración de células hacia los correspondientes arcos branquiales situados ventralmente. Se produce una interacción epitelio-mesenquimal con el epitelio engrosado, constituyendo los esbozos de los futuros

dientes.

En la 6^o-7^o semana de vida intrauterina, se puede observar otra proliferación del ectodermo denominada vestibular. Su invaginación en el mesénquima y posterior evolución dará lugar al surco vestibular, que separará las arcadas de los labios.

Estos procesos ocurren doblemente en la boca primitiva en lo que más tarde será el maxilar y la mandíbula.

Estadio de brote.

La evolución de la lámina dental ocurre a partir de su formación con una proliferación localizada del ectodermo de la lámina dental y del mesénquima subyacente. Esto da lugar a los brotes o gérmenes dentarios, que en la 8^a semana pueden observarse separados unos de otros.

Esta fase temprana del desarrollo dentario es la fase de proliferación, en la que se han constituido los gérmenes dentales en número de 10 en cada una de las arcadas. Son los esbozos de los dientes temporales, pero su estructura histológica también dará lugar a los gérmenes de los dientes definitivos, que deberán sustituir a los temporales.

La parte posterior de la lámina dental, por detrás del último germen, continúa un proceso de proliferación e interacción similar al descrito, dando lugar, primero a la lámina sucesiva, y después a los gérmenes de los dientes definitivos, que no tienen predecesor temporal.

Estadio de casquete.

El estadio de casquete (aproximadamente 10^a semana) junto con el estadio de campana, son las etapas en que ocurren las fases de histo y morfodiferenciación.

En el estadio de casquete la parte interna de los brotes se curva sobre el mesénquima adquiriendo una forma de caperuza o casquete.

La evolución histológica permite diferenciar en este estadio el órgano del esmalte procedente del ectodermo, la papila dental y el folículo dental de origen mesodérmico.

En el órgano del esmalte, todavía poco evolucionado, se pueden observar cuatro capas:

- Epitelio dental externo.
- Retículo estrellado.
- Estrato intermedio.
- Epitelio dental interno.

Estadio de campana.

En el estadio de campana (aproximadamente semana 12^a) la histo y morfodiferenciación es definitiva.

Las células del epitelio dental interno evolucionan a preameloblastos y más tarde a ameloblastos que segregarán el esmalte dentario. El estímulo de los preameloblastos sobre las células de las capas de la papila dental más próximas al epitelio dental interno da lugar a la diferenciación de las mismas en preodontoblastos y odontoblastos más tarde. Estos segregarán la dentina.

En el centro inicial de calcificación es en las cúspides o en el borde incisal. La morfodiferenciación y los centros de calcificación determinan la morfología y las cúspides que tendrá cada uno de los dientes.

Estadio de corona.

En este estadio se produce la calcificación de los tejidos duros de las coronas dentarias, el esmalte y la dentina.

El proceso comienza en las cúspides o bordes incisales y progresa hacia la parte más profunda de la campana, que es donde se localizará el cuello del diente.

Cuando los centros de crecimiento son múltiples, confluyen progresivamente unos hacia otros terminando por unirse y dar la morfología característica de las superficies oclusales de los dientes posteriores.

Cuando los ameloblastos han terminado su función formadora de esmalte, evolucionan formando la membrana de Nasmyth, elemento protector durante la erupción.

El cese de la formación de esmalte determina un momento clave en la erupción dentaria.

Formación de raíz.

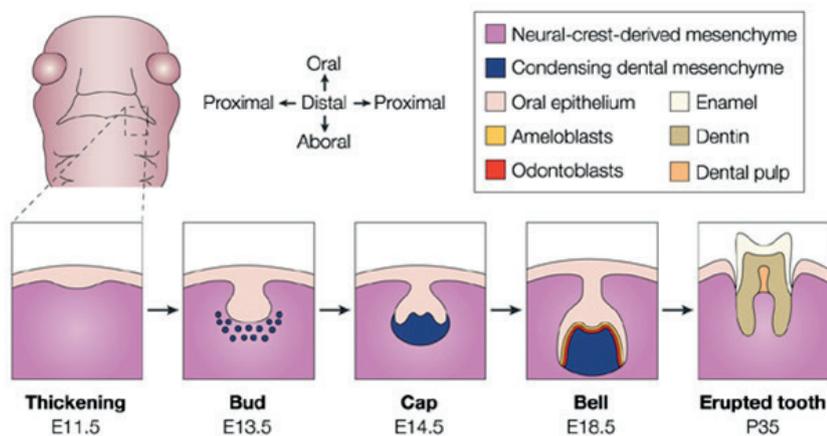
Cuando finaliza la formación del esmalte, las células del anillo del órgano del esmalte, asa cervical, constituida por la unión del epitelio externo y el interno a nivel del cuello del diente, proliferan y penetran en el mesénquima formando la vaina epitelial de Hertwig.

El depósito de dentina radicular continúa y engloba a las células de la papila dental que constituirán la pulpa dental.

Las células mesenquimatosas que contactan con la vaina de Hertwig se diferencian en cementoblastos, responsables de la formación del cemento que recubre la dentina radicular. Las fibras de colágeno darán lugar a las fibras del ligamento periodontal.

Cronología de la odontogénesis.

El proceso descrito es similar para todos los dientes, tanto temporales como permanentes; sin embargo, en cada uno de ellos ocurre en diferentes momentos y a distinta velocidad, de modo que existe un periodo de la vida del niño en que los dientes se están desarrollando pero en diferentes estadios de formación y calcificación.



Nature Reviews | Genetics

Figura 7
Esquema de los estadios de la odontogénesis. (66)

1.1.2. Métodos para valorar la edad dental.

Hoy día el conocimiento sobre los cambios en los tejidos dentarios sobre la edad ha crecido considerablemente. Como resultado, aparecen en la bibliografía diferentes métodos que han sido propuestos para la estimación de la edad dental. La mayoría requieren extraer los dientes (medición indirecta) con o sin preparación de secciones para microscopía. Estos métodos son lentos y costosos y describen técnicas destructivas que pueden no ser aceptadas por motivos éticos, religiosos, culturales o científicos. Sin embargo, con la aparición de la radiología dental, una técnica simple y no destructiva que es utilizada a diario en la práctica odontológica, ha sido empleada para la estimación de la edad (67).

Dentro de las técnicas para valorar la edad dental que encontramos en la literatura, se encuentran diversos métodos:

Estudios de las características de la dentición.

- La valoración de momento de erupción y número de dientes.
- Estudio del desarrollo del tercer molar.
- Método de Gustafson.

Estudios del desarrollo dental.

- Logan WHG & Kronfeld R.¹³
- Schour I & Massler M.⁶⁸
- Gleiser I & Hunt E.⁶⁹
- Nolla CM.¹⁷
- Fanning E.⁷⁰
- Moorrees CF, Fanning E and Hunt E.³⁵
- Wolanski N.⁷¹
- Calonius PE, Lunin M and Stout F.⁷²
- Liliequist B & Lundberg M.⁷³
- Demirjian, A Goldstein H and Tanner JM.¹⁸
- Gustafson G & Koch G.⁷⁴
- Anderson DL, Thompson GW and Popovich F.⁷⁵
- Ciapparelli L.^{104, 76, 77}
- Mörnstad H, Staaf V & Welander U.⁷⁸
- Liversidge HM.^{79, 81}

1.1.3. La dentición y la estimación de edad.

1.1.3.1. Momento de erupción y número de dientes.

La erupción dentaria es un proceso largo en el tiempo y que está íntimamente relacionado con el crecimiento y desarrollo del resto de las estructuras craneales. Por lo que resulta útil como método de estimación de la edad.

“La erupción dentaria es un proceso fisiológico en el que concurren diferentes aspectos. La odontogénesis, proceso de crecimiento y maduración de los dientes en el seno de las arcadas dentarias, se engloba en el complejo crecimiento craneofacial”.

Por tanto habrá que tener en cuenta cual es el criterio que utilizan los distintos autores para valorar si está o no erupcionado un diente.

La estimación de la edad por medio del momento de erupción y el número de dientes se limita fundamentalmente a edades comprendidas entre los 0-14 años, que es el rango en el que los dientes están erupcionando. Con excepción del tercer molar.

Se basa en determinar la edad según qué dientes han erupcionado, correspondiéndose con una edad determinada y se puede llevar a cabo mediante observación directa.

La siguiente tabla aparece publicada en 1965.

VARÓN		MUJER	
Diente	Edad (meses)	Diente	Edad (meses)
Incisivo central inferior	79,6	Incisivo central inferior	76,5
Primer molar inferior	81,0	Primer molar inferior	78,5
Primer molar superior	81,4	Primer molar superior	79,7
Incisivo central superior	90,6	Incisivo central superior	87,3
Incisivo lateral inferior	92,6	Incisivo lateral inferior	88,9
Incisivo lateral superior	103,8	Incisivo lateral superior	99,6
Primer premolar superior	127,9	Primer premolar superior	118,9
Primer premolar inferior	128,5	Primer premolar inferior	123,1
Canino inferior	129,5	Canino inferior	124,3
Segundo premolar superior	134,2	Segundo premolar superior	131,4
Segundo premolar inferior	136,0	Segundo premolar inferior	131,8
Canino superior	139,1	Canino superior	131,8
Segundo molar inferior	143,2	Segundo molar inferior	139,4
Segundo molar superior	146,9	Segundo molar superior	144,7

Tablas 1A - 1B

*Orden y significado de la edad de erupción de los dientes permanentes.
(16000 niños Newburgh and Kingston, New York). (82)*

También hay que reseñar que en este tipo de estudios no parece haber un acuerdo para determinar cuando considerar a un diente erupcionado. Para algunos autores un diente ha erupcionado cuando a alcanzado el plano oclusal (83).

Otros autores, como Carr LM consideran como diente erupcionado cuando se puede ver algún punto de la corona entre los tejidos (84).

Los tiempos de erupción se pueden dividir en tres fases (85):

- **Fase 1.** Incluye la emergencia de primeros molares permanentes e incisivos (5-8 años).
- **Fase 2.** Consiste en la emergencia de caninos, premolares y segundos molares (9,5 -12,5 años).
- **Fase 3.** Consiste en la emergencia del tercer molar (finales de la primera década 10's – principios de la segunda 20's)

1.1.3.2. Desarrollo del tercer molar.

Su interés radica en que su desarrollo es uno de los pocos procesos de maduración que se llevan a cabo al final de la primera década de la vida y principios de las segunda.

“El método más práctico es con la radiografía panorámica u ortopantomografía (OPT). Esta técnica facilita, en una sola imagen, información sobre ambos maxilares, proporcionando una visión de conjunto del desarrollo de los gérmenes dentarios durante su proceso de calcificación y erupción” (75).

La gran variabilidad interindividual que presenta el desarrollo del tercer molar hace que no sea siempre un método viable para valorar la edad dental. El tercer molar permanente es el más variables en lo que se refiere a tamaño, forma, edad de erupción y probablemente también en cuanto a ausencia congénita (75,86).

En el estudio de Mincer, encontraron que la edad para los terceros molares que se encontraban en el estadio H de Demirjian era de 20,5 años tanto para la raza negra como caucasiana en niños americanos (86).

En cambio, si se han encontrado diferencias significativas entre razas en otros estudios (87), que comparó japoneses y alemanes. Según las tablas de Demirjian los alemanes maduraban 2-3 años más rápido que los japoneses en el mismo estadio del tercer molar. También Gorgani et al, encontraron diferencias entre razas negroides y caucásicas (88).

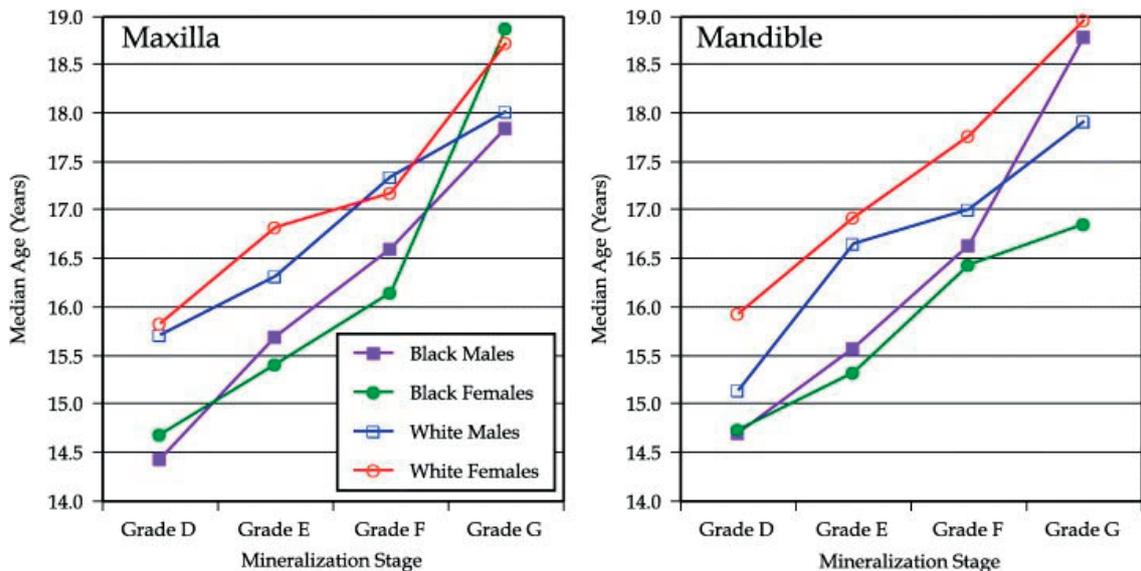


Gráfico 1
Relación entre edad y grado de calcificación del tercer molar. (89)

Un estudio reciente relaciona la edad con el grado de calcificación del tercer molar según el método de Demirjian. En este estudio se diferencian la raza blanca y negra, así como hombres y mujeres. El estudio fue realizado por Jane A. Blankenship et al. para una población de Estados Unidos y deja patente las diferencias existentes entre razas y sexos en el desarrollo dental (89).

Prieto JL et al(90), lleva a cabo otro estudio transversal en población española sobre una muestra de 1054 ortopantomografías. Valorando el estadio de calcificación de los terceros molares según el método de Demirjian en un grupo de entre 14 y 21 años. Los resultados fueron de mayor correlación para hombres que para mujeres. También para los hombres se encontró que se formaba antes la raíz que en mujeres. Establece finalmente que la edad legal de 18 años en España se encuentra mayoritariamente cuando las mujeres han alcanzado el estadio 7 o G de Demirjian y para los hombres el 8 o H de Demirjian. También resalta que la maduración del tercer molar se produce antes en la población española que en la población franco-canadiense, escandinava, americana, alemana, japonesa y surafricana y es más parecida a la población hispana de Estados Unidos.

1.1.3.3. El método de Gustafson.

El método de Gustafson (91), para la determinación de la edad ha sido ampliamente aplicado en la odontología forense.

Trata de estimar la edad a partir de la observación de 6 parámetros, todos relacionados con los cambios que sufren los dientes a través de la vida. Para cada parámetro se asigna un valor del 0-3 según la severidad del cambio que se ha producido.

Gustafson realizó el primer estudio para determinar la edad de un individuo a través de los cambios de atricción (A), las periodontopatías (P), el incremento de la dentina secundaria (S), la aposición de cemento (C), la reabsorción radicular (R), y la transparencia radicular (T).

Entendiéndose por:

- **Atrición:** el desgaste del borde incisal o cara oclusal debido al contacto con la pieza antagonista por efecto masticatorio.
- **Periodontopatías:** Cambios en los tejidos de sostén del diente (por

ejemplo: grado de reabsorción alveolar).

- **Dentina secundaria:** Es la dentina que se agrega a la cámara pulpar, disminuyéndose su luz a causa de factores intrínsecos y extrínsecos.

- **Aposicionamiento de cemento:** El cemento aumenta de espesor con la edad: Ocurre sobre todo cerca de la dentina secundaria y del extremo distal de la raíz.

- **Reabsorción de la raíz:** Se encuentra en la región en que el cemento y la dentina son reabsorbidos y puede obedecer a traumatismos o a fuerzas ortodóncicas aplicadas a la diente.

- **Transparencia radicular:** La dentina está compuesta de material mineralizado que penetra a sus canalículos desde la cámara pulpar.

En el estudio original de Gustafson se cita una horquilla de 4,5 años sobre la edad a determinar. Otros autores encuentran un error de sólo 3 años para el 37% de los casos (71).

Menos prometedores son los resultados encontrados en otros estudios (93, que reflejan la posibilidad de estimar la edad con un sesgo de 3 años sólo en el 23% de los dientes.

También se discute la validez de la precisión propuesta en el estudio de Gustafson. en los argumentos utilizados para apoyar la precisión del método son inválidos, ya que de acuerdo con sus re-calculaciones el error estándar estimado era de 7,03 años, la formula de regresión $Y=4,26x+13,45$ y la desviación estándar 3,63 años (94). Según estos autores Gustafson uso la desviación estándar como error estándar de estimación, lo cual hace aparentar al método más preciso de lo que en realidad es. También se encuentran diferencias al valorar el coeficiente de correlación de Pearson.

Lucy y Pollard (95) encontraron que error medio era más bien de ± 15.9 años para el 95%. Hoy parece aceptarse una media de error en el método de Gustafson de entre 10 y 15 años.

A pesar de los sesgos que pudieran darse en el estudio original, Gustafson dio al mundo forense las bases en las que se han basado muchos de los posteriores métodos de estimación de la edad.

Posteriormente, Gustafson y Koch (74), proponen un método de estudio de la maduración dentaria basado en el uso de radiografías panorámicas. El método divide el desarrollo en tres estadios en función de la formación dentaria y la emergencia clínica de cualquiera de los dientes permanentes y temporales (excluidos terceros molares) del 2º y 4º cuadrantes. Únicamente aquellos dientes cuyo desarrollo coincide o está próximo a los criterios descritos para cada estadio se incluyen en el análisis.

El estadio de desarrollo de cada diente incluido en el estudio se marca en un gráfico de coordenadas en el que se especifican los valores de referencia combinados en función del sexo. Tras esto se calcula la edad dentaria utilizando una regla para marcar conjuntamente los estadios marcados. La edad dentaria se lee en el eje y del gráfico, en el que se especifican las edades en años. Este método se basa en un material de referencia que aúna diversos estudios de diferentes partes del mundo.

Este método lo han aplicado diversos autores (64,96-98)

1.1.4. Métodos para la estimación de la edad basados en el desarrollo dental

1.1.4.1. Schour y Massler. (68)

Describieron el orden de erupción dentaria desde el nacimiento hasta los 36 años. Sus esquemas son todavía empleados hoy día como información útil para la práctica dental diaria.

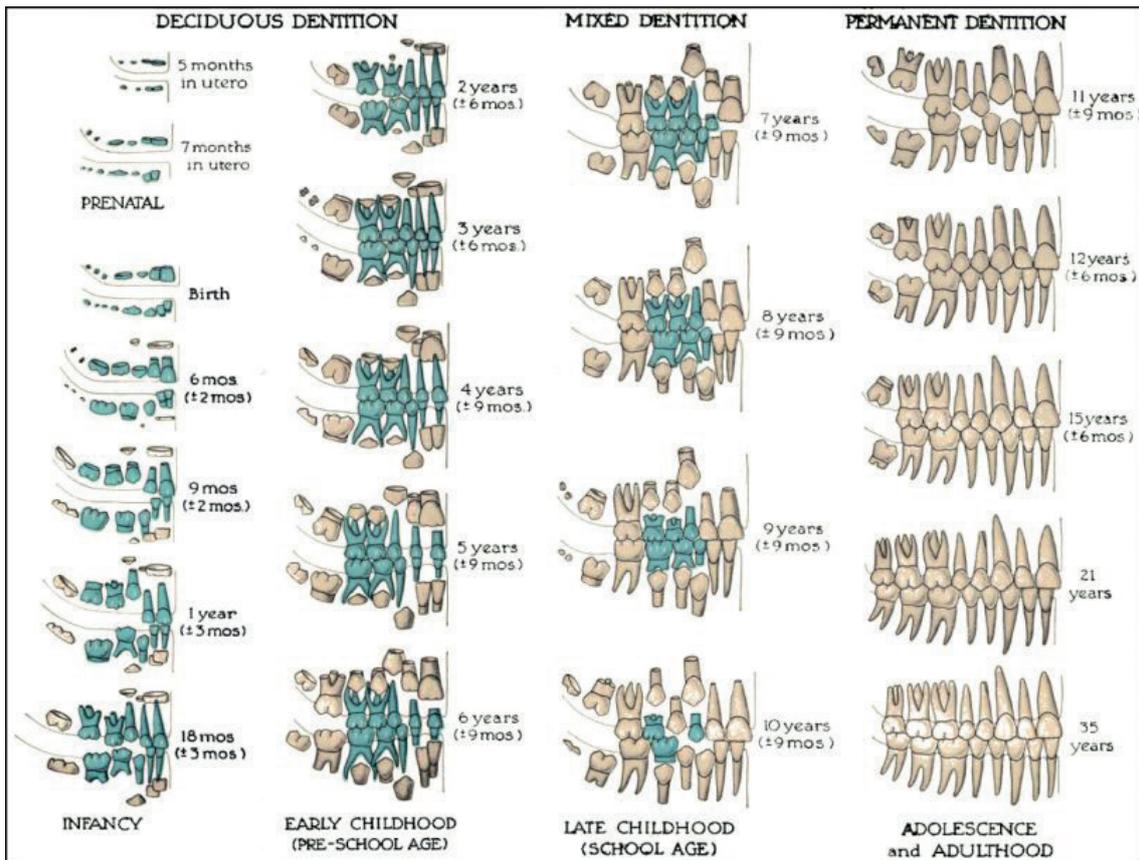


Figura 8

La secuencia de formación de la dentición humana. (Schour y Massler) (96)

1.1.4.2. Nolla. (17)

En 1960, realiza un estudio sobre 3402 radiografías, 1746 chicas y 1656 chicos. Nolla diferenció el desarrollo dental en 10 estadios a través de los que pasaban todos los dientes.

Se daba un valor para cada diente, aunque sólo se utilizaban los dientes de uno de los dos lados y se excluían los terceros molares.

Los valores individuales de cada diente, eran utilizados para cuantificar la maduración de ese diente, mientras que el valor total otorgaba un valor de estimación de la edad mediante unas tablas de conversión. El mismo proceso se podía realizar a partir del valor individual de un diente.

La muestra estudiada en la que basan sus resultados consiste en series de radiografías orales pertenecientes a 25 niños y 25 niñas. Las radiografías estudiadas de cada paciente consistieron en: radiografías laterales, radiografías intraorales

maxilares y oclusales mandibulares, radiografías intraorales de los dientes posteriores.

Los autores describen 10 estadios de maduración, que irían del estadio 0, en el que no se aprecia signo de calcificación al estadio 10 en el que tendría lugar el cierre apical. Los estadios descritos son:

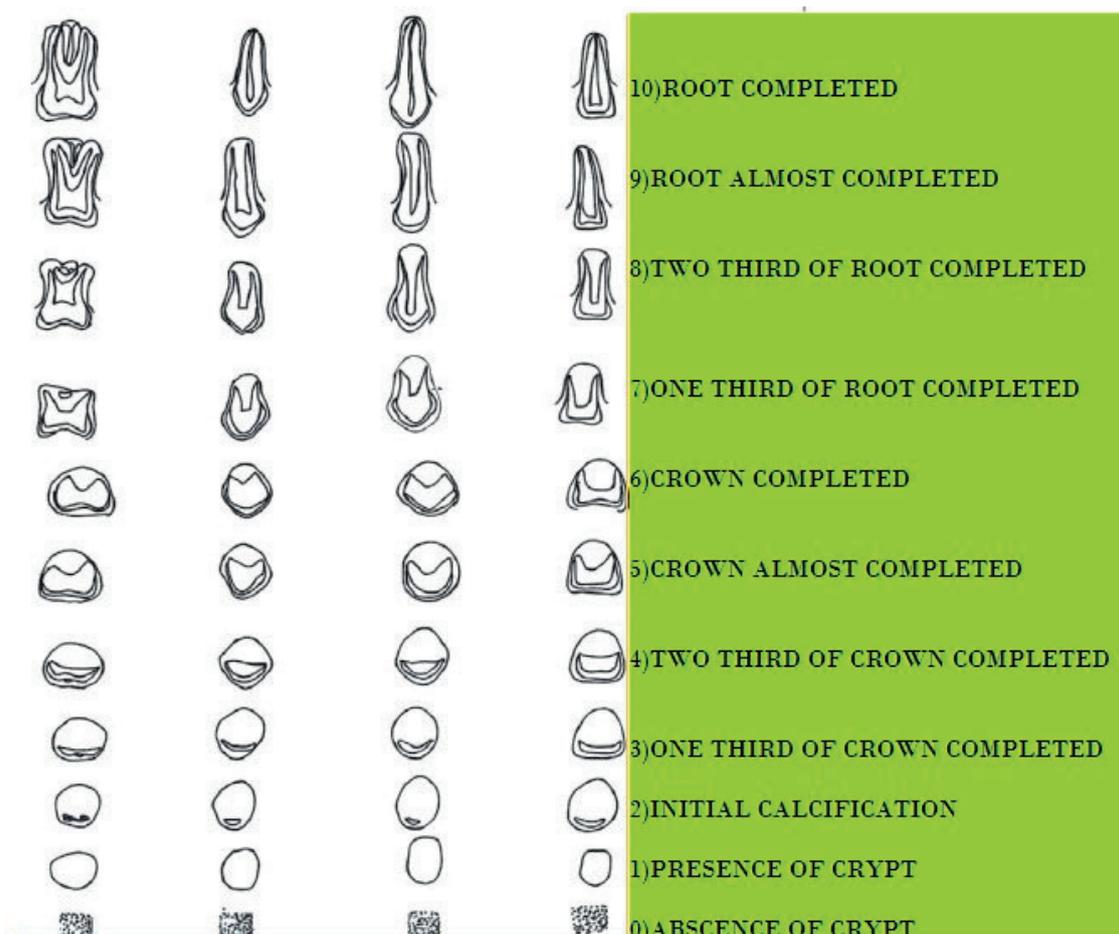
0. Ausencia de cripta.
1. Presencia de cripta.
2. Calcificación inicial.
3. 1/3 de corona completo.
4. 2/3 de corona completos.
5. Corona casi completa.
6. Corona completa.
7. 1/3 de la raíz completa.
8. 2/3 de la raíz completos.
9. Raíz casi completa. Ápice abierto.
10. Cierre apical completo.

También en este caso los autores aportan gráficos de los diferentes estadios (Figura 9).

En aquellos casos en que el diente se encuentra entre dos estadios los autores recomiendan añadir al estadio una fracción aproximada de su estado de desarrollo:

- 0,2 si el estadio del diente estudiado es ligeramente superior al estadio más próximo sin llegar a la mitad entre este estadio y el siguiente.
- 0,5 si el diente se encuentra entre dos estadios.
- 0,7 si el desarrollo del diente es ligeramente inferior al estadio siguiente.

Los autores describen a partir de los datos obtenidos curvas y tablas de maduración en las que se especifican las edades de aparición de los diferentes estadios en cada uno de los dientes maxilares y mandibulares.

**Figura 9**

Estadios de desarrollo dental (Nolla). (17)

Un estudio (99) obtiene unos resultados de predicción de error de sólo $\pm 1,3$ años en casos de menores de 10 años. Por encima de esta edad el error se incrementa hasta los ± 2 años para un intervalo de confianza del 95%. En este estudio también se señala un resultado excelente en el índice de concordancia Kappa tanto intraobservador como interobservadores, de acuerdo con otros estudios (100).

1.1.4.3. Fanning.(70)

Fanning estableció que la edad cronológica puede ser engañosa respecto de la madurez dental, pudiendo no coincidir si el crecimiento del niño está avanzado o retrasado para su edad.

Este estudio consistió en el análisis de telerradiografías laterales cada 3 meses durante el primer año de vida y luego cada 6 meses hasta los 11,5 años. También se tomaron radiografías intraorales de los incisivos maxilares y mandibulares cada 6

meses desde los 4 a los 11,5 años. Se estudiaron 48 varones y 51 niñas.

Fanning designó un número de estadio de desarrollo para cada diente basado en los 15 estadios descritos por Gleiser y Hunt. (69). Sin embargo determinó 5 más, hasta 20 estadios eran necesarios para evaluar los molares permanentes; bastaba con sólo 12 estadios para los incisivos y siete para los dientes deciduos.

Aunque el objetivo de este estudio era un mejor conocimiento de la edad cronológica en el diagnóstico clínico y la planificación de tratamiento por parte de dentistas y ortodoncistas, se puede utilizar para estimar la edad dental para sujetos entre 0 y 11,5 años. Cabe un intervalo de confianza de ± 3 años.

1.1.4.4. Moorrees, Fanning y Hunt. (35)

Estos autores realizaron un estudio de diseño similar al anterior, cubriendo hasta los 17-18 años y simplificando el sistema utilizando solo 14 estadios.

El propósito era de nuevo obtener normas para describir los 14 estadios de desarrollo para los los incisivos maxilares centrales y laterales y ocho dientes mandibulares. Todos los sujetos estudiados eran niños caucasianos norteamericanos.

Los autores definen 14 estadios en el desarrollo del diente, distinguiendo entre mineralización de la corona, de la raíz y cierre apical. La determinación de las distintas fases se haría mediante radiografías periapicales en incisivos y con telerradiografías laterales en sectores laterales mandibulares, con la ayuda de los esquemas orientativos propuestos por los autores.

Las fases del desarrollo que distinguen son:

1. Formación inicial de las cúspides (Ci).
2. Coalescencia de las cúspides (Cco).
3. Contorno cuspídeo completo (Coc).
4. 1/2 Corona completa (Cr.1/2).
5. 3/4 Corona completos (Cr.3/4).
6. Corona completa (Cr.c).
7. Formación inicial de la raíz (Ri).
8. Formación inicial de la furca (Cl.i).
9. Longitud radicular 1/4 (R1/4).

10. Longitud radicular 1/2 (R1/2).
11. Longitud radicular 3/4 (R3/4).
12. Longitud radicular completa (Rc).
13. 1/2 Cierre apical (A1/2).
14. Cierre apical completo (Ac)

Los autores aportan en su estudio esquemas gráficos de las diferentes fases de maduración, que se recogen en la Figura 10.

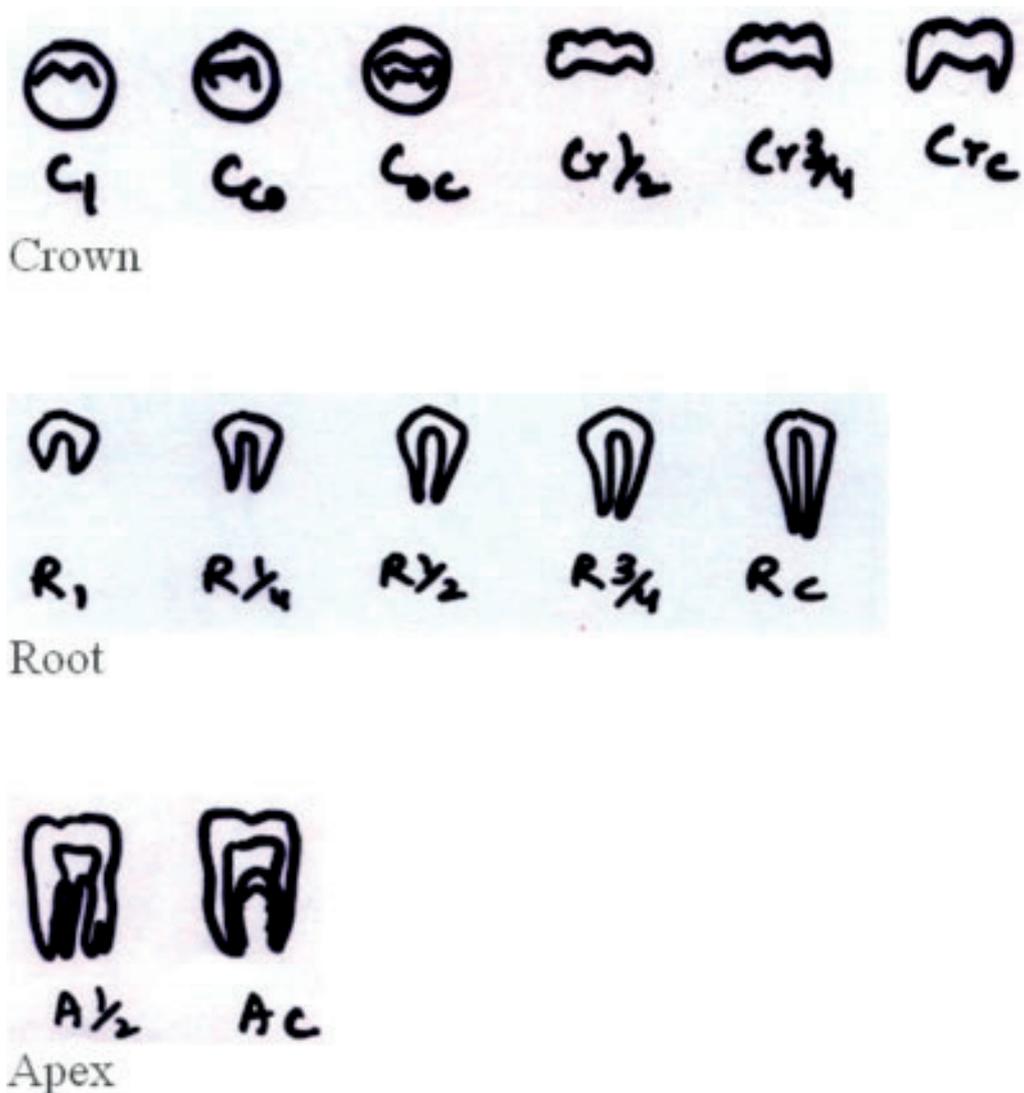


Figura 10
 Estadios de formación dentaria para la determinación del desarrollo de dientes uniradiculares. (35)

En su estudio, los autores examinan radiografías periapicales de 134 niños y niñas de Ohio (EEUU) para el análisis del desarrollo de los incisivos maxilares y mandibulares. Para el estudio de la dentición mandibular utilizan telerradiografías laterales de 246 niños. Los autores no realizan descripción del desarrollo de los sectores laterales maxilares ya que consideran que debido al exceso de superposiciones no podrían ser identificadas las imágenes de forma clara.

En función de los datos obtenidos elaboran una serie de normas y gráficos en las que establecen las edades de aparición de las diferentes fases del desarrollo de cada uno de los dientes analizados, diferenciando entre niños y niñas.

Smith (101), aplica este método con unos resultados de predicción de $\pm 0,2$ años.

Saunders et al. (102), recomiendan su utilización tanto para arqueología como ciencias forenses.

Una desventaja de este sistema es que para determinar si se ha formado $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, etc., de raíz, es necesario saber predecir la longitud total de la raíz.

1.1.5. El método de Demirjian (1973). (18)

Demirjian, Goldstein y Tanner concluyeron que el desarrollo dental era mejor indicador que la emergencia de los dientes. Estos autores se propusieron realizar un estudio donde se pudiera estimar la edad a partir de unas tablas de centiles que permitieran la conversión de un derivado numérico (*"maturity score"*) a la edad dental.

En su estudio fueron modificados los estadíos publicados anteriormente por Moorrees, Fanning y Hunt³¹, simplificándolos y definiendo sólo 8 estadíos de desarrollo dental.

Estos estadíos se describieron y modificaron más adelante por Demirjian en 1976¹⁹, para aclararlos y definirlos mejor.

El estudio de Demirjian consistió en la observación de 1446 ortopantomografías de niños y 1482 de niñas entre 2 y 20 años de origen Franco-Canadiense.

Los autores justifican el uso de radiografías panorámicas, frente a radiografías periapicales utilizadas en estudios previos de maduración, ya que son más sencillas

de realizar que las intraorales en niños de menor edad, la radiación es menor y la imagen de la región mandibular sufre menos distorsiones. Afirman que, aunque se produce entre un 3 y un 10% de elongación en la región mandibular, no supone un inconveniente ya que el sistema propuesto para determinar el estadio de cada diente se basa en criterios de forma, por lo que las distancias o longitudes absolutas no son tenidas en cuenta.

Los estadios de maduración dentaria descritos por Demirjian son ocho (A-H), yendo desde el inicio de calcificación al cierre apical. Establece criterios escritos muy precisos describiendo cada estadio, apoyando la descripción escrita con dibujos esquemáticos, si bien en la valoración primarán siempre los criterios escritos.

Los estadios propuestos por el autor son (Figura 4):

A. En dientes uni y multirradiculares se aprecia un comienzo de calcificación en la zona superior de la cripta con forma de conos. No existe fusión entre éstos.

B. La fusión de los puntos de calcificación forma una o varias cúspides que se unen para conformar una superficie oclusal regular.

C.

a). La formación de esmalte está completa en la superficie oclusal.

Se aprecia su extensión y convergencia hacia la región cervical.

b). Comienza a verse el depósito de dentina.

c). El contorno de la cámara pulpar tiene forma curva en el borde oclusal.

D.

a). La formación de la corona se ha completado hasta la uniónamelo-cementaria.

b). El borde superior de la cámara pulpar en los dientes uniradulares tiene forma curva, siendo cóncava hasta la región cervical. La proyección de los cuernos pulpares, si están presentes, dan al contorno pulpar el aspecto de un paraguas. En molares la cámara pulpar tiene forma trapezoidal.

c). El comienzo de la formación radicular se aprecia como una espícula.

E. Dientes uniradulares

a). Las paredes de la cámara pulpar forman líneas rectas cuya continuidad se ve rota por la presencia del cuerno pulpar, que es mayor que en el estadio previo.

b). La longitud radicular es menor que la altura de la corona.

F. Molares.

a). La formación inicial de la furca se aprecia como un punto calcificado con

forma semilunar.

b). La longitud de la raíz es aún menor que la altura de la corona.

G.

a). Las paredes del canal radicular son ahora paralelas y el ápice aún está parcialmente abierto (raíz distal en molares).

H.

a). El ápice está totalmente cerrado (raíz distal en molares).

b). La membrana periodontal tiene una anchura uniforme alrededor de la raíz y el ápice.

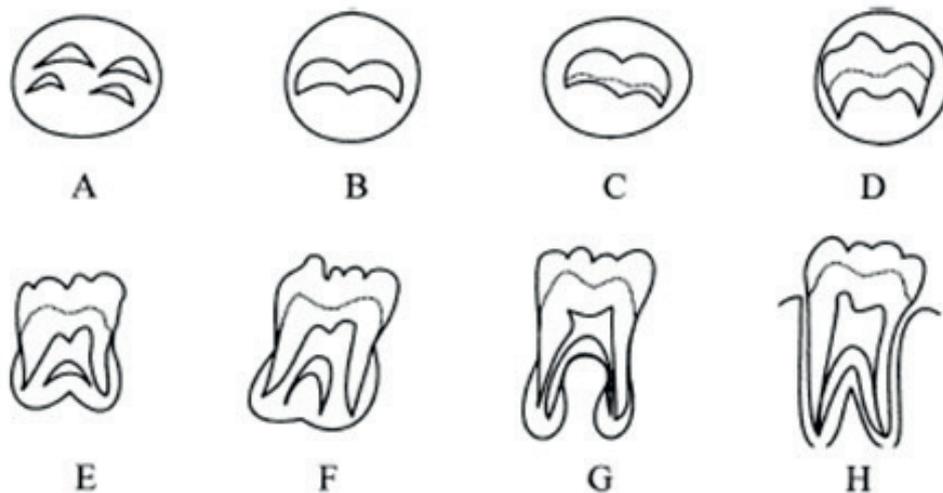


Figura 11
Estadios de desarrollo según Demirjian.
(Tomada de Demirjian et al) (18)

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. OBJETIVOS

2. Planteamiento del problema. Objetivos.

Cuando no es posible conocer con certeza la edad cronológica, los métodos de estimación de la edad dental nos permiten desde una perspectiva clínica, la determinación del grado de maduración general del paciente infantil, así como la aproximación al cálculo de la edad cronológica del niño, dato importante para el diagnóstico y planificación terapéutica convenientes.

Otro campo de aplicación importante de la determinación de la edad es la Odontología Legal y Forense, siendo en ocasiones la única aproximación fiable a la edad cronológica del individuo.(103-104)

Hoy el estudio radiológico tiene especial utilidad para identificar “*cadáveres severamente mutilados o carbonizados*” que requieren “*la aplicación de técnicas odontológicas, mediante el estudio de los dientes y las restauraciones dentales, debido a la resistencia de los dientes a la destrucción y la frecuencia de restauraciones dentales en la población, por lo que suelen existir registros previos. La identificación médico forense se basa en la coincidencia de los datos ante-mortem y post-mortem. Estos datos son proporcionados principalmente por registros dentales como el odontograma, radiografías dentales, modelos de estudio y fotografías intraorales y extraorales*”. (105)

Motivos de identificación. ESTIMACIÓN DE LA EDAD DENTAL.

Desde el punto de vista forense, cuando queremos saber la edad en el momento de la muerte de un individuo, nos referimos a la edad cronológica, es decir, el tiempo que ha transcurrido entre el nacimiento y la muerte del individuo (106). Es imposible responder a esta pregunta con precisión sin conocer la fecha de nacimiento y la fecha de fallecimiento del individuo en cuestión. Afortunadamente, en los casos en que esta información no está disponible, se puede realizar una estimación de la edad en el momento del fallecimiento basándonos en factores de maduración biológica del cuerpo. Es necesario disponer de técnicas de estimación de la edad para facilitar la identificación de cadáveres.

Motivos paleontológicos. ESTIMACIÓN DE LA EDAD.

Los métodos de estimación de edad dental han servido para realizar estudios que permiten determinar patrones comunes en diferentes etapas evolutivas.

En un estudio realizado en Atapuerca (107), se determina que el estudio de la evolución histórica de la vida en los homínidos es crucial para discernir cuando y como los homínidos han adquirido su patrón de maduración. Se determinó un alto grado de correlación entre el peso cerebral y el patrón de erupción dental, que predecía para los homínidos con una capacidad craneal sobre 1000cm³ un patrón de desarrollo de vida similar al del hombre moderno.

Motivos legales. ESTIMACIÓN DE LA EDAD DENTAL.

Quizás sea el área más prolífera para los métodos de estimación de la edad, ya que la principal aplicación de estos en España parece estar relacionada con la identificación de inmigrantes indocumentados.

Los organismos jurídicos, requieren el conocimiento de la edad de estas personas, para poder saber que criterios deben aplicar a la hora de dictar una sentencia.

En 1836, en el Reino Unido, la ley presumía que los niños menores de siete años de edad no tenían capacidad para cometer delitos, por lo que argumentar que un niño no había alcanzado dicha edad era a menudo la mejor defensa contra el código penal tan extremadamente severo de la época. Thomson, un experto médico-legal, establece la regla de que *“si el tercer molar no ha erupcionado no hay duda al afirmar que el sujeto no ha pasado los siete años de edad”*. El tercer molar hace referencia al tercer molar en el orden de erupción (después de los dos molares deciduos), es decir, al primer molar permanente (92).

En España, la legislación fija unas edades a partir de las cuales se determina la imputabilidad del sujeto activo del delito como forma penal de su capacidad.

Unido al hecho del aumento de inmigración en nuestro país de grupos marginales, que incide en el aumento de personas sin documentación fiable, hace que cada vez sea más frecuente la solicitud de informes al médico forense para determinar la edad, *“pues es la base para establecer la responsabilidad derivada de actos castigados por las leyes penales”* (72, 109).

La inmigración en España es un fenómeno reciente y creciente. Se debe identificar adecuadamente a estos inmigrantes para garantizar sus derechos y obligaciones. En el caso de indocumentados menores de edad se ha de proceder a la estimación de la

edad biológica.

En el ámbito penal, es fundamental conocer la edad cuando el indocumentado ha cometido un delito, ya que la Constitución Española de 1978, en su artículo 12 establece la mayoría de edad legal en 18 años de edad (110).

El artículo 19 vigente del Código Penal, aprobado por la Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, fija la mayoría de edad penal en los dieciocho años y exige la regulación de la responsabilidad penal de los menores (111).

La Ley Orgánica 5/2000, de 12 de enero, reguladora de la responsabilidad penal de los menores es la que regula la responsabilidad penal de los menores (112).

- **Artículo 1.** Apartado 1: *“Esta Ley se aplicará para exigir la responsabilidad de las personas mayores de catorce años y menores de dieciocho por la comisión de hechos tipificados como delitos o faltas en el Código Penal o las leyes penales especiales.”* Apartado 2: *“También se aplicará lo dispuesto en esta Ley para los menores a las personas mayores de dieciocho años y menores de veintiuno, en los términos establecidos en el artículo 4 de la misma.”*

- **Artículo 2.** *“Cuando el autor de los hechos mencionados en los artículos anteriores sea menor de catorce años, no se le exigirá responsabilidad con arreglo a la presente Ley, sino que se le aplicará lo dispuesto en las normas sobre protección de menores previstas en el Código Civil y demás disposiciones vigentes.”*

En esta ley se desarrolla la idea de que las infracciones llevadas a cabo por menores de catorce años son irrelevantes, y se pueden solucionar igualmente en el ámbito familiar o por asistencias civiles, sin necesidad de la intervención del apartado judicial sancionador.

Los mayores de catorce años y menores de dieciocho (*“menores”*), estarán por tanto sujetos al ordenamiento de esta Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal.¹¹¹

También para los mayores de dieciocho años y menores de veintiuno (*“jóvenes”*), esta Ley se aplicará cuando el Juez de Instrucción competente, oídos el Ministerio Fiscal, el letrado del imputado y el equipo técnico a que se refiere el artículo 27 de

esta Ley, así lo declare expresamente mediante auto.

Las implicaciones de la estimación de la edad en los menores indocumentados, nos obligan a ser muy cautos a la hora de realizar la investigación. Debemos conocer sus limitaciones y posibles errores y transmitirlos junto con los resultados al juez correspondiente.

En 1960, Nolla propuso un método que clasifica en 10 estadios la formación de los dientes basado en el grado de calcificación de estos. Para ello realizó un estudio longitudinal en una población de Michigan. Este es uno de los métodos más utilizados en odontopediatría y ortodoncia, para el que fue diseñado originalmente, estudiando los posibles trastornos de crecimiento, pero no como método de estimación de la edad. Incluso se han realizado estudios en población española (113).

Pero probablemente, el sistema más universal para valorar el grado de desarrollo de la dentición permanente sea el desarrollado por Demirjian, Goldstein y Tanner en 1973. (99,106,109,114).

Importancia de la odontología forense en la resolución de problemas judiciales.

Autores	Víctimas	A	B
Keisser Nielsen, 1963	42	10	18
Salley, 1963	127	62	0
Fisher, 1963	81	3	13
Blair, 1964	23	3	10
Merli, 1964	44	5	4
Stevens, 1966	218	21	0
Harmeling, 1966	57	43	0
Haines, 1967	72	34	6
Van Wyk, 1969	123	6	25
Petersen, 1971	109	53	0
Haines, 1972	78	50	0
Luntz y Luntz, 1972	28	25	0
Ashley, 1972	162	70	0
Ashley, 1972	64	10	0
Waalder, 1972	24	6	9
Beckermann, 1974	481	59	63
Hill, 1979	6	0	6
Barsley, 1985	154	93	23

Tabla 2

Casística de varios autores, relativa al número de accidentes aéreos identificados sólo con la ayuda de la odontología forense (A) y los que fueron identificados por medio de técnicas de odontología forense y otras técnicas. (B) (4)

Se han planteado diferentes métodos para la evaluación de la maduración dentaria así como para la estimación de la edad dentaria a partir de ésta. La mayoría de ellos se fundamentan en la observación en registros radiográficos de los estadios de formación definidos por los diferentes autores (98,114,124). En nuestro estudio hemos optado por el método propuesto por Demirjian y Godstein (18-19) ya que es sencillo, al basarse en el uso de radiografías panorámicas permite una estandarización más fiable, es uno de los métodos más ampliamente utilizados, presenta buena reproducibilidad y buena concordancia intra e inter-examinador (125-127).

2.1. Objetivos.

1. Hacer una revisión de la literatura científica con los diferentes métodos de estimación de la edad mediante el estudio del desarrollo dental.
2. Determinar si las tablas de Demirjian se ajustan o no a la población española.
3. Valorar otros métodos de estimación de la edad.
4. Crear unas tablas que se ajusten con una mayor precisión a la población española.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3. Material y método.

3.1. Muestra.

La muestra tomada para este estudio consiste en 2.049 ortopantomografías cedidas por el centro de diagnóstico bucofacial por imagen del Dr. Ricardo Ortega Piga y gracias a su colaboración. Del total de 2.049 personas, 1.089 son niños (53,1%) y 960 son niñas (46,9%). Todas las radiografías son pertenecientes a niños entre 6 y 16 años de edad. El tamaño de la muestra es realmente amplio siendo la proporción de niños y niñas muy parecida. Nuestro tamaño muestral únicamente es menor del de Demirjian (18), Lee (126), y Willems (128).

Autor	Procedencia	Niñas	Niños	Total	Edad de la muestra (años)
Demirjian 1973 ⁽⁶⁾	Canadá	1482	1446	2928	2 a 20
Lee 2008 ⁽¹²⁸⁾	Corea del Sur	1323	1383	2706	1 a 20
Willens 2001 ⁽¹⁴⁵⁾	Bélgica	1188	1217	2405	2 a 17
Nyström 1996 ⁽⁶⁵⁾	Finlandia	1002	978	1980	0 a 25
Nyström 2007 ⁽¹⁴¹⁾	Finlandia	1004	966	1970	0 a 25
Chaillet 2004 ⁽¹⁴²⁾	Canadá	808	943	1751	2 a 17
Feijoo, Barbería, De Nova ⁽²⁰¹⁰⁾	España	525	485	1010	2 a 16
Rozylo 2008 ⁽⁴⁵⁾	Polonia	584	410	994	6 a 16
Chaillet 2004 ⁽¹⁴²⁾	Francia	539	439	978	2 a 17
Sen Tune 2007 ⁽⁶⁶⁾	Turquía	443	457	900	4 a 12
McKenna 2002 ⁽⁵⁹⁾	Australia	327	288	615	5 a 17
Liversidge 1999 ^(52,55)	Inglaterra	258	263	521	4 a 9
Al Emran 2008 ⁽⁴⁶⁾	Arabia Saudí	265	225	490	8 a 17
Teivens 2001 ⁽¹⁵¹⁾	Suecia	223	222	445	2 a 17
Mani 2008 ⁽⁶⁸⁾	Malasia	214	214	428	7 a 17
Bagherpour 2010 ⁽¹⁵²⁾	Irán	170	141	311	6 a 13
Teivens 2001 ⁽¹⁵¹⁾	Corea del Este	137	172	309	2 a 17
Cruz - Landeira 2010 ⁽⁷⁰⁾	España	157	151	308	4 a 17
Nykänen 1998 ⁽⁴⁸⁾	Noruega	133	128	261	7 a 12
Hedge 2002 ⁽¹⁵⁰⁾	India	103	94	197	6 a 13
Koshy 1998 ⁽⁴⁷⁾	India	91	93	184	5 a 15

Tabla 3
Estudios similares ordenados por tamaño muestral.

Sexo	N	Porcentaje %
Niño	1089	53,1
Niña	960	46,9
Total	2049	100

Tabla 4
Distribución de la muestra por sexos.

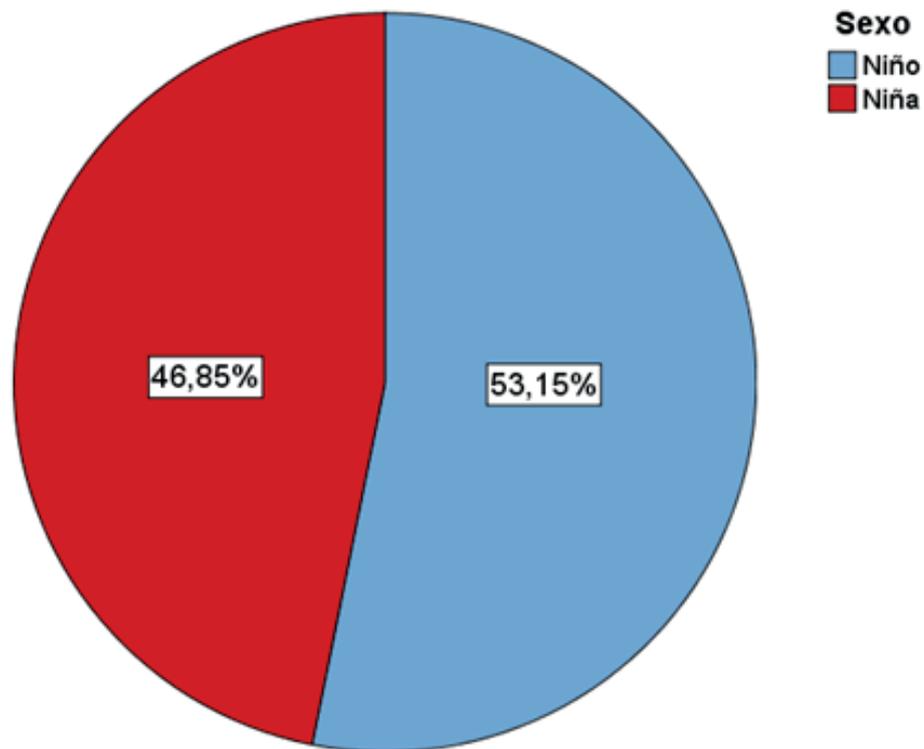


Gráfico 2
Distribución de la muestra por sexos.

En cuanto a la edad de las personas que participan en el estudio tenemos que variaban entre 6 y 17 años tanto en niñas como en niños. La edad media de los niños es de 11,7 años y prácticamente idéntica es la que encontramos en las niñas: 11,6. Las desviaciones típicas también son iguales para niñas y niños: 3,1.

Sexo	Edad del paciente				
	Mínimo	N válido	Máximo	Media	Desviación típica
Niño	6	1009	17	11,7	3,1
Niña	6	914	17	11,6	3,1
Total	6	1923	17	11,6	3,1

Tabla 5
Rango de edades y representación por sexos.

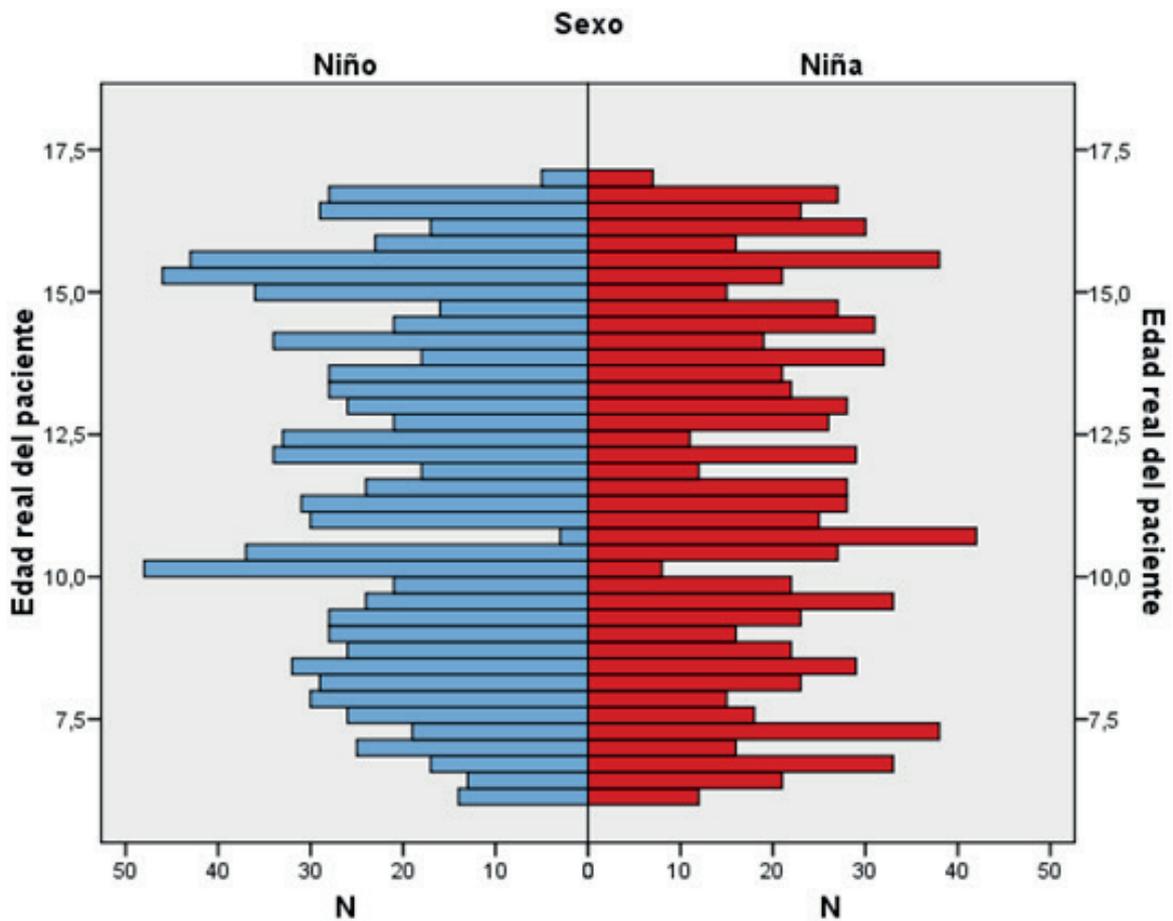


Gráfico 3
Distribución de la muestra.

El gráfico de arriba muestra la pirámide para ambos sexos. La distribución por edad sigue un modelo uniforme, por lo que todas las edades comprendidas entre 11 y 17 años aproximadamente tienen la misma representación en la muestra, tanto en niños como en niñas.

Exclusión: casos perdidos.

Un total de 126 casos se excluyen del estudio por presentar síndromes de alteración de crecimiento o agenesia/s de algún diente permanente, así como radiografías ilegibles que no permiten su estudio.

3.2. Instrumental.

Debido a la evolución de las técnicas de diagnóstico por imagen, hoy día contamos con métodos digitales que han simplificado y agilizado enormemente el trabajo.

La muestra de ortopantomografías se realiza en formato digital de archivos .jpg y su estudio se realiza en un ordenador PC con pantalla TFT de 19”.

Durante el estudio de cada ortopantomografía se rellenan las correspondientes hojas para cada edad y sexo.

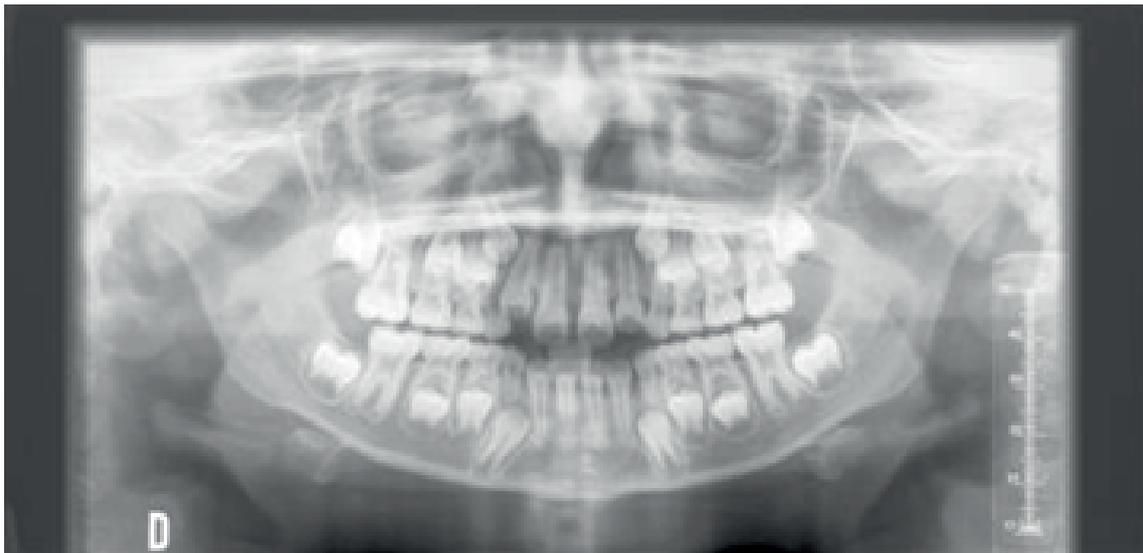


Figura 12
Ortopantomografía digital.

EDAD

SEXO

MUESTRA Edad real		2M	1M	2PM	1PM	C	IL	IC	TOTAL	EDAD
13,0047914	Estadio	G	H	G	H	H	H	H		
	Valor									
13,007529	Estadio	G	H	F	G	G	H	H		
	Valor									
13,015742	Estadio	F	H	F	G	G	H	H		
	Valor									
13,037645	Estadio	G	H	H	H	H	H	H		
	Valor									
13,045859	Estadio	G	H	H	H	H	H	H		
	Valor									
13,051334	Estadio	G	H	G	H	G	H	H		
	Valor									
13,05681	Estadio	G	H	G	H	G	H	H		
	Valor									
13,059548	Estadio	G	H	G	H	G	H	H		
	Valor									
13,092402	Estadio	G	H	G	G	H	H	H		
	Valor									
13,108829	Estadio	G	H	G	H	G	H	H		
	Valor									

Figura 13
Ejemplo de hoja de recogida de datos.

3.3. Método.

Se estudiaron los 2049 ortopantomografías por un único investigador.

Los dientes que se estudiaron eran los correspondientes a los dientes permanentes del 4º cuadrante, a los que se aplicaba un valor A-H, convirtiendo este en un valor numérico a partir de las tablas de conversión de Demirjian.

Del sumatorio del valor de todos los dientes de cada hemiarcada resultaba la estimación de edad según la tabla de conversión de Demirjian.

Finalmente se estableció la diferencia entre la edad real y la estimada según el método de Demirjian.

Para la estimación de la edad, Demirjian estudiaba los dientes correspondientes al 4º cuadrante 47-41. Esta selección se debe fundamentalmente a que en una ortopantomografía la maxila tiene mayor número de estructuras superpuestas y es en el maxilar inferior donde se aprecia mejor y con menos superposición las características morfológicas y de desarrollo de los dientes.

El proceso para estimar la edad según este método de Demirjian requirió de 3 fases:

- Asignar a cada diente 47-41 un valor A-H según el estadio de desarrollo.
- Convertir ese valor a un índice de maduración utilizando las tablas de conversión propuestas por Demirjian.
- Sumando los índices de maduración de cada diente 47-41, se estimó la edad mediante las tablas de conversión de centiles de Demirjian.

1. Estadios de desarrollo de Demirjian (1973) (19)

Criterios Generales:

- La valoración de cada diente se realizó consultando los criterios escritos y los esquemas para cada estadio.
- Se ponderó con mayor valor los criterios escritos sobre los esquemas.
- Para determinar el estadio en que se encuentra un diente nos regimos por las siguientes normas:
 - Si únicamente hay 1 criterio escrito: el diente deberá cumplirlo.
 - Si hay 2 criterios: es suficiente con que se cumpla el primer criterio.
 - Si hay 3 criterios: deben cumplirse los dos primeros.

- En todos los casos debe comprobarse que cumple los criterios del estadio anterior.
- En casos límite se asignará el estadio más bajo.

La nomenclatura que utiliza Demirjian va de la A a la H, de la siguiente manera:

A) Tanto en unirradiculares como en multirradiculares. Se aprecia que la corona ha empezado a calcificarse en el nivel superior de la cripta, con forma de cono invertido o conos. Estos puntos de calcificación no están fundidos entre sí.

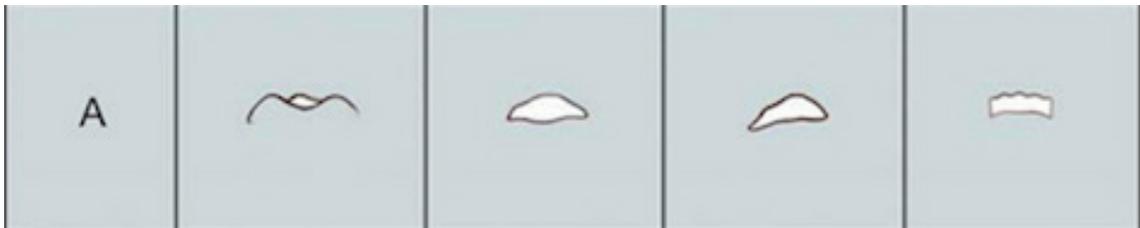


Figura 14
Estadio A de Demirjian. (18)

B) Hay una fusión de los puntos de calcificación o se ven varias cúspides que producen una línea definida de la superficie de las caras oclusales.

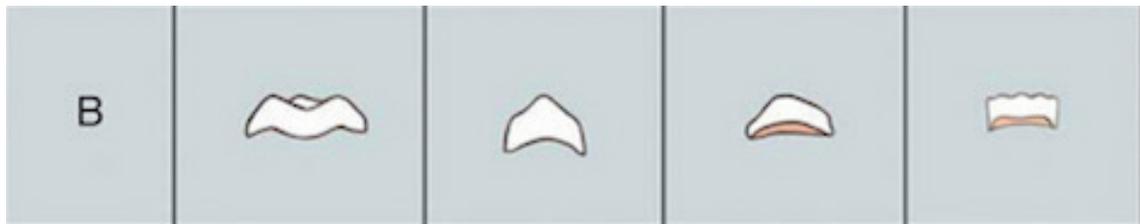


Figura 15
Estadio B de Demirjian. (18)

C)

- Hay una fusión de los puntos de calcificación o se ven varias cúspides que producen una línea definida de la superficie de las caras oclusales.
- Comienza a depositarse dentina.
- La línea externa de la cámara pulpar tiene forma curva en el borde oclusal.

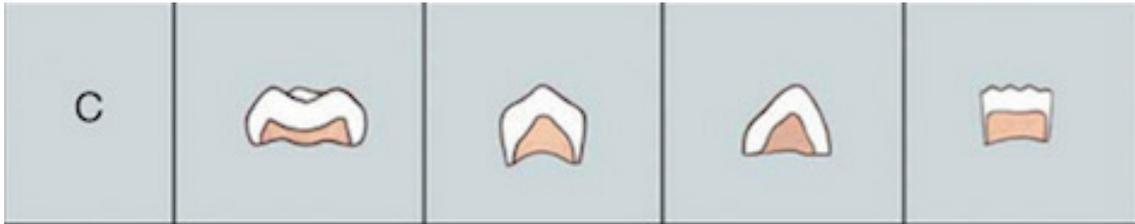


Figura 16
Estadio C de Demirjian. (18)

D)

- La formación de la corona se ha completado más allá de la unión amelo-cementaria.
- El borde superior de la cámara pulpar en los dientes unirradiculares tiene una forma curva bien definida, comenzando a ser cóncava a lo largo de la región cervical.
- La proyección de la cámara pulpar, si está presente, tiene un contorno con forma de paraguas. En molares la cámara pulpar tiene forma trapezoidal.
- El comienzo de la formación radicular se puede apreciar como forma de espícula.



Figura 17
Estadio D de Demirjian. (18)

E) Unirradiculares.

- Las paredes de la cámara pulpar ahora está formada por líneas rectas, cuya presencia está rota por la presencia del cuerno pulpar, que es más largo que en el estadio anterior.

- La raíz es más corta que la longitud de la corona.

Molares.

- Se puede ver el inicio de la formación de la bifurcación radicular en forma de un punto de calcificación o con forma semilunar.

- La longitud de la raíz es todavía menor que la de la corona.



Figura 18
Estadio E de Demirjian. (18)

F) Unirradiculares.

- Las paredes de la cámara pulpar tienen forma más o menos de triángulo isósceles. La terminación apical tiene forma de túnel.

- La longitud de la raíz es igual o mayor que la de la corona.

Molares.

- La calcificación de la zona de la furca se ha desarrollado más allá de la forma semilunar hacia un estadio con raíces más definidas y se puede distinguir las terminaciones apicales con forma de túnel.

- La longitud de la raíz es igual o mayor que la de la corona.

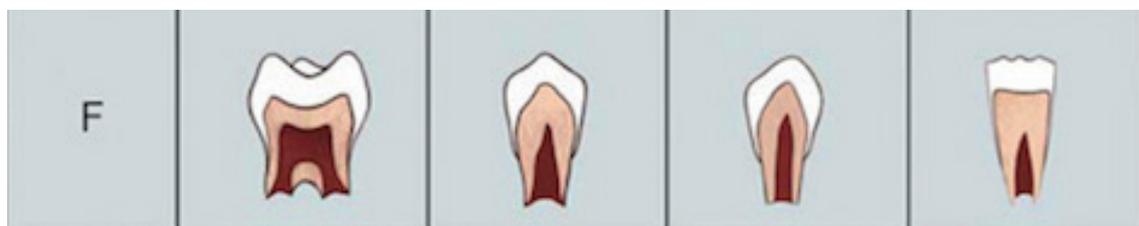


Figura 19
Estadio F de Demirjian. (18)

G)

- Las paredes del canal radicular son paralelas y su terminación apical está todavía parcialmente abierta (Raíz distal en molares).



Figura 20
Estadio G de Demirjian. (18)

H)

- La terminación apical del canal radicular está completamente cerrada (Raíz distal en molares).
- La membrana periodontal tiene una anchura uniforme alrededor de la raíz y el ápice.

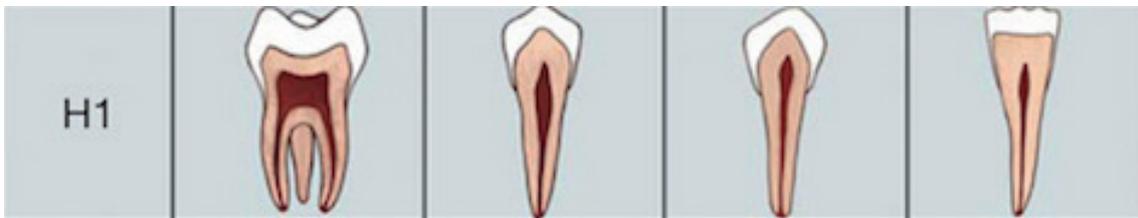


Figura 21
Estadio H de Demirjian. (18)

Demirjian proporciona una serie de normas para realizar este proceso:

1. Los dientes mandibulares permanentes se van calificando en el siguiente orden: 2 Molar, 1 Molar, 2 Premolar, 1 Premolar, Canino, Incisivo lateral, Incisivo central.
2. Todos los dientes se clasifican en una escala de A-H. Esta clasificación se hace cuidadosamente en base a los criterios dados para cada estadio, y comparando los dientes con los diagramas y radiografías dadas. Las ilustraciones sólo deben servir como ayuda y no como única fuente para la clasificación.
3. Para cada estadio hay uno, dos o tres criterios dados. Si sólo un

criterio es dado, este debe ser alcanzado. Si se dan dos criterios, es suficiente con que se haya alcanzado el primero. Se dan tres criterios, entonces es necesario que se hayan alcanzado plenamente los dos primeros. En casos extremos, el estadio más inmaduro debe ser asignado.

4. No hay medidas absolutas que tomar para comparar la relación de longitud corona-raíz. Para determinar el cierre apical no es necesario utilizar lupas ni cristales de aumento.

5. La longitud de la corona se define como la máxima distancia entre la punta de la cúspide más alta y la unión amelocementaria. Cuando las cúspides vestibulares y linguales no están al mismo nivel, el punto intermedio se considera el mejor como referencia.

2. Tablas de conversión a índice de maduración.

La segunda parte del proceso es atribuir el valor de maduración para cada estadio de desarrollo, siguiendo las tablas propuestas:

	47	46	45	44	43	42	41
O	0	-	0	--	-	-	-
A	2,1	-	1,7		-	-	-
B	3,5	-	3,1	0	-		-
C	5,9	0	5,4	3,4	0	0	-
D	10,1	8	9,7	7	3,5	3,2	0
E	12,5	9,6	12	11	7,9	5,2	1,9
F	13,2	12,3	12,8	12,3	10	7,8	4,1
G	13,6	17	13,2	12,7	11	11,7	8,2
H	15,4	19,3	17	13,5	11,9	13,7	11,8

Tabla 6

Tablas de maduración Demirjian Niños 1973. (18)

	47	46	45	44	43	42	41
O	0	-	0	-	-	-	--
A	2,7	-	1,8	-	-	-	
B	3,9	-	3,4	0	-	-	-
C	6,9	0	6,5	3,7	0	0	-
D	11,1	4,5	10,6	7,5	3,8	3,2	0
E	13,5	6,2	12,7	11,8	7,3	5,6	2,4
F	14,2	9	13,5	13,1	10,3	8	5,1
G	14,5	14	13,8	13,4	11,6	12,2	9,3
H	15,6	16,2	14,6	14,1	12,4	14,2	12,9

Tabla 7
Tablas de maduración Demirjian Niñas 1973. (18)

3. Tablas de conversión para estimar la edad.

Una vez atribuido un valor numérico a cada diente (*"maturity score"*), se realiza el sumatorio y convertimos este valor en la edad estimada, a partir de las tablas de centiles de Demirjian.

EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS
3	12,4	7	46,7	11	92	15	97,6
3,1	12,9	7,1	48,3	11,1	92,2	15,1	97,7
3,2	13,5	7,2	50	11,2	92,5	15,2	97,8
3,3	14	7,3	52	11,3	92,7	15,3	97,8
3,4	14,5	7,4	54,3	11,4	92,9	15,4	97,9
3,5	15	7,5	56,8	11,5	93,1	15,5	98
3,6	15,6	7,6	59,6	11,6	93,3	15,6	98,1
3,7	16,2	7,7	62,5	11,7	93,5	15,7	98,2
3,8	17	7,8	66	11,8	93,7	15,8	98,2
3,9	17,6	7,9	69	11,9	93,9	15,9	98,3
4	18,2	8	71,6	12	94	16	98,4
4,1	18,9	8,1	73,5	12,1	94,2	-	-
4,2	19,7	8,2	75,1	12,2	94,4	-	-
4,3	20,4	8,3	76,4	12,3	94,5	-	-
4,4	21	8,4	77,7	12,4	94,6	-	-
4,5	21,7	8,5	79	12,5	94,8	-	-
4,6	22,4	8,6	80,2	12,6	95	-	-
4,7	23,1	8,7	81,2	12,7	95,1	-	-
4,8	23,8	8,8	82	12,8	95,2	-	-
4,9	24,6	8,9	82,8	12,9	95,4	-	-
5	25,4	9	83,6	13	95,6	-	-
5,1	26,2	9,1	84,3	13,1	95,7	-	-
5,2	27	9,2	85	13,2	95,8	-	-
5,3	27,8	9,3	85,6	13,3	95,9	-	-
5,4	28,6	9,4	86,2	13,4	96	-	-
5,5	29,5	9,5	86,7	13,5	96,1	-	-
5,6	30,3	9,6	87,2	13,6	96,2	-	-
5,7	31,1	9,7	87,7	13,7	96,3	-	-
5,8	31,8	9,8	88,2	13,8	96,4	-	-
5,9	32,6	9,9	88,6	13,9	96,5	-	-
6	33,6	10	89	14	96,6	-	-
6,1	34,7	10,1	89,3	14,1	96,7	-	-
6,2	35,8	10,2	89,7	14,2	96,8	-	-
6,3	36,9	10,3	90	14,3	96,9	-	-
6,4	38	10,4	90,3	14,4	97	-	-
6,5	39,2	10,5	90,6	14,5	97,1	-	-
6,6	40,6	10,6	91	14,6	97,2	-	-
6,7	42	10,7	91,3	14,7	97,3	-	-
6,8	43,6	10,8	91,6	14,8	97,4	-	-
6,9	45,1	10,9	91,8	14,9	97,5	-	-

Tabla 8
Tabla de conversión Varones Demirjian Maturity Score–Dental age.
Demirjian 1973. (18)

EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS
3	13,7	7	51	11	94,5	15	99,2
3,1	14,4	7,1	52,9	11,1	94,7	15,1	99,3
3,2	15,1	7,2	55,5	11,2	94,9	15,2	99,4
3,3	15,8	7,3	57,8	11,3	95,1	15,3	99,4
3,4	16,6	7,4	61	11,4	95,3	15,4	99,5
3,5	17,3	7,5	65	11,5	95,4	15,5	99,6
3,6	18	7,6	68	11,6	95,6	15,6	99,6
3,7	18,8	7,7	71,8	11,7	95,8	15,7	99,7
3,8	19,5	7,8	75	11,8	96	15,8	99,8
3,9	20,3	7,9	77	11,9	96,2	15,9	99,9
4	21	8	78,8	12	96,3	16	100
4,1	21,8	8,1	80,2	12,1	96,4	-	-
4,2	22,5	8,2	81,2	12,2	96,5	-	-
4,3	23,2	8,3	82,2	12,3	96,6	-	-
4,4	24	8,4	83,1	12,4	96,7	-	-
4,5	24,8	8,5	84	12,5	96,8	-	-
4,6	25,6	8,6	84,8	12,6	96,9	-	-
4,7	26,4	8,7	85,3	12,7	97	-	-
4,8	27,2	8,8	86,1	12,8	97,1	-	-
4,9	28	8,9	86,7	12,9	97,2	-	-
5	28,9	9	87,2	13	97,3	-	-
5,1	29,7	9,1	87,8	13,1	97,4	-	-
5,2	30,5	9,2	88,3	13,2	97,5	-	-
5,3	31,3	9,3	88,8	13,3	97,6	-	-
5,4	32,1	9,4	89,3	13,4	97,7	-	-
5,5	33	9,5	89,8	13,5	97,8	-	-
5,6	34	9,6	90,2	13,6	97,9	-	-
5,7	35	9,7	90,7	13,7	98	-	-
5,8	36	9,8	91,1	13,8	98,1	-	-
5,9	37	9,9	91,4	13,9	98,2	-	-
6	38	10	91,8	14	98,3	-	-
6,1	39,1	10,1	92,1	14,1	98,4	-	-
6,2	40,2	10,2	92,3	14,2	98,5	-	-
6,3	41,3	10,3	92,6	14,3	98,6	-	-
6,4	42,5	10,4	92,9	14,4	98,7	-	-
6,5	43,9	10,5	93,2	14,5	98,8	-	-
6,6	45,2	10,6	93,5	14,6	98,9	-	-
6,7	46,7	10,7	93,7	14,7	99	-	-
6,8	48	10,8	94	14,8	99,1	-	-
6,9	49,5	10,9	94,2	14,9	99,1	-	-

Tabla 9
Tabla de conversión Mujeres Demirjian Maturity Score–Dental age.
Demirjian 1973. (18)

3.4. Método estadístico.

Comparación del Método de Demirjian entre niños y niñas

La hipótesis nula es que ambas correlaciones son iguales: $H_0 : \rho_{niños} = \rho_{niñas}$

Se transformaron las correlaciones de los niños y las niñas en Zs de Fischer:

$$Z_{niños} = 1,738 \text{ y } Z_{niñas} = 1,658.$$

$$Z = \frac{Z_{niños} - Z_{niñas}}{\sqrt{\frac{1}{n_{niños} - 3} + \frac{1}{n_{niñas} - 3}}} = \frac{1,757 - 1,651}{\sqrt{\frac{1}{1009 - 3} + \frac{1}{914 - 3}}} = 2,32$$

Por lo tanto, podemos decir que el método de los niños es algo mejor que el de las niñas con un nivel de significación de 0,05 [$p(|Z| \geq 2,32 = 0,0208)$].

- **Niños:**

Para el análisis estadístico se segmentó la muestra en tramos de edad de 12 meses.

En cada segmento de la muestra se midió la diferencia encontrada entre la edad predicha por el Método de Demirjian y la edad real.

Se realizó el test de Levene para ver si la variabilidad era igual en todos los grupos de edad. En varones se rechazó dicho test ($F_{10,998} = 16,49, p < 0,001$) y también en mujeres ($F_{10,902} = 7,60, p < 0,001$). Al rechazar aplicamos el test de igualdad de medias aplicando la prueba no paramétrica de Krukal-Wallis.

Se realizó un test estadístico no paramétrico (Krukal-Wallis, al no haber varianzas iguales para los grupos), para averiguar si las diferencias entre la edad predicha por Demirjian y la edad real eran iguales o no entre todos los grupos de edad. Se rechazó tal test entre la población de varones ($X^2_{10} = 168,21, p < 0,001$). De este test se pudo concluir que, efectivamente, en determinadas edades la precisión de las tablas de Demirjian son peores que en otras edades.

Se realizó un diagrama de dispersión y sobre este se propuso una ecuación de regresión.

El Método de Demirjian Modificado para población española, se comparó con el Método Demirjian original.

- **Niñas:**

Para el análisis estadístico se segmentó la muestra en tramos de edad de 12 meses.

En cada segmento de la muestra se midió la diferencia encontrada entre la edad predicha por el Método de Demirjian y la edad real.

Se realizó el test de Levene para ver si la variabilidad era igual en todos los grupos de edad. En niñas se rechazó dicho test ($F_{10,902}=7,60, p < 0,001$). Al rechazar aplicamos el test de igualdad de medias aplicando la prueba no paramétrica de Krukal-Wallis.

Igualmente que para el caso de los varones, se realizó la prueba no paramétrica (Krukal-Wallis) en mujeres para averiguar si las diferencias entre la edad predicha por Demirjian y la edad real eran iguales o no entre todos los grupos de edad. Se rechazó tal test entre la población de mujeres ($X^2_{10} = 70,95, p = 0,000$). De este test se puede concluir que, efectivamente, en determinadas edades la precisión de las tablas de Demirjian son peores que en otras edades.

Se realizó un diagrama de dispersión y sobre este se propuso una ecuación de regresión.

El Método de Demirjian Modificado para población española, se comparó con el Método Demirjian original.

4. RESULTADOS

4. Resultados.

Tablas de Demirjian.

Niños

	Diferencia (edad Demirjian - edad real)				Desv. típica
	N válido	Media	Mínimo	Máximo	
6-7 años	53	0,99	0,10	2,80	0,42
7-8 años	91	0,68	-0,10	4,00	0,67
8-9 años	95	0,44	-0,90	3,10	0,89
9-10 años	93	0,53	-1,40	3,10	0,93
10-11 años	97	0,67	-2,00	2,60	0,94
11-12 años	94	1,04	-1,60	4,70	1,20
12-13 años	94	0,48	-3,20	3,90	1,24
13-14 años	94	1,23	-1,80	3,00	1,43
14-15 años	77	0,95	-1,40	2,00	1,00
15-16 años	142	0,41	-4,60	1,00	0,73
16-17 años	79	-0,50	-2,60	0,00	0,37
Total	1009	0,62	-4,60	4,70	1,04

Tabla 10

Resultados con la desviación obtenida en nuestro estudio para niños.

La tabla de arriba muestra que la edad en niños de muestra española sacada de las tablas de Demirjian queda sobreestimada en relación a la edad real. Hemos segmentado la muestra en tramos de edad y se puede observar que la diferencia media entre la edad predicha por Demirjian y la edad real es positiva. Hay una excepción a los 16-17 años, pero el resto de edades quedan sobreestimadas por Demirjian. La diferencia media total en la muestra de 1.009 niños es positiva (sobreestimación) adoptando un valor de 0,62 años, es decir, que aproximadamente la sobreestimación media en niños es de siete meses. Otra observación relevante de las tablas se encuentra en la columna de la desviación típica. Es bastante notable cómo la desviación típica va aumentando a medida que aumenta la edad del niño. Esto es un signo de que las tablas de Demirjian son más precisas en general en edades tempranas y luego lo van siendo menos.

Niños

	Diferencia (edad Demirjian - edad real)			Máximo	Desv. típica
	N válido	Media	Mínimo		
6-7 años	72	1,27	0,10	4,10	0,71
7-8 años	80	0,90	-0,40	3,20	0,68
8-9 años	84	0,57	-0,80	3,00	0,71
9-10 años	84	0,73	-1,90	3,30	1,03
10-11 años	84	0,94	-1,70	3,20	1,01
11-12 años	86	0,81	-3,10	3,40	1,46
12-13 años	87	1,14	-1,20	3,90	1,08
13-14 años	82	0,78	-4,20	2,90	1,07
14-15 años	84	0,10	-2,40	1,90	0,93
15-16 años	83	-0,38	-3,10	0,90	0,86
16-17 años	87	-0,98	-3,10	0,00	0,68
Total	913	0,52	-4,20	4,10	1,16

Tabla 11

Resultados con la desviación obtenida en nuestro estudio para niñas.

Las tablas de Demirjian arrojan edades más elevadas que las edades reales de las niñas de muestra española. Hay una excepción en los últimos 2 años recogidos (15-17). En la fila **Total** podemos ver que la diferencia media para las 913 niñas fue de 0,52 años, es decir, ligeramente superior a seis meses.

Análisis de la estimación de la edad por las tablas de Demirjian.

En el análisis de la estimación de la edad, comparamos dos métodos: uno es el dado por las tablas de edad según el método de Demirjian, *Método de Demirjian*. Otro es un método más depurado que parte de un modelo de regresión al que llamamos *Método de Demirjian Modificado para población española*.

En el siguiente gráfico se representa un diagrama de dispersión para los niños donde presentamos los dos métodos: la edad predicha por el *Método de Demirjian* (línea roja) y la edad predicha por el *Método de Demirjian Modificado para población española* (línea negra). Cada punto corresponde a uno o varios niños donde queda representada la edad real y la edad predicha por ambos métodos.

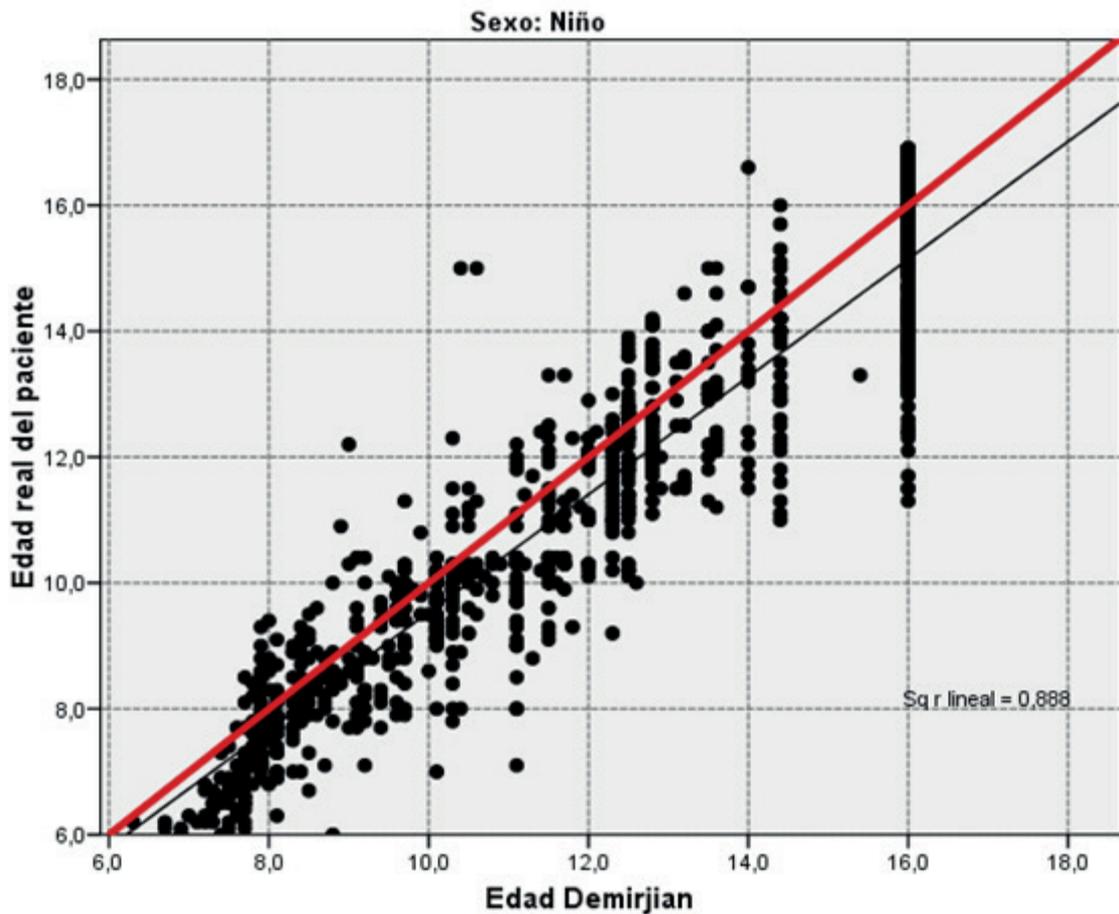


Gráfico 4

Diagrama de dispersion para los niños.

Se pueden extraer varios resultados:

- La capacidad de pronóstico de la edad real a partir del Método de Demirjian modificado para población española es de 0,888 (coeficiente de determinación que aparece en el margen inferior izquierdo del gráfico). Podemos explicar un 88,8% de la varianza de la edad real a partir del método del Método de Demirjian modificado para población española, mientras que un 11,2% de la variabilidad de la edad real escapa a este método. La línea negra expresa el pronóstico hecho por el método de Demirjian. El Método de Demirjian, esto es, el sacado directamente de las tablas y presentado con la línea roja, tiene una capacidad de pronóstico en niños del 84,3%. Esto supone una pérdida de una capacidad de aproximadamente un 4% respecto al método de regresión.

- La ecuación de regresión que debemos utilizar en la población de niños españoles es: $Edad\ predicha = 0,188 + 0,935 \times EdadDemirjian$. Esta es la expresión matemática del *Método de Demirjian modificado para la población española*, que

simplemente nos dice qué edad debemos pronosticar para un valor de las tablas de Demirjian. Por ejemplo, si un niño tiene un valor de 14 años según las tablas, la edad pronosticada para dicho niño será: $0,188 + 0,935 \times 14 = 13,28$ años. Como se aprecia, la extrapolación directa de las tablas de Demirjian (*Método de Demirjian*) sobreestima la edad real del niño español. También se puede apreciar esto gráficamente observando que por debajo de la línea roja (*Método de Demirjian directo*) quedan bastante más puntos (niños) que por encima de la línea roja. Mientras que la línea negra (*Método de Demirjian modificado para población española*) evita esto.

- Otra conclusión importante es que el método de Demirjian es mejor en edades de niños más jóvenes y va disminuyendo su capacidad de pronósticos para edades de niños más mayores. Esto se aprecia viendo la dispersión de los puntos. En las edades tempranas, en torno a la recta hay poca variabilidad, mientras que en los niños más mayores, la dispersión de los puntos es mayor, indicando esto que el método comienza a ser menos sensible. Obsérvese, por ejemplo, que cuando Demirjian predice 16 años, hay mucha variabilidad, habiendo niños que tienen una edad real desde 11 hasta unos 17 años. En contraposición, si observamos qué ocurre cuando Demirjian predice una edad de 8 años, la variabilidad en la edad real es bastante menor. Por lo tanto, los errores de predicción de la edad son menores en etapas tempranas.

En el gráfico de abajo presentamos el mismo gráfico de dispersión, pero esta vez para las niñas. Los resultados son muy parecidos a los ya expuestas en niños:

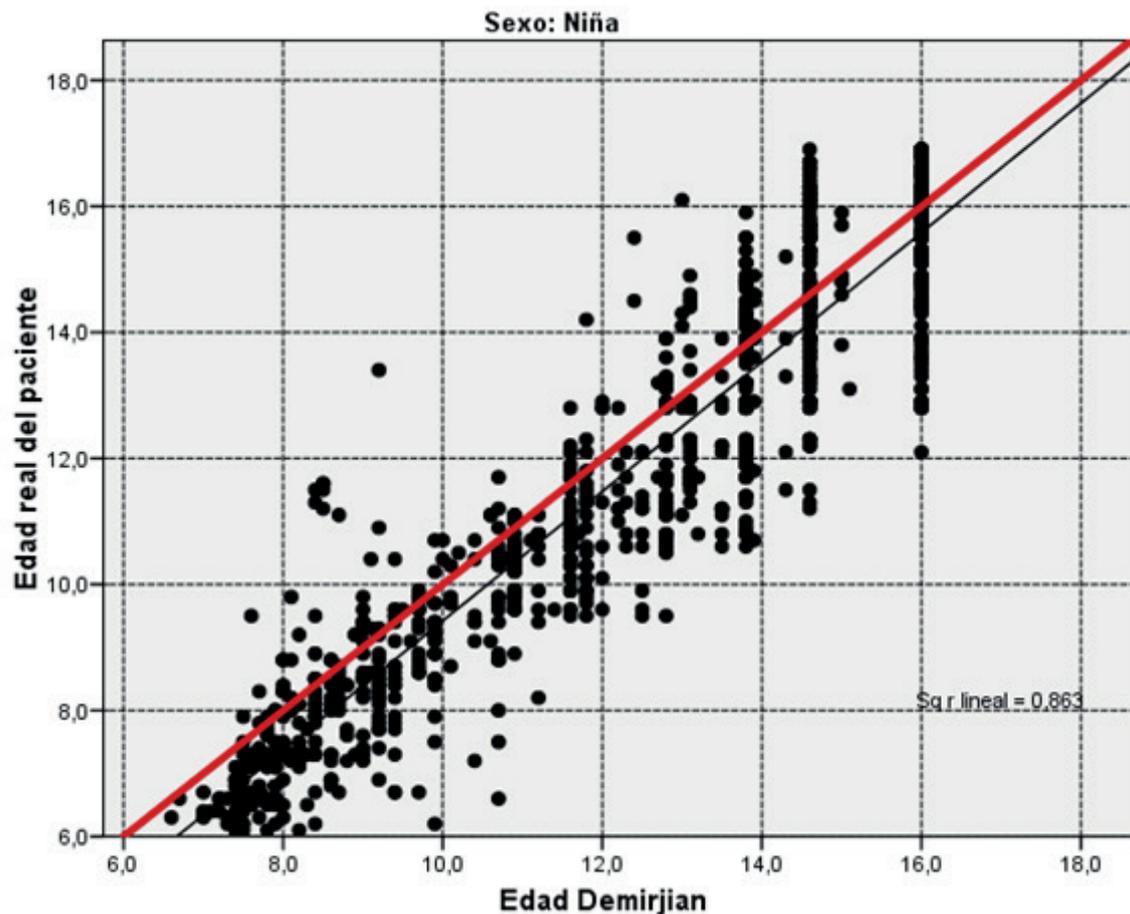


Gráfico 5

Diagrama de dispersion para las niñas.

- En niñas, el *Método de Demirjian modificado para población española* predice también una cantidad importante de la varianza de la edad real. Si en niños la capacidad de pronóstico del *Método de Demirjian modificado para población española* es del 88,8%, en niñas tenemos un coeficiente de determinación de 0,863 (se predice correctamente un 86,3% de la variabilidad de la edad de las niñas). El *Método de Demirjian* en niñas tiene una capacidad de pronóstico del 83,5%, perdiéndose un 3% respecto al método de regresión.

- La ecuación de regresión que debemos utilizar en la población de niñas españolas es: $Edad\ predicha = -0,846 + 1,027 \times EdadDemirjian$. Esta es la expresión matemática del *Método de Demirjian modificado para población española*, que simplemente nos dice qué edad debemos pronosticar para un valor de las tablas de Demirjian. Volviendo al ejemplo anterior, si una niña tiene un valor de 14 años según las tablas, la edad pronosticada para dicho niño será: $-0,846 + 1,027 \times 14 = 13,53$ años. Como se aprecia, la extrapolación directa de las tablas de Demirjian (*Método de Demirjian*) *sobreestima la edad real de la niña española*, al igual que sucede con la

muestra de niños. También se puede apreciar esto gráficamente observando que por debajo de la línea roja (*Método de Demirjian*) quedan bastantes más puntos (niñas) que por encima de la línea roja.

- Por último, la tercera conclusión que sacábamos antes para los niños también es válida para las niñas. El método se muestra más robusto en edades jóvenes que en niñas más mayores. Esto se aprecia viendo que la variabilidad entre la edad predicha por Demirjian y la edad real es mayor en niñas mayores que en niñas jóvenes. Bien es cierto, que esta tercera conclusión es más notable en niños que en niñas, pero aquí también podemos apreciar este signo.

Otra forma de analizar por qué es mejor utilizar un método corrector como el propuesto es viendo el porcentaje de niños que quedan predichos dentro de unos márgenes de error preestablecidos. En las tablas de abajo se presentan los errores cometidos en la predicción de la edad por el *método de Demirjian directo* y el *método de Demirjian Modificado para población española*. En niños el *método directo* acierta la edad de los niños con un error de \pm un año en un 68% (686 niños) mientras que el *método modificado* acierta en un 70,7% (713 niños). En niñas el porcentaje de acierto del *método directo* con un margen de \pm un año es del 60,8%, mientras que el *método modificado* logra un 63% de aciertos. Otro ejemplo: el *método directo* acertará la edad con un margen de error de \pm dos años en un 89,7% de los niños, el *método modificado* llega al 95,6%. En niñas el *método directo* acierta la edad con un margen de 89,4% de \pm dos años, mientras que el *método modificado* lo hace en un 91,2%

La distribución de las ortopantomografías acertadas según el margen de error para el *método de Demirjian directo y modificado* es el siguiente:

Artículo I. Distribución del sesgo en niños y niñas

ERROR		Sexo			
		Niño		Niña	
		N	%	N	%
<i>Método de Demirjian directo</i>	± un año	686	68,0	555	60,8
	Entre ± un año y ± dos años	219	21,7	261	28,6
	Entre ± dos años y ± tres años	82	8,1	74	8,1
	Entre ± tres años y ±cuatros años	22	2,2	23	2,5
	Total	1009	100,0	913	100,0

Tabla 12
Distribución del sesgo por sexos según Demirjian.

ERROR		Sexo			
		Niño		Niña	
		N	%	N	%
<i>Método de regresión de Demirjian</i>	± un año	713	70,7	576	63,0
	Entre ± un año y ± dos años	251	24,9	258	28,2
	Entre ± dos años y ± tres años	35	3,5	67	7,3
	Entre ± tres años y ±cuatros años	10	1,0	13	1,4
	Total	1009	100,0	914	100,0

Tabla 13
Distribución del sesgo por sexos aplicando el método de regresión.

Tablas de edad para la población española.

Según lo expuesto es mejor el *método de regresión de Demirjian*. Más que extrapolar la edad de los niños a partir de las tablas de Demirjian (método directo) es mejor utilizar un método corrector que ofrece algo más de precisión como hemos estudiado.

- Utilizando la ecuación de regresión en niños

$$\text{Edad predicha} = 0,188 + 0,935 \times \text{EdadDemirjian}$$

Vamos a poner el baremo nuevo y más exacto para población española:

EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS
3,0	12,4	6,7	46,7	10,5	92	14,2	97,6
3,1	12,9	6,8	48,3	10,6	92,2	14,3	97,7
3,2	13,5	6,9	50	10,7	92,5	14,4	97,8
3,3	14	7,0	52	10,8	92,7	14,5	97,8
3,4	14,5	7,1	54,3	10,8	92,9	14,6	97,9
3,5	15	7,2	56,8	10,9	93,1	14,7	98
3,6	15,6	7,3	59,6	11,0	93,3	14,8	98,1
3,6	16,2	7,4	62,5	11,1	93,5	14,9	98,2
3,7	17	7,5	66	11,2	93,7	15,0	98,2
3,8	17,6	7,6	69	11,3	93,9	15,1	98,3
3,9	18,2	7,7	71,6	11,4	94	15,1	98,4
4,0	18,9	7,8	73,5	11,5	94,2	-	-
4,1	19,7	7,9	75,1	11,6	94,4	-	-
4,2	20,4	7,9	76,4	11,7	94,5	-	-
4,3	21	8,0	77,7	11,8	94,6	-	-
4,4	21,7	8,1	79	11,9	94,8	-	-
4,5	22,4	8,2	80,2	12,0	95	-	-
4,6	23,1	8,3	81,2	12,1	95,1	-	-
4,7	23,8	8,4	82	12,2	95,2	-	-
4,8	24,6	8,5	82,8	12,2	95,4	-	-
4,9	25,4	8,6	83,6	12,3	95,6	-	-
5,0	26,2	8,7	84,3	12,4	95,7	-	-
5,1	27	8,8	85	12,5	95,8	-	-
5,1	27,8	8,9	85,6	12,6	95,9	-	-
5,2	28,6	9,0	86,2	12,7	96	-	-
5,3	29,5	9,1	86,7	12,8	96,1	-	-
5,4	30,3	9,2	87,2	12,9	96,2	-	-
5,5	31,1	9,3	87,7	13,0	96,3	-	-
5,6	31,8	9,4	88,2	13,1	96,4	-	-
5,7	32,6	9,4	88,6	13,2	96,5	-	-
5,8	33,6	9,5	89	13,3	96,6	-	-
5,9	34,7	9,6	89,3	13,4	96,7	-	-
6,0	35,8	9,7	89,7	13,5	96,8	-	-
6,1	36,9	9,8	90	13,6	96,9	-	-
6,2	38	9,9	90,3	13,7	97	-	-
6,3	39,2	10,0	90,6	13,7	97,1	-	-
6,4	40,6	10,1	91	13,8	97,2	-	-
6,5	42	10,2	91,3	13,9	97,3	-	-
6,5	43,6	10,3	91,6	14,0	97,4	-	-
6,6	45,1	10,4	91,8	14,1	97,5	-	-

Tabla 14

Tabla de Demirjian Adaptadas a la población española para niños.

Conviene tener en cuenta que este baremo se ha probado con edades de 6-17 años, por lo que sería conveniente validar dicho baremo con una muestra de niños cuya edad vaya de 3-6 años.

- Utilizando la ecuación de regresión en niñas

$$Edad\ predicha = 0,846 + 1,027 \times EdadDemirjian$$

Vamos a poner el baremo nuevo y más exacto para población española:

EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS	EDAD	PUNTOS
3,0	12,4	6,7	46,7	10,5	92	14,2	97,6
3,1	12,9	6,8	48,3	10,6	92,2	14,3	97,7
3,2	13,5	6,9	50	10,7	92,5	14,4	97,8
3,3	14	7,0	52	10,8	92,7	14,5	97,8
3,4	14,5	7,1	54,3	10,8	92,9	14,6	97,9
3,5	15	7,2	56,8	10,9	93,1	14,7	98
3,6	15,6	7,3	59,6	11,0	93,3	14,8	98,1
3,6	16,2	7,4	62,5	11,1	93,5	14,9	98,2
3,7	17	7,5	66	11,2	93,7	15,0	98,2
3,8	17,6	7,6	69	11,3	93,9	15,1	98,3
3,9	18,2	7,7	71,6	11,4	94	15,1	98,4
4,0	18,9	7,8	73,5	11,5	94,2	-	-
4,1	19,7	7,9	75,1	11,6	94,4	-	-
4,2	20,4	7,9	76,4	11,7	94,5	-	-
4,3	21	8,0	77,7	11,8	94,6	-	-
4,4	21,7	8,1	79	11,9	94,8	-	-
4,5	22,4	8,2	80,2	12,0	95	-	-
4,6	23,1	8,3	81,2	12,1	95,1	-	-
4,7	23,8	8,4	82	12,2	95,2	-	-
4,8	24,6	8,5	82,8	12,2	95,4	-	-
4,9	25,4	8,6	83,6	12,3	95,6	-	-
5,0	26,2	8,7	84,3	12,4	95,7	-	-
5,1	27	8,8	85	12,5	95,8	-	-
5,1	27,8	8,9	85,6	12,6	95,9	-	-
5,2	28,6	9,0	86,2	12,7	96	-	-
5,3	29,5	9,1	86,7	12,8	96,1	-	-
5,4	30,3	9,2	87,2	12,9	96,2	-	-
5,5	31,1	9,3	87,7	13,0	96,3	-	-
5,6	31,8	9,4	88,2	13,1	96,4	-	-

5,7	32,6	9,4	88,6	13,2	96,5	-	-
5,8	33,6	9,5	89	13,3	96,6	-	-
5,9	34,7	9,6	89,3	13,4	96,7	-	-
6,0	35,8	9,7	89,7	13,5	96,8	-	-
6,1	36,9	9,8	90	13,6	96,9	-	-
6,2	38	9,9	90,3	13,7	97	-	-
6,3	39,2	10,0	90,6	13,7	97,1	-	-
6,4	40,6	10,1	91	13,8	97,2	-	-
6,5	42	10,2	91,3	13,9	97,3	-	-
6,5	43,6	10,3	91,6	14,0	97,4	-	-
6,6	45,1	10,4	91,8	14,1	97,5	-	-

Tabla 15

Tabla de Demirjian adaptada a la población española para niñas.

Conviene tener en cuenta que este baremo se ha probado con edades de 6-17 años, por lo que sería conveniente validar dicho baremo con una muestra de niñas cuya edad vaya de 3-6 años.

5. DISCUSIÓN

5. Discusión.

El conocimiento y comprensión de la maduración y desarrollo de la dentición permanente es de gran utilidad en diferentes áreas. Desde el punto de vista clínico, determinar la maduración general del paciente infantil, así como la aproximación al cálculo de la edad cronológica del niño a través de la estimación de la edad dentaria, es un dato importante en el diagnóstico y planificación del tratamiento.

Otro campo de aplicación importante de los análisis para la estimación de la edad dentaria es la Odontología Legal y Forense. La solicitud de informes forenses para la determinación de la edad es de especial importancia a la hora de determinar si el sujeto que se estudia es mayor de edad (18 años en España).

Siguen realizándose estudios para identificación en medicina forense, en este proceso de devolver la identidad perdida, el médico o antropólogo forense se pueden encontrar con un cadáver, un cuerpo esqueletizado o, en algunas ocasiones, incluso con sólo un cráneo o parte de él; sea cual fuere la situación, una inspección rápida a las estructuras y condiciones dentales permitirá discriminar si se trata de un individuo adulto o subadulto (129), especialmente útil en identificación son los casos de restos donde no podemos aplicar técnicas como el análisis de ADN o la dactiloscopia por tratarse de cadáveres calcinados o muy deteriorados, donde a menudo los dientes son junto con algunos restos óseos las únicas pruebas de que se disponen.

En la actualidad no existe un método o técnica que permita determinar la edad exacta de un sujeto, todos los métodos o técnicas utilizados expresan edades en rangos, ya que en el análisis de los restos óseos, lo que se está determinando es una tendencia en torno a la cual existe un margen de variabilidad(130). Sin embargo, todos los estudios sobre estimación de edad están enfocados a disminuir o a acotar este rango.

Al estimar la edad biológica a partir de la maduración dental debe tenerse en cuenta que el desarrollo de los dientes se encuentran en estrecha dependencia con factores como el sexo, la filiación ancestral, algunas enfermedades congénitas o adquiridas y el medio ambiente donde se desarrolló el individuo (131). También deben evaluarse otros factores tales como dieta o ingesta de algunos antibióticos por parte de la madre durante la gestación (132), ya que estos parámetro pueden producir una variabilidad, tanto en el proceso de formación, como en el de erupción

dental.

A pesar de esto, se puede afirmar que la estimación de la edad a partir de las estructuras dentales es confiable, ya que el desarrollo dental se ve menos afectado que el de otros tejidos por alteraciones del desarrollo, y además la maduración de los tejidos vivos del diente ocurre de forma paralela al proceso de envejecimiento.

El grado de desarrollo de la periodontosis ha tenido poca correlación con la edad, sin embargo, algunos autores la han utilizado como una variable para su determinación (119-120, 133-139).

Por ejemplo, en estudios epidemiológicos se ha encontrado que la periodontitis aumenta en frecuencia y gravedad con la edad (138); en el método de Lamendin (136) y en el Prince y Ubelaker (137), aunque es una de las variables utilizadas en la fórmula para calcular la edad, no se le da sin embargo un valor de significación alto.

La longitud de la raíz fue uno de los parámetros utilizados por Gustafson(119); no obstante, Lamendin et al. (136) no la tomaron como un factor directamente relacionado con la edad, sino que la utilizaron para determinar los grados de la periodontitis.

Princey Ubelaker (137), en la modificación de la técnica, la han utilizado adicionándola a la fórmula, aunque con un nivel de significación muy bajo (0,05). La redistribución de los coeficientes para cada variable y la introducción de la longitud de la raíz de forma directa pueden ser posiblemente los responsables en las nuevas fórmulas de la mejora en la estimación de la edad en los sujetos mayores. Esto corrobora los estudios de Solheim y Kvaal (139), donde se demostró que al utilizar la longitud radicular como determinante de la edad, se mejora la estimación cuando se utilizan métodos de regresión múltiple.

Sin embargo, en la valoración individual de los parámetros determinantes de la edad, no se ha encontrado aquí que sea un factor dependiente de la edad.

El método de Demirjian se ha estudiado por otros investigadores para asentar la variabilidad de desarrollo dental entre poblaciones. El propio Demirjian reconoce y recomienda el desarrollo de tablas específicas de población para utilizar este método en distintas regiones (18-20).

5.1. Variabilidad poblacional.

En el estudio realizado en esta tesis encontramos una desviación media de la edad dental por el método de Demirjian con respecto a la edad cronológica de unos 7 meses para los niños y algo más de 6 meses para las niñas. Esta desviación típica va aumentando a medida que aumenta la edad del niño, signo de que las tablas de Demirjian son más precisas a edades más tempranas. Sin embargo propondremos variar el método para la población española específica.

Son muchos los autores que encuentran diferencias significativas al aplicar el método de Demirjian en poblaciones diferentes a las estudiadas por el autor.

Se ha señalado que el desarrollo dentario es más precoz en los niños de raza negra que entre los blancos (140). Davidson y Rodd, examinaron a una comunidad de 162 niños, 84 niños y 78 niñas de origen somalí y caucásicos residentes en Sheffield. Todos menores de 16 años, con una edad media de 10,55 años en el grupo de los niños y de 11,24 años para las niñas, para estudiar la diferencia entre la edad dentaria y la edad cronológica. La diferencia entre edad dentaria y edad cronológica entre los niños varones fue de 0,19 años para los caucásicos y 1,01 para los niños somalíes; en las niñas fue de 0,52 para las caucásicas por 1,22 para las somalíes. Los autores señalan así la conveniencia de desarrollar estándares específicos de desarrollo para cada población.

Olze et al (141), exponen que los niños caucásicos, por el contrario, muestran 1-2 años de adelanto en la mineralización dentaria con respecto a los de etnia mongoloide, realizaron un estudio de estimación de la edad valorando el desarrollo del tercer molar según los estados de desarrollo indicados por Demirjian. Con un total de 3652 ortopantomografías compararon 1430 sujetos alemanes, 1597 japoneses y 584 surafricanos, todos con edades conocidas entre los 12 y 26 años. Los sujetos japoneses resultaron de media ser 1-2 años mayores que sus homólogos alemanes, mientras que los surafricanos se mostraron 1-2 años mas jóvenes que los alemanes.

5.2. Conocimiento previo de la edad cronológica.

En el estudio que presentamos se evaluaron 2049 ortopantomografías, 1089 de niños y 960 de niñas, de población española y de edad conocida.

El conocimiento previo por parte de los observadores de la edad cronológica podría teóricamente condicionar la interpretación de los hallazgos radiográficos;

aunque no tenemos constancia de que este sesgo se haya investigado en la literatura especializada para el método de Demirjian en concreto, se ha confirmado que el conocimiento previo de la edad cronológica no afecta a la reproducibilidad de la estimación de la edad esquelética con otros métodos.

Berst et al (142) realizaron un estudio para investigar el impacto que tenía conocer la edad cronológica en la determinación de la edad ósea utilizando el método de Greulich y Pyle. Se seleccionaron aleatoriamente 120 pacientes de entre 2 y 20 años desde una base de datos de 657 estudios óseos recogida en 14 meses. De los 120 seleccionados se excluyeron 13 casos del estudio por falta de datos (pérdida de edad cronológica o estudios radiográficos incompletos), la muestra final se compuso de 55 varones y 52 féminas. Se interpretaron las radiografías de la mano izquierda de estos 107 pacientes por cuatro radiólogos en dos ocasiones separadas, una vez conociendo previamente la edad cronológica y otra sin conocerla. Luego se seleccionaron aleatoriamente 25 radiografías para ser reevaluadas dos veces por cada radiólogo. Cuando se conocía la edad cronológica, el coeficiente de correlación inter-observador fue de 0,954 y cuando se desconocía de 0,952. El coeficiente de correlación intra-observador fue de 0,944-0,967 cuando conocía la edad y 0,938-0,980 cuando no la conocían. Concluyeron en el estudio que el conocimiento previo de la edad cronológica no afectaba significativamente a la estimación de la edad ósea.

5.3. Disformismo sexual y origen del sujeto.

En nuestro análisis diferenciamos entre ambos sexos, si bien es cierto que algunos autores han propuesto la utilización de marcadores iguales para ambos, la mayoría de autores encuentra diferencias significativas en el desarrollo dentario entre los dos géneros.

Nolla (17), refiere que hay diferencias significativas entre ambos sexos en cuanto al tiempo requerido para completar el desarrollo dentario, y que este es mas precoz en las mujeres, por lo que en las tablas de referencia que relacionan el desarrollo dentario y la edad cronológica, se incluyó la variable de dimorfismo sexual. Con el mismo enfoque que en la propuesta inicial de Demirjian para determinar la edad dental, también se efectuó una cuantificación ponderada condicionada por el sexo del individuo problema. Posteriormente otros autores (59) también han encontrado diferencias sexuales en el estadio de calcificación dentaria. Algunos autores han intentado establecer sistemas de evaluación de la maduración dentaria comunes para ambos sexos, Willems (143) propuso unos nuevos índices de maduración

dentaria basados en el método de Demirjian específicos para población Belga pero no específicos para el género. En su estudio observó 2116 ortopantomografías, 1029 de niños y 1087 de niñas entre 3 y 16 años. En una segunda muestra de 273 ortopantomografías puso a prueba sus nuevos índices reportando mejores resultados que con las tablas originales de Demirjian.

Oros estudios sobre la traslucidez dentinaria señalan que aunque existen algunas variación de acuerdo al grupo biológico en cuanto a la erupción de los dientes, morfología y medida dental (144), Pince y Ubelaker (137) encontraron que el grupo biológico no tiene un efecto significativo en la estimación de la edad cuando se usa la fórmula de Lamendin.

Aún así, con las nuevas ecuaciones en las que se separan los individuos por sexo y tronco étnico, se disminuyó la media de error para cada grupo en los resultados del trabajo de González G. (145).

González G, realizó un estudio comparativo de las técnicas de estimación dental de Lamendin y de Prince y Ubelaker (145). Lamendin desarrollo una técnica general para la estimación de la edad para adultos cadáveres utilizando dos parámetros detalles: la periodontosis y la trasnslucidez radicular del diente (136). Prince y Ubelaker propusieron un método modificado en el que crearon una fórmula para cada sexo y para cada tipo racial, obteniendo una mayor precisión en la estimación (137). Gonzalez G., valido en su estudio cada método en una muestra 79 dientes procedentes de 45 hombres y 34 mujeres españoles de origen caucásico y propuso una nueva fórmula basada en la anterior de Prince y Ubelaker específicamente desarrollada para un grupo mestizo originario de Colombia validándola con una muestra de 78 dientes procedentes de 71 hombres y 7 mujeres, obteniendo a su vez una mayor precisión en la estimación de la edad. Los dientes para la muestra se extrajeron del alveolo, se lavaron con agua destilada durante 5 minutos con una solución de hipoclorito sódico al 0,05%, una vez secados se embolsaron. Utilizó para la medición un calibre digital con precisión de $\pm 0,02\text{mm}$, siguiendo las recomendaciones de la técnica de Lamendin. La periodontosis se definió como la distancia máxima entre la línea amelo-cementaria con la línea de anclaje de tejido blando. La longitud de la raíz como la distancia entre el ápice radicular y la línea amelo-cementaria. Estas medidas las realizó en la superficie bucal o labial de los dientes completos sin seccionar. La translucidez se midió con la ayuda de un negatoscopio desde el ápice radicular, tanto en la superficie labial como distal, registrando el valor más alto (en cambio

Lamendin, sólo valoraba la superficie labial).

5.4. Modelos de regresión y coeficientes aplicados.

En nuestra tesis, tratamos de afinar el método de Demirjian estudiando un diagrama de dispersión con los resultados obtenidos al aplicar el método con respecto a una línea que representa la edad cronológica. Así aplicamos una ecuación de regresión para cada sexo. Esto supone una mejora en el coeficiente de determinación en ambos sexos. Para los varones este coeficiente pasa del 0,843 al 0,888 al aplicar la fórmula propuesta, mientras que para las niñas el coeficiente es de 0,835 con el método original y del 0,863 con la nueva propuesta.

En la literatura se han utilizado diferentes modelos de regresión para calcular la edad dental en función de los valores de los índices de maduración dental de Nolla y Demirjian. El modelo de regresión lineal ha obtenido buenos resultados. Rózylo-Kalinowska (146) estudió la relación entre la edad dental de acuerdo con el método de Demirjian y la maduración de las vértebras cervicales en 718 niños (431 niñas y 287 niños) de Mazovia (Polonia) de entre 6 y 17 años. Para su estudio utilizó radiografías panorámicas para determinar la maduración dentaria según Demirjian y telerradiografías laterales de cráneo para los estadios de desarrollo cervical. Se hizo un análisis de regresión lineal y también estudió el índice de correlación de Pearson y Spearman, para medir la asociación entre los estadios de desarrollo cervical y los estadios de calcificación dentaria de todos los dientes que analizaron. Observó una maduración más temprana (de unos 6 meses) para cada estadio de desarrollo cervical en las niñas. La correlación entre los estadios de desarrollo dentario de Demirjian y los estadios de maduración cervical fue moderada pero estadísticamente significativa. Esta correlación era diferente para cada diente, siendo los caninos y segundos premolares los que mostraron mayor índice de correlación, tanto en niñas como en niños. Los peores resultados fueron para el incisivo central en ambos sexos.

También se ha sugerido que otras funciones, como la regresión cúbica, que pueden representar modelos predictivos más ajustados, así Teivens et al (147), sugieren emplear este modelo a la hora de crear tablas de población específicas considerando la edad cronológica como una función del grado de maduración dentaria, probablemente porque en el medio forense la edad cronológica es habitualmente desconocida.

Cruz-Landeira et al (148) tomaron 308 ortopantomografías de niños españoles

caucásicos y 200 de niños venezolanos amerindios de entre 2 y 18 años. Su propósito era estudiar la viabilidad del método de Demirjian en ambas poblaciones utilizando las tablas originales propuestas por Demirjian (que se basaban en población francocanadiense) y compararlo con los resultados que se podía obtener según los valores propuestos más recientemente por Chaillet (149) cuando el origen étnico era desconocido. Encontraron que aunque había una buena correlación entre la edad cronológica y la edad dentaria, el método de Demirjian sobreestimaba la edad en la población española utilizando ambas propuestas. La sobreestimación era mayor cuando se utilizaban las tablas de Demirjian que cuando se aplicaban los valores propuestos por Chaillet. En la población venezolana amerindia, sin embargo, el resultado fue contrario. El método de Demirjian infraestimaba la edad aplicando cualquiera de las dos tablas, siendo mayor la infraestimación para los valores propuestos por Chaillet que para los de Demirjian.

La consideración de edad dental *“ligeramente desviada”*, *“moderadamente desviada”* o *“notablemente desviada”* de los valores de la edad cronológica, es una propuesta arbitraria utilizada previamente por otros autores, que consideran “normal” una diferencia entre edad dental y cronológica de ± 3 meses. Leonelli de Moraes et al (150), evaluaron la edad dentaria de 102 pacientes con Síndrome de Down utilizando radiografías panorámicas y concluyeron que la mayoría de los pacientes (dos tercios de los que estudiaron) estaban dentro de los estadios normales de mineralización (menos de 12 meses de desviación con respecto a los valores normales).

Parece bien documentado que la variabilidad inter e intra observador es mínima cuando se realiza un entrenamiento y calibración previa. Por este motivo un único investigador analizó la totalidad de la muestra de esta tesis.

Se ha sugerido que la variabilidad interobservador podía ser significativa cuando se aplican determinadas técnicas de determinación de la edad dental. Reventlid et al. (124) estudiaron las variaciones inter e intra observador en la estimación de la edad de niños por cuatro métodos; los descritos por Gustafson y Koch (74), Liliequist y Lundberg (73), Demirjian (18) y Haavikko (15).

En un estudio de ortopantomografías de niños de 5, 6, 9 y 12 años evaluados por 13 examinadores independientes para estudiar las variaciones inter-observador, y 28 ortopantomografías se examinaron dos veces por 12 examinadores para evaluar la

variación intra-observador. No encontraron gran variación entre el primer y segundo examen (variación intra-observador), pero señalaron que distintos observadores podían diferir considerablemente para cada evaluación, por lo que es imperativo calibrar previamente a los examinadores, tal y como indicó el propio Demirjian (20). En este sentido, la gran reproducibilidad de éstas técnicas ya ha sido previamente constatada por otros autores (136).

El método de Demirjian como procedimiento para estimar la edad en el período infantil ha tenido una gran difusión y se ha aplicado en distintas poblaciones, destacando: finlandeses (151), noruegos (152), indios(153-154), ingleses (81), australianos (155), belgas (128,156), canadienses (149), brasileños (157), alemanes (158), húngaros (159), italianos, croatas, españoles (84), turcos (160), polacos (146), saudíes (161), maoríes (162), coreanos (90), iraníes (163) españoles (164). Salvo raras excepciones (145-146, 148), la mayoría de los autores coinciden en que el método de Demirjian sobreestima la edad dental (84, 132, 139-140, 142, 151). Se ha sugerido un desarrollo dentario más acelerado en las últimas décadas como motivo de este hallazgo (152-153).

Autor/Año	País de origen	Niñas	Niños	Total	Rango Edad
Nyström 1986	Finlandia	978	1002	1980	0-25
Nykänen 1998	Noruega	133	128	261	7-12
Koshy 1998	India	91	93	184	5-15
Prabhakar 2002	India	73	78	151	6-15
Liversidge 1999	Inglaterra	258	263	521	4-9
Farah 1999	Australia	760	690	1450	4-16
Willems 2001	Bélgica	1188	1217	2405	2-17
Hedge 2002	Bélgica	103	94	197	6-13
Chaillet 2004	Bélgica	1255	1268	2523	2-18
Eid 2002	Brasil	368	321	689	6-14
Leurs 2005	Alemania	225	226	451	3-17
Nyarady 2005	Hungría	102	101	203	2-17
Cameriere 2008	Italia/Croacia/ España	401	355	756	5-15
Tunc 2008	Turquía	443	457	900	4-12
Rózylo 2010	Polonia	431	287	718	6-17

Al-Emran 2008	Saudí	265	225	490	8-17
TeoMaoananui 2008	Mauritania	723	660	1383	3-14
Lee 2008	Corea Sur	1323	1383	2706	1-20
Bagherpour 2010	Iran	170	141	311	6-13
Feijoo 2012	España	525	485	1010	2-16

Tabla 16

Estudios sobre el método de Demirjian para diferentes poblaciones.

5.5. Demirjian en la población española.

Hay muy pocas referencias en la literatura sobre estimación de la maduración dental en niños españoles aplicando el índice de Demirjian; Cameriere et al (165) evaluaron algunos niños de un grupo de estudio europeo (españoles, italianos y croatas), y Bolaños et al. (80) y Prieto et al.(90) aplicaron el método de Demirjian para valorar la maduración del tercer molar en un grupo de población de niños y adolescentes españoles.

Prieto llevó a cabo un estudio transversal en población española para evaluar la capacidad de estimación de la edad cronológica basándose en los estadios de Demirjian en el tercer molar inferior. La muestra consistió en 1054 ortopantomografías de individuos españoles de edades conocidas entre los 14 y 21 años. 592 mujeres y 462 varones. Los resultados mostraron una mayor correlación para los varones que para las mujeres. La formación de la raíz ocurría también antes en los varones que en las féminas en el 5,6 y 7 estadio de Demirjian. En base a los resultados concluyen que la edad legal (18 años) en la población española se alcanza cuando el tercer molar inferior se encuentra en el estadio G de Demirjian para las mujeres y el estadio H para los hombres. No encontraron diferencias significativas entre los terceros molares inferiores derecho e izquierdo.

Posteriormente, Cruz-Landeira et al. (148) evaluaron la edad dental de 308 niños caucásicos españoles residentes en la Comunidad Autónoma de Galicia, aplicando el método de Demirjian y comprobaron que el desarrollo dentario estaba adelantado con respecto al grupo franco-canadiense del estudio original (sobrestimación media entre 0,21 y 0,88 años).

Otros autores coinciden con este resultado (148,161) y añaden las variaciones observadas entre las poblaciones objeto de estudio en el curso de casi cuatro décadas. Hay que señalar que los participantes de su serie eran todos caucásicos mientras

que los participantes del grupo analizado por Demirjian (18) eran caucásicos y amerindios.

El estudio de Diz y et al. (166) encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la edad cronológica y la edad dental estimada con el índice de Demirjian, en niñas con parálisis cerebral y síndrome de Down, en la misma línea que los autores citados anteriormente y que han estudiado la población española, por lo que tampoco recomendaban éste método en su versión original (Demirjian et al, 1973) para efectuar estimaciones de edad dental en individuos españoles.

Anteriormente, otros autores (109,134,136,141,148,151), destacaron que para estimar la edad dental de un colectivo determinado era imprescindible disponer de un referente específico de su comunidad, incorporando para ello factores de corrección al índice clásico de Demirjian, que en la mayoría de los artículos publicados se integran en un modelo de regresión (133-136).

5.6. Predictibilidad.

Mientras que Demirjian informó de una posibilidad de error de hasta 3 años entre los percentiles 3 y 97, otros autores encuentran índices de predicción superiores (18-20).

Hägg y Matsson en 1985 encontraron una predictibilidad de la edad del 95% para un intervalo de confianza de ± 2 años. También señalan que los índices de correlación entre investigadores pre-calibrados referidos en otros estudios son buenos. Hägg y Matsson, encuentran sólo una variabilidad de 1,4 meses inter-observador y 0,6 meses intra-observador (64).

Otros estudios reportan similares resultados (100,149,152).

Tineo F. et al. (69), estudiaron si la combinación de la edad ósea calculada mediante el método de Greulich y Pyle, y la edad dental estimada empleando el método de Demirjian en una ecuación de regresión múltiple era más precisa y eficaz en la predicción de la edad cronológica en niños de edad escolar. Se seleccionó una muestra de 30 individuos, 16 niñas y 14 niños, sin enfermedades sistémicas y con medidas de talla y peso de acuerdo a su edad y sexo. Se realizó la estimación de la edad ósea mediante el método de Greulich y Pyle y la estimación de la edad dental empleando el método de Demirjian. La edad ósea fue 0,5 años menor que la edad

cronológica real. Hubo una sobreestimación de 0,9 años de edad dental con respecto a la edad cronológica y la edad dental fue 1,5 años mayor que la edad ósea. Tineo et al (106) obtuvieron una fuerte correlación positiva entre la edad cronológica y la edad dental, y entre la edad cronológica y la edad ósea, independientemente del sexo. Sugieren que la combinación del estudio de edad dental y edad ósea incrementa la precisión para el cálculo de la edad cronológica.

Loevy H.T. (167), estudió la maduración dental en 1.085 niños entre 2 y 15 años de origen negro y latino. Encontró madurez más avanzada para la edad cronológica en dicha muestra, con relación los niños francocanadienses.

Nykannen R. et al. (152) estudiaron la validez del método de Demirjian en una población de 261 niños noruegos de entre 5,5 y 12,5 años. Hallaron una discrepancia entre la edad estimada y la edad cronológica real, con una diferencia media de 0,17-0,33 en los niños y 0,02-0,48 en las niñas. Señala también que esta discrepancia era mayor a los 9,5 años para las niñas y 12,5 para los niños. En este estudio sin embargo, se encontró una mayor discrepancia a los 11 años para las niñas y a los 7 años para los niños, lo que contradice en parte la tesis de que el método es menos preciso en los grupos de mayor edad con respecto a los más tempranos.

También Koshy S. y Tandon S. (153), obtienen una sobreestimación de 3,04 en los niños y de 2,82 años en niñas para una población del Sur de la India con edades entre los 5 y los 15 años. Estos autores también reportan mayor discrepancia en los grupos de mayor edad (12-15 años).

Feijó G. (164), en una muestra de 1010 niños de la Comunidad de Madrid, encuentra que la edad media estimada utilizando el método Demirjian fue superior a la edad cronológica legal de la muestra en todos los grupos de edad en los niños y en las niñas, a excepción de las niñas entre 3 y 4 años, así como aquellas entre 15 y 16 años. En niños la diferencia promedio entre edad cronológica y edad estimada fue de 0,87 años siendo las diferencias estadísticamente significativas en todos los grupos de edad, excepto en los niños entre 13 y 14 años. En las niñas esta diferencia promedio fue de 0,55 años, en este caso se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todos los grupos de edad, a excepción de las niñas entre los 3 y los 4 años y entre los 13 y los 16 años de edad cronológica.

En cuanto a la sensibilidad en el desarrollo, Liversidge HM, Speechly T, Hector

MP (79), demostraron que la dentición es menos sensible a los factores fisiológicos, nutricionales y endocrinos, al compararla con el esqueleto.

Algunos estudios señalan que la combinación de variables de edad ósea y edad dental supone una mejoría significativa en la predicción de la edad cronológica en una población de inmigrantes de origen marroquí, minimizando el número de errores éticamente inaceptables de la prueba pericial (69,168).

Tineo F. et al (107) también encuentran correlación entre el desarrollo óseo y dental.

Con respecto al dimorfismo sexual los datos obtenidos en este estudio, señalan que la desviación media y la predictibilidad es parecida en ambos grupos. La similitud entre los resultados de ambos grupos puede deberse a las variables entre sexos propuestas en las tablas de conversión de Demirjian.

Se ha demostrado que las hembras son más adelantadas en el desarrollo dental en un 53% de los casos (20).

5.7. Consideraciones legales.

Cuando en 1992 se publicó la L.O. 4/1992, de 5 de junio, reformadora del procedimiento y la competencia de los Juzgados de menores se afirmó que era un texto que nacía con vocación de reforma urgente y provisional y que el sistema de justicia de menores español debía ser inmediatamente reformado. Sin embargo, esa provisionalidad se mantuvo en el tiempo y el sistema permaneció inalterable durante 8 años más.

A comienzos del año 2000 cuando se publicó la LO 5/2000 de 12 de enero, reguladora de la responsabilidad penal de los menores (LORPM) todo el mundo se felicitó por contar ya con ese texto definitivo que habría de devolver la estabilidad a un ámbito crucial dentro de la política-criminal del país y que se presentaba con una absoluta vocación de permanencia. Sin embargo, el año en el que se celebran los cinco años de vigencia de la Ley, se ultima la que es ya la cuarta reforma que el sistema de justicia de menores español ha sufrido desde entonces.

La LO 5/2000, reguladora de la responsabilidad penal de los menores obliga a las comunidades autónomas a asumir la responsabilidad de responder a los menores

de entre 14 y 17 años pero también a dar una respuesta preventiva a los menores de 14 años que declinan. Se propuso que los menores de 14 años serían atendidos por los servicios de Protección de la Infancia; aunque este organismo hasta la ahora funciona con las directrices propias de desprotección de la infancia y de abandono de la familia y no sobre casos de riesgo social.

Para el diseño de un sistema de responsabilidad penal de los menores, determinar los límites de edad es una de las opciones de política criminal más importante (169).

La LO 5/2000, reguladora de la competencia de la justicia de menores en la comisión de delitos o faltas por las personas menores de 18 y mayores de 14 años de edad (artículo 1.1.). Con esta decisión la LO 5/2000 se eleva el límite máximo de edad de la responsabilidad penal de los 16 a los 18 años, afectando también al límite mínimo para exigir responsabilidad juvenil que estaba en los 12 y pasa a los 14 años.

Mientras que el acuerdo para elevar el límite penal ordinario a los 18 años se alcanzó sin presentar mayores dificultades, la determinación para marcar el límite inferior estuvo rodeada de más discrepancias y propuestas. De hecho la edad que se adoptó inicialmente fueron los 13 años y no los 14.

Con la firma de Tratados internacionales, en especial con la CDN, la elevación a los 18 años de edad del límite de edad de responsabilidad era una cuestión impostergable. Este compromiso lo habían tomado todos los grupos de la Cámara de Moción del Congreso de los Diputados de 1994 y una previsión que el Código Penal había acogido en su regulación (artículo 19) que había quedado pendiente de su regulación a partir de la aprobación de una ley que regulara la responsabilidad penal de los menores. Esta decisión tiene detrás importantes razones de política criminal.

Así el legislador del 2000 indicó:

A. Que se trataba de una exigencia de la Convención de los Derechos de los Niños. En concreto, la Convención de los Derechos de los Niños (artículo 40.3) reclama que los Estados establezcan “una edad mínima antes de la cual se presumirá que los niños no tienen capacidad para infringir la leyes penales”

B. Que los delitos cometidos por menores antes de los catorce años son poco graves.

C. Que se trata de una delincuencia relativamente escasa, y sobre todo

D. Que esos menores pueden encontrar una respuesta igualmente adecuada en el contexto familiar y administrativo de la Protección de la Infancia.

Para Bernuz MJ¹⁷⁰ et al consideran que el binomio minoría-mayoría de edad penal no se debe establecer en base a la poca importancia (cuantitativa y cualitativa) de los delitos. En su opinión no parece conveniente que los menores entren en instancias de control formal por debajo de cierta edad fijada según la tolerancia que marca la sociedad. Aunque hacen mención a no olvidar la atención de hábitos delictivos en los menores de 14 años, a los cuales se refiere una intervención educativa intensa para evitar la consolidación de una carrera delictiva.

Criminología del desarrollo

Se han propuesto diferentes teorías en la criminología del desarrollo ya que las carreras o trayectorias delictivas criminales son variadas. Estas teorías tienen en cuenta distintos factores tales como:

- La edad del infractor en el inicio del crimen.
- El nivel de participación y la frecuencia con que se delinque
- La duración de la infracción y
- El desistimiento de la delincuencia

Bernuz MJ. et al, valoraron las medidas desarrolladas por las instituciones de tres comunidades autónomas españolas: Aragón, Andalucía y Castilla la Mancha, estudiando el 25% de los expedientes delictivos de menores durante el año 2004, y entrevistando a expertos del ámbito jurídico y social que trabajaba con esta población infantil.

La LO 5/2000 establece expresamente en su artículo 3 que cuando un menor de 14 años cometa una infracción penal: *“no se le exigirá responsabilidad con arreglo a la presente ley, sino que se le aplicará lo dispuesto en las normas sobre protección de menores previstas en el Código civil y demás disposiciones vigentes. El Ministerio Fiscal deberá remitir a la entidad pública de protección de menores testimonio de los particulares que considere precisos respecto al menor, a fin de valorar su situación, y dicha entidad habrá de promover las medidas de protección adecuadas a las circunstancias de aquél conforme a lo dispuesto en la LO 1/1996, de 15 de enero”*.

Por su parte, el RD 1774/2004, de 30 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la LO 5/2000, aclara en su artículo 8.7 que cuando se remite un

menor desde las instancias jurisdiccionales a las instancias de protección “será dicha entidad la competente para valorar la situación y decidir si se ha de adoptar alguna medida conforme a las normas del Código Civil y la legislación de protección de menores”. De manera que la última palabra sobre si es preciso intervenir o no la tienen las instituciones de Protección de la Infancia.

En la siguiente tabla se muestra como antes de la entrada en vigor de la LO 5/2000 los menores de 14 años que delinquían eran más numerosos que después. Hay que reseñar que durante el año 2000 estaba todavía en vigor la minoría de edad penal a los 12 años. Este dato también podría reflejar la influencia que tienen los agentes de control formal en la conformación de la delincuencia oficial, ya que precisamente en el año 2000 el número de menores de 14 años detenidos duplica, e incluso triplica, los de años posteriores. En ese sentido, podemos concluir que a buen seguro después de la entrada en vigor de la LO 5/2000 “*las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado dejan de controlar tan férreamente la actividad de los menores de 14 años para prestar atención a los jóvenes de 14 y 15*”. Y ello aunque en general podamos notar una ‘inadvertida’ disminución de toda la delincuencia de los menores de 18 años.

Año	-14 años	14-15 años	16-17 años	Total
2000	2.785	7.722	16.610	27.127
2001	1.199	9.390	15.915	26.504
2002	971	9.314	16.385	26.670
2003	907	8.600	14.802	24.309
2004	761	8.244	14.879	23.884
2005	896	8.244	14.879	23.884

Tabla 17

Numero de menores que delinquen entre 2000 y 2005. (170)

La Sala de lo Civil del Tribunal Supremo estudió en el pleno que tuvo lugar el 14 de julio de 2014 que tipo de protección se debía conceder a los menores extranjeros documentados pero en situación irregular en España, y adelantó, a través de una nota de prensa, la doctrina jurisprudencial aplicable.

Las sentencias de la Sala, en las que se resuelven los casos de una ciudadana

de Ghana y un ciudadano de Guinea Conakry, han sido dictadas con fecha 23 y 24 de septiembre de 2014, respectivamente. En ellas se reitera como doctrina jurisprudencial que *“el inmigrante de cuyo pasaporte o documento equivalente de identidad se desprenda su minoría de edad no puede ser considerado un extranjero indocumentado para ser sometido a pruebas complementarias de determinación de su edad, pues no cabe cuestionar sin una justificación razonable por qué se realizan tales pruebas cuando se dispone de un pasaporte válido”*.

El magistrado Seijas Quintana fue el encargado de dictar ambas sentencias. Estas sentencias se basan en la primacía del interés del menor como principio rector de los Estados miembros de la Unión Europea en materia de políticas de inmigración, tal y como recoge la resolución del Parlamento Europeo de 12 de septiembre de 2013.

La Sala resuelve así las diferencias de interpretación existentes entre distintas Audiencias Provinciales en relación con el artículo 35 de la Ley de Extranjería. Este artículo permite, acudir a las pruebas necesarias para determinar la edad, en los casos en los que esta no pueda ser establecida con seguridad. Por ejemplo, cuando un ciudadano presenta un pasaporte extranjero que indica una minoría de edad no correspondiente con su apariencia física, se podía acudir a este tipo de pruebas, de manera que si el informe médico forense determinaba su mayoría de edad, los servicios autonómicos de protección del menor cesaban en el ejercicio de las funciones tutelares asumidas.

Las resoluciones de los servicios autonómicos denegando la protección fueron impugnadas ante los Tribunales, acordando finalmente que debía atenderse a la edad manifestada en el pasaporte en algunos casos y, en otros casos, que debía atenderse al informe del médico forense.

Ahora, el pleno de la Sala Primera, afirma que el pasaporte es un documento de validez internacional que facilita la entrada y salida en Estados distintos al de origen, y señala que su validez depende de los requisitos del país de origen y de los convenios internacionales suscritos por España, debiendo contener datos suficientes para la determinación de la identidad y nacionalidad del titular. En los casos en los que el extranjero es menor conforme al pasaporte, debe ponerse a este a disposición de los servicios de protección del menor, sin que proceda la realización de pruebas, al no tratarse de un ciudadano indocumentado.

Para aquellos casos en los que se tengan dudas de la autenticidad del pasaporte, será labor de los Tribunales realizar un juicio de proporcionalidad sobre los motivos por los que se considera que el documento no es legal y que por ello se debe acudir a las pruebas de determinación de la edad, teniendo en cuenta además que cualquier duda sobre la apariencia física debe resolverse a favor del menor.

En cualquier caso, tanto si son casos de personas documentadas como indocumentadas, estas sentencias del pleno de la Sala subrayan en que las técnicas médicas, especialmente si no son invasivas, no se pueden aplicar de forma indiscriminada para realizar pruebas de determinación de la edad.

Informe sobre la determinación de la edad en menores inmigrantes no acompañados, en virtud de convenio de colaboración suscrito entre la Fundación Raíces y la Fundación del Consejo General de la Abogacía Española.

Las dos pruebas óseas que más se emplean en España son: el Atlas de Greulich Pyle y el método Tunner Whitehouse (41). En ambas se utiliza la radiografía de la mano izquierda de los menores

La maduración ósea es un reflejo fiel de la edad biológica del niño. En ella se valora la transformación progresiva de los huesos de la mano y muñeca. Se debe tener en cuenta, que la aplicación de esta prueba sola no permite determinar resultados fiables del todo.

En el caso de Greulich, se compara la evolución de sus hueso con unos patrones que Greulich - Pyle estudiaron en 1959 para una población caucásica y anglosajona. En cuanto al método Tunner, se analiza el grado de desarrollo en veinte puntos concretos de los huesos de la mano y muñeca.

La queja mayoritaria de los médicos forenses, organizaciones y asociaciones para la defensa de los menores extranjeros y para la propia Fundación Raíces, en cuanto a la aplicación de ambos métodos, es que ambos métodos son demasiado subjetivos. También señala que se dejan fuera otras pruebas, como un examen dental de Dermijian, o la prueba que observa el desarrollo del tercer molar (muela del juicio) para calcular la edad. Además de una exploración física (estudio antropométrico: peso, talla, constitución, madurez sexual, identificación de patologías que alteren el desarrollo), la osificación del cartílago costal de la clavícula en relación con la edad igual o superior a 21 años, proponiéndose lo mismo para la 1ª costilla, a fin

de comprobar los signos de pubertad, además de efectuar una entrevista personal, entre otros.

Aunque este método presenta poca fiabilidad y de la denuncia de la utilización del mismo, las Administraciones Públicas siguen haciendo caso omiso a quienes plantean que tal prueba no es ajustada, sobre todo porque están en juego cuestiones muy importantes y de gran trascendencia tales como la naturaleza y habilitación del individuo por parte del médico o la institución sanitaria que realiza dicha prueba, ya que de la determinación de la minoría de edad o no depende el estatus que recibirá a partir de dicha prueba el joven, y por tanto también su acogida o no por los servicios públicos de protección de menores. Es decir, la edad va a ser determinante en el futuro tratamiento jurídico de la persona.

Conclusiones del informe Raíces.

- Son muchos los casos de jóvenes que portaban documentación válida que acreditaba su minoría de edad, a los que se les ha practicado las pruebas para determinación de la edad en España, contraviniendo así los términos y el procedimiento establecidos por la ley vigente (artículo 35.1 de la Ley Orgánica 4/2000).

- Las Administraciones públicas han dado mayor validez a los resultados de las pruebas médicas de determinación de la edad que a la documentación considerada válida que portaban los menores.

- Algunas autoridades españolas no han validado de forma arbitraria la validez de pasaportes emitidos por países con representación diplomática en nuestro país aún habiendo certificado su autenticidad.

- Las dudas sobre la veracidad de los datos que constan en los pasaportes legales se producen mayoritariamente cuando se refieren a menores no acompañados procedentes de Marruecos y el África subsahariana y no respecto a los demás nacionales de estos países. Es decir, sufren esta discriminación sólo por estar solos.

- La decisión definitiva sobre la edad del joven, la que viene determinando si es mayor o menor de edad, la establece en España la Fiscalía mediante Decretos, que, según sostienen algunos, no son recurribles de forma directa, con los devastadores efectos sobre los menores que eso conlleva.

- Los decretos de determinación de edad violentan el artículo 15 de la Constitución y el artículo 37 de la Convención de los Derechos del Niño ya que atentan contra la dignidad del menor, y revelan, en este sentido, un trato degradante hacia ellos en nuestro país.

- Las consecuencias de estas malas prácticas por parte de las Administraciones, son que a los menores inmigrantes no acompañados se le excluye del acceso al sistema de protección en igualdad de condiciones que el resto de menores en situación de desamparo (españoles o extranjeros menores de edad documentados), condenándoles a vivir nuevamente en la calle, lo que afecta tanto a nivel emocional y psíquico como a su identidad e integridad física.

6. CONCLUSIONES

6. Conclusiones.

1. El método de Demirjian es probablemente el más utilizado para la estimación de la edad a través del estudio del desarrollo dental.

2. El método de Demirjian puede ser eficaz en la estimación de la edad, siempre y cuando se disponga de tablas adecuadas a la población que se estudia.

3. La edad determinada a partir de las tablas de Demirjian para la muestra seleccionada es mejorable para población española. El Método de Demirjian modificado para población española, obtiene mejoras de 3 a 4% en los pronósticos de la edad.

4. La edad estimada en nuestra muestra estaba significativamente adelantada en relación a la edad cronológica, tanto en niños como en niñas; siendo este adelanto mayor en los niños (0,62 años) que en las niñas (0,52 años).

5. En base a lo anterior, se proponen las tablas de puntuación específicas que permitan la utilización del método de Demirjian para el cálculo de la edad dentaria en nuestra población.

6. Es un método sencillo y económico.

7. Es un método reproducible.

8. Es posible combinar métodos de estimación dentales y óseos para mejorar los resultados de estimación de la edad.

7. BIBLIOGRAFÍA

7. Bibliografía.

1. González J. *Iniciación a la historia de la odontología forense (Primera parte)*. *Gaceta Dental* 2007a; 178.
2. González J. *Iniciación a la historia de la odontología forense (Segunda parte)*. *Gaceta Dental* 2007b; 179.
3. González J. *Iniciación a la historia de la odontología forense (Final)*. *Gaceta Dental* 2007c; 180.
4. Moya V, Roldán B, Sanchez JA. *Odontología Legal y Forense*. Ed Masson, Barcelona; 1994.
5. López J, Prieto L, López P. *Investigación de víctimas en desastres. Aplicación a la odontología forense*. Bellisco Ediciones Técnicas y Científicas, Madrid; 2002.
6. Roldán B, Santamaría J. *La responsabilidad profesional en la prótesis dental*. Ed Sanpe Consultores, Madrid; 1997.
7. Roldan B, Perea B. *El consentimiento informado en la práctica médica*. Universidad Complutense de Madrid, SKB (Smith KlineBeecham) Madrid; 1996: 5.
8. Sweet D. *Por qué es necesario un odontólogo para la identificación*. *Clin Odont North Amer* 2001; 2: 245-57.
9. Toribio LR, Castillo E, Alemán CM. *Estimación de la edad por los terceros molares en subadultos y adultos jóvenes*. *Revista Cubana de Estomatología* 1995; 32: 77-84.
10. Rodríguez CD. *La antropología dental y su importancia en el estudio de los grupos humanos prehispanicos*. *Revista de Antropología experimental* 2004; 4: 1-7.
11. Barbería E. *Contribución al estudio de la maduración y erupción dentaria en los niños españoles*. Proyecto de Investigación para Cátedra. Universidad Complutense de Madrid, Madrid; 1989.
12. Prahl-Andersen BP, Van der Linden F. *The estimation of dental age*. *Trans Eur Orthod Soc* 1972; 48: 535-41.
13. Logan WH, Kronfeld R. *Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age of fifteen years*. *J Am Dent Assoc* 1933; 20: 379-427.
14. Gat H, Sarnat H, Bjovatuk, Dayan D. *Dental age evaluation*. *Clin Preven Dent* 1984; 6: 18-22.

15. Haavikko K. *Correlation between the root resorption of deciduous teeth and the formation of the corresponding permanent teeth. Proc Finn Dent Soc 1973; 69: 191-201.*
16. Filipsson R, Hall K. *Correlation between dental maturity, height development and sexual maturation in normal girls. Ann Human Biol 1975; 3: 205-10.*
17. Nolla CM. *The development of the permanent teeth. Journal of Dentistry for Children 1960; 27: 254-66.*
18. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. *A new system of dental age assessment. Human Biology 1973; 45: 211-27.*
19. Demirjian A. *New systems for dental maturity based on seven and four teeth. Annals of Human Biology 1976; 3: 411-21.*
20. Demirjian A, Levesque F. *Sexual differences in dental development and prediction of emergence. J Dent Res 1980; 59: 1110-22.*
21. Garn SM, Lewis AB. *Relationship between the sequence of calcification of the mandibular molar and premolar teeth. J Dent Res 1956; 35: 555-61.*
22. Garn SM, Lewis AB. *Relationship between the sequence of calcification and the sequence of eruption of the mandibular molar and premolar teeth. J Dent Res 1957; 36: 992-5.*
23. Garn SM, Lewis AB, Koski K, Polascheck DL. *The sex difference in tooth calcification. J Dent Res 1958; 37: 561-7.*
24. Garn SM, Lewis AB, Polascheck DL. *Variability of tooth formation. J Dent Res 1959; 38: 135-48.*
25. Knott VB, Meredith HV. *Statistics on eruption of the permanent dentition from serial data for North American white children. Angle Orthod 1962; 36: 68-79.*
26. Grön AM. *Prediction of tooth emergence. J Dent Res 1962; 41: 473-85.*
27. Proy E, Sempé M, Ajacques JC. *Etudes compare des maturations dentaires et squelettique chez des enfants et adolescents français. Rev Orthop Dento Faciale 1981; 15: 309-20.*
28. Gray SW, Lamons FP. *Skeletal development and tooth eruption in Atlanta children. Am J Orthod 1959; 45: 272-7.*
29. Maj G, Bassani S, Menini G, Zannini O. *Studies on the eruption of permanent teeth in children with normal occlusion and with malocclusion. Rep Congr Eur Orthod Soc 1964; 40: 107-30.*

30. Hurme VO. *Ranges of normally in the eruption of permanent teeth. ASDC J Dent Child* 1940; 16: 11-5.
31. Feasby WH. *A radiographic study of dental eruption. Am J Orthod* 1981; 80: 557-60.
32. Sturdivan JE, Knott VB, Meredith HV. *Interrelations from serial data for eruption of the permanent dentition. Angle Orthod* 1962; 32: 1-13.
33. Nanda RS. *Eruption of human teeth. Am J Orthod* 1960; 46: 363-78.
34. Moorrees CF. *Normal variation in dental development determined with reference to tooth eruption status. J Dent Res* 1965; 44: 161-73.
35. Moorrees CF, Fanning E, Hunt E. *Age formation stages for ten permanent teeth. Journal of Dental Research* 1963; 42: 1490-502.
36. Moorrees CF, Gron AM, Le Bret LM, Yen PK, Fröhlich FJ. *Growth studies of the dentition: a review. Am J Orthod* 1969; 55: 600-16.
37. Moorrees CF, Kent RL. *Patterns of dental maturation. Monograph 7, The biology of occlusal development* 1977; march: 25-41.
38. Moorrees CF, Le Bret LM. *Changes in the natural dentition after second molar emergence. Am J Orthod* 1980; 78: 339-40.
39. Posen AL. *The effect of premature loss of deciduous molars on premolar eruption. Angle Orthod* 1965; 35: 249-52.
40. Rönnerman A. *The effect of early loss of primary molars on tooth eruption and space conditions a longitudinal study. Acta Odontol Scand* 1977; 35: 229-39.
41. Sleichter GG. *The influence of premature loss of deciduous molars and the eruption of their successors. Angle Orthod* 1963; 33: 279-83.
42. Fanning EA. *A longitudinal study of tooth formation and root resorption. N Z Dent J* 1961; 57: 202-17.
43. Fanning EA. *Effect of extraction of deciduous molars on the formation and eruption of their successors. Angle Orthod* 1962; 32: 44-53.
44. Giles NB, Knott VB, Meredith HV. *Increase in intraoral height of selected permanent teeth during the quadrennium following gingival emergence. Angle Orthod* 1963; 33: 195-206.
45. Filipsson R, Hall K, Lindsten J. *Dental maturity as a measure of somatic development in children. Adv Metab Disord* 1978; 9: 425-51.

46. Tanner JM. *The measurement of maturity*. *Trans Eur Orthod Soc* 1975; 45-60.
47. Garn SM, Silvermann FN, Rohmann CG. *A rational approach to the assessment of skeletal maturation*. *Ann Radiol* 1964; 7: 297-307.
48. Spier L. *The growth of boys: dentition and stature*. *Am J Anthropol* 1918; 20: 37-48.
49. Salzmana JA. *General growth acceleration and retardation in relation to dentofacial development*. *Am J Orthod* 1954; 40: 243-58.
50. Bambha JK, Van Natta P. *A longitudinal study of occlusion and tooth eruption in relation to skeletal maturation*. *Am J Orthod* 1959; 45: 847-55.
51. Bambha JK, Denver MS. *Longitudinal cephalometric roentgenographic study of face and cranium in relation to body height*. *J Am Dent Assoc* 1961; 63: 776-99.
52. Anderson DL, Tompson GW, Popovich F. *Interrelationship of dental maturity, skeletal maturity, height and weight from age 4 to 14 years*. *Growth* 1975; 39: 453-62.
53. Lamons FF, Gray SW. *A study of the relationship between tooth eruption age, skeletal development age, and chronological age in sixty-one Atlanta children*. *Am J Orthod* 1958; 44: 687-91.
54. Hunt EE, Gleiser I. *The estimation of age and sex of preadolescence children from bones and teeth*. *Am J Phys Anthropol* 1955; 40: 479-87.
55. Green U. *The interrelationships among height, weight and chronological, dental and skeletal ages*. *Angle Orthod* 1961; 31: 189-93.
56. Chertkow S, Fatti P. *The relationship between tooth mineralization and early radiographic evidence of the ulnar sesamoid*. *Angle Orthod* 1979; 49: 282-8.
57. Gupta DS. *The relationship between skeletal maturation malocclusion, and dentition*. *Aust Dent J* 1976; 21: 217-20.
58. Lauterstein AM. *A cross-sectional study in dental development and skeletal age*. *J Am Dent Assoc* 1961; 62: 161-7.
59. Chertkow T. *Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt*. *Am J Orthod* 1980; 77: 79-91.
60. Hägg U, Taranger J. *Menarche and voice change as indicators of the pubertal growth spurt*. *Acta Odontol Scand* 1980; 38: 179-86.
61. Hägg U, Taranger J. *Dental emergence stages and the pubertal growth spurt*. *Acta Odontol Scand* 1981; 39: 295-306.

62. Hägg U, Taranger J. Maturation indicator and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod* 1982; 299-309.
63. Hägg U, Taranger J. Dental development assessed by tooth counts and its correlation to somatic development during puberty. *Eur J Orthod* 1984; 55-64.
64. Hägg U, Matsson L. Dental maturity as an indicator of chronological age: the accuracy and precision of three methods. *European Journal of Orthodontics* 1985; 7: 25-34.
65. Marshall D. Radiographic correlation of hand, wrist, and tooth development. *Dent Radiogr Photogr* 1976; 49: 51-72
66. Barbería E. Erupción dentaria. Prevención y tratamiento de sus alteraciones. *Pediatr Integral* 2001; 6: 229-40.
67. Matsikidis G, Schultz P. Age determination by dentition with the aid of dental films. *Zahnärztl Mitt* 1982; 72: 2524, 2527-8.
68. Schour I, Massler M. The Development of the Human Dentition. *Journal of the American Dental Association* 1941; 28: 1153-60.
69. Gleiser I, Hunt E. The permanent first molar: its calcification, eruption and decay. *American Journal of Physical Anthropology* 1955; 13: 253-81.
70. Fanning EA. Primary and permanent tooth development. *Australian Dental Journal* 1971; 16: 41-3.
71. Wolanski N. A new method for the evaluation of tooth formation. *Acta Genetica et Statistica Medica* 1966; 16: 186-97.
72. Calonius PE, Liunin M, Stout F. Histologic criteria for age estimation of the developing human dentition. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* 1970; 29: 869-76.
73. Liliequist B, Lundberg M. Skeletal and tooth development, a methodologic investigation. *Acta Radiologica* 1971; 11: 97-112.
74. Gustafson G, Koch G. Age estimation up to 16 years-of-age based on dental development. *Odontologisk Revy* 1974; 25: 297-306.
75. Anderson DL, Thompson GW, Popovich F. Age of attainment of mineralization stages of the permanent dentition. *Journal of Forensic Sciences* 1976; 21:191-200.
76. Ciapparelli L. An assessment of dental age in Essex school children using panoramic radiographs with forensic application. *Diploma in Forensic Odontology, London Hospital Medical College, London; 1985.*

77. Ciapparelli L. *The chronology of dental development and age assessment*. In DH Clark (ed.): *Practical Forensic Odontology*. Oxford: Wright 1992; 22-42.
78. Mörnstad H, Staaf V, Welander U. *Age estimation with the aid of tooth development: a new method based on objective measurements*. *Scandinavian Journal of Dental Research* 1994; 102: 137-43.
79. Liversidge HM, Speechly T, Hector MP. *Dental maturation in British children: are Demirjian's standards applicable?*. *J Paediatr Dent* 1990; 9: 263-9.
80. Liversidge HM, Dean MC, Molleson TI. *Increasing human tooth length between birth and 5.4 years*. *American Journal of Physical Anthropology* 1993; 90: 307-13.
81. Liversidge HM, Molleson TI. *Developing permanent tooth length as an estimate of age*. *Journal of Forensic Sciences* 1999; 44: 917-20.
82. Carlos JP, Gittelsohn AM. *Longitudinal Studies of the Natural History of Caries. I. Eruption Patterns of the Permanent Teeth*. *J Dent Res* 1965; 44: 509-16.
83. Shumaker DB. *A Comparison of Chronologic Age and Physiologic Age as Predictors of Tooth Eruption*. *Am J Orthodont* 1974; 66: 50-7.
84. Carr LM. *Eruption ages of permanent teeth*. *Australian Dental Journal* 1962; 7: 367-73.
85. Hillson S. *Dental Anthropology*. New York: Cambridge University Press; 1996.
86. Mincer HH, Harris EF, Berryman HE. *The ABFO study of third molar development and its use as an estimator of chronological age*. *Journal of Forensic Science* 1993; 38: 379-90.
87. Olze A, Taniguchi M, Schmeling A, Zhu BL, Yamada Y, Maeda H, Geserick G. *Comparative study of the chronology of third molar mineralization in a Japanese and a German population*. *Legal Medicine* 2003; 5: 256-60.
88. Gorgani N, Sullivan RE, Dubois L. *A radiographic investigation of third molar development*. *Journal of Dentistry for Children* 1990; 57: 106-10.
89. Blankenship JA, Mincer HH, Anderson KM, Woods MA, Burton EL. *Third molar development in the estimation of chronologic age in American blacks as compared with whites*. *J Forensic Sci* 2007; 52: 428-33.
90. Prieto JL, Barberia E, Ortega R, Magaña C. *Evaluation of chronological age based on third molar development in the Spanish population*. *International Journal of Legal Medicine* 2005; 119: 349-54.

91. Gustafson G. Age determination on teeth. *Journal of the American Dental Association* 1959; 41: 45-54.
92. Miles AEW. Dentition in the estimation of age. *Journal of Dental Research* 1963; 42:255-63.
93. Burns KR, Maples WR. Estimation of age from individual adult teeth. *Journal of Forensic Sciences* 1976; 21: 343-56.
94. Nkhumeleni FS, Raubenheimer EJ, Monteith BD. Gustafson's Method for age determination, revised. *Journal of Forensic Odontostomatol* 1989; 7: 13-6.
95. Lucy D, Pollard AM. Further comments on the estimation of error associated with the Gustafson dental age estimation method. *Journal of Forensic Sciences* 1995; 40: 222-7.
96. Crossner CG, Mansfeld L. Determination of dental age in adopted non-European children. *Swed Dent J.* 1983;7(1):1-10.
97. Reventlid M, Mörnstad H, Teivens AA. Intra- and inter-examiner variations in four dental methods for age estimation of children. *Swed Dent J.* 1996;20(4):133-9.
98. Olze A, Bilang D, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmelting A. Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars. *Int J Legal Med.* 2005;119(1):22-6.
99. Bolaños MV, Manrique MC, Bolaños MJ, Briones MT. Approaches to chronological age assessment based on dental calcification. *Forensic Science International* 2000a; 110: 97-106.
100. Staaf V, Mörnstad H, Welander U. Age estimation based on tooth development: a test of reliability and validity. *Scandinavian Journal of Dental Research* 1991; 99: 281-6.
101. Smith BH. Standards of human tooth formation and dental age assessment. In MA Kelly and CS Larsen (eds.): *Advances in Dental Anthropology*. New York: Wiley-Liss; 1991.
102. Saunders S, DeVito C, Herring A, Southern R, Hoppa R. Accuracy tests of tooth formation age estimations for human skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology* 1993; 92: 173-88.

103. Barbería E, de Nova J. *Maduración dentaria y determinación de la edad. En: La determinación de la edad en detenidos jóvenes indocumentados. Problemática actual y protocolo de valoración médico-forense. Ed: Dirección General de Justicia. Consejería de Justicia y Administraciones Públicas. Comunidad de Madrid; p 311-29 (2003).*
104. Prieto JL, Tortosa C, Bedate A, Segura L, Abenza JM, Mariscal de Gante MC, Conejero J, Magaña C, Perea B. *The 11 March 2004 Madrid terrorist attacks: the importance of the mortuary organisation for identification of victims. A critical review. Int J Legal Med. 2007;121(6):517-22.*
105. Prieto JL. *Identificación dental. Técnicas radiológicas. Rev Esp Med Leg 1996; XX (76-77): 71-83.*
106. Tineo F, Espina de Fereira AI, Barrios F et al. *Estimación de la edad cronológica con fines forenses, empleando la edad dental y la edad ósea en niños escolares en Maracaibo, estado Zulia. Acta Odontol Venez 2006; 44: 184-91.*
107. Bermúdez de Castro JM et al. *Antropology Evolution. Proc Natl Acad Sci USA 1999; 96: 4210-3.*
108. Prieto JL, Abenza JM. *Métodos para valorar la edad en el adolescente. Rev Esp Med Leg 1988; XXII(84-85): 45-50.*
109. Martín de las Heras S. *Estimación de la edad a través del estudio dentario. Ciencia Forense 2005; 7: 69-90.*
110. *Artículo 12, Constitución Española de 1978.*
111. *Ley Orgánica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal.*
112. *Ley Orgánica 5/2000, de 12 de enero, reguladora de la responsabilidad penal de los menores, del Código Penal.*
113. Bolaños MV, Manrique MC, Bolaños MJ, Briones MT. *Determinación de la edad dental de los niños andaluces mediante el sistema de Demirjian. Ortodoncia Española 2000b; 40: 1-8.*
114. Maber M, Liversidge HM, Hector MP. *Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. Forensic Sci Int. 2006;159 Suppl 1:S68-73.*
115. Bolaños MV, Moussa H, Manrique MC, Bolaños MJ. *Radiographic evaluation of third molar development in Spanish children and young people. Forensic Sci Int. 2003;133(3):212-9.*

116. Bosmans N, Ann P, Aly M, Willems G. *The application of Kvaal's dental age calculation technique on panoramic dental radiographs. Forensic Sci Int. 2005;153(2-3):208-12.*
117. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. *Precision and reliability of pulp/tooth area ratio (RA) of second molar as indicator of adult age. J Forensic Sci. 2004 Nov;49(6):1319-23. Erratum in: J Forensic Sci. 2005;50(2):486.*
118. Cameriere R, Ferrante L, Belcastro MG, Bonfiglioli B, Rastelli E, Cingolani M. *Age estimation by pulp/tooth ratio in canines by peri-apical X-rays. J Forensic Sci. 2007;52(1):166-70.*
119. Cameriere R, Ferrante L, Liversidge HM, Prieto JL, Brkic H. *Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth. Forensic Sci Int. 2008;176(2-3):173-7.*
120. Cameriere R, Brkic H, Ermenc B, Ferrante L, Ovsenik M, Cingolani M. *The measurement of open apices of teeth to test chronological age of over 14-year olds in living subjects. Forensic Sci Int. 2008;174(2-3):217-21.*
121. Foti B, Lalys L, Adalian P, Giustiniani J, Maczel M, Signoli M, Dutour O, Leonetti G. *New forensic approach to age determination in children based on tooth eruption. Forensic Sci Int. 2003;132(1):49-56.*
122. Liversidge HM, Lyons F, Hector MP. *The accuracy of three methods of age estimation using radiographic measurements of developing teeth. Forensic Science International 2003; 131: 22-9.*
123. Azrak B, Victor A, Willershausen B, Pistorius A, Hörr C, Gleissner C. *Usefulness of combining clinical and radiological dental findings for a more accurate noninvasive age estimation. J Forensic Sci. 2007;52(1):146-50.*
124. Cardoso HF. *Accuracy of developing tooth length as an estimate of age in human skeletal remains: the deciduous dentition. Forensic Sci Int. 2007;172(1):17-22.*
125. Lee SE, Lee SH, Lee JY, Park HK, Kim YK. *Age estimation of Korean children based on dental maturity. Forensic Sci Int. 2008;178(2-3):125-31.*
126. Prieto JL. *El estudio dental aplicado a la estimación de la minoría de edad. Jornadas sobre Determinación Forense de la Edad en Menores Indocumentados. San Sebastián; Marzo 2004.*

127. Espina de Fereira A, Fereira J, Cespedes M et al. Empleo de la edad dental y la edad ósea para el cálculo de la edad cronológica con fines forenses, en niños escolares con valores de talla y peso no acordes con su edad y sexo, en Maracaibo, estado Zulia. Estudio preliminar. *Acta Odontol Venez* 2007; 45: 14-21.
128. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci.* 2001;46(4):893-5.
129. Solheim T y Vonen A. Dental age estimation, quality assurance and age estimation of asylum seekers in Norway. *Forensic Science International*, 2006; 159S: 56-60.
130. Reverte JM. *Antropología Forense*, 2ªed. Ministerio de Justicia, Secretaria General Técnica, Centro de Publicaciones, Madrid 1999..
131. Rodríguez J. *Introducción a la antropología Forense, análisis e interpretación de restos óseos humanos*. Anaconda Editores, Bogotá, 1994.
132. Sanabria C. *Antropología Forense y la Investigación Médico-Legal de las Muertes*. 1ª ed. Facultad de Investigación Criminal. Policía Nacional, Bogotá, 2004.
133. Dalitz CG. Age estimation of adult human remains by teeth examination. *Journal of Forensic Sciences*, 1962; vol 3: 11-21.
134. Johanson G. Age determinations from human teeth. *Odontologisk rey*, 22: suppl. 21, 1971.
135. Metzger Z, Buchner A, Gorsky M. Gustafson method for age determination from teeth – A modification for the use of dentist in identification teams. *Journal of Forensic Sciences*, 1980; vol 25 Nª4: 742-9.
136. Lamendin H, Baccino E, Humbert JF, Tavernier JC, Nossintchouk RM y Serilli A. A simple technique for age estimation in adult corpses: The two criteria dental method. *Journal of Forensic Sciences*, 1992; 37 (5): 1373-9.
137. Prince DA y Ubelaker DH. Application of Lamendin's adult dental aging technique to a diverse skeletal sample. *Journal of Forensic Sciences* 2002;47 (1): 107-16.
138. Linde J. *Periodontología Clínica*. Editorial Panamericana, 2ª edición, Buenos Aires. 1992.
139. Solheim T, Kvaal S. *The Journal of Forensic Odonto-stomatology*. 1993; 11(1): 9-21.
140. Davidson LE, Rodd HD. Interrelationship between dental age and chronological age in Somali children. *Community Dent Health* 2001; 18: 27-30.

141. Olze A, Schmeling A, Taniguchi M, Maeda H, van Niekerk P, Wernecke KD, Geserick G. Forensic age estimation in living subjects: The ethnic factor in wisdom tooth mineralization. *Int J Legal Med* 2004; 118: 170-173.
142. Berst MJ, Dolan L, Bogdanowicz MM, Stevens MA, Chow S, Brandser EA. Effect of knowledge of chronologic age on the variability of pediatric bone age determined using the Greulich and Pyle standards. *Am J Roentgenol* 2001; 176: 507-510.
143. Willems G, Thevissen PW, Belmans A, Liversidge HM. Willems II. Non-gender-specific dental maturity scores. *Forensic Sci Int* 2010; 201: 84-85
144. Gustafson G. Further observations on the peritubular translucent zone in human dentine. *Aust. Dent. J.*, 1966; 9: 387-92.
145. González G, Botella M, Moreno G, Fernandez J. Age Estimation by a Dental Method: A Comparison of Lamendin's and Prince & Ubelaker's Technique. *J Forensic Sci*, September 2007, Vol. 52, No. 5 pag 1156-1160.
146. Rózyło-Kalinowska I, Kolasa-Raczka A, Kalinowski P. Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturity in Polish children. *Eur J Orthod.* 2010.
147. Teivens A, Mörnstad H. A modification of the Demirjian method for age estimation in children. *J Forensic Odontostomatol* 2001; 19:26-30.
148. Cruz-Landeira A, Linares-Argote J, Martínez-Rodríguez M, Rodríguez-Cabo MS, Otero JL, Concheiro L. Dental age estimation in Spanish and Venezuelan children. Comparison of Demirjian and Chaillet's scores. *Int J Legal Med* 2010; 124: 105-112.
149. Chaillet N, Willems G, Demirjian A. Dental maturity in Belgian children using Demirjian's method and polynomial functions: new standard curves for forensic and clinical use. *Journal of Forensic Odonto-Stomatology* 2004; 22: 18-27.
150. Leonelli de Moraes ME, Silva Bastos M, De Araujo dos Santos LR, De Melo Castilho JC, De Moraes LC, Medici Filho E. Dental age in patients with Down syndrome. *Braz Oral Res* 2007; 21: 259-264.
151. Nyström M, Haataja J, Kataja M, Evälahti M, Peck L, Kleemola-Kujala E. Dental maturity in Finnish children, estimated from the development of seven permanent mandibular teeth. *Acta Odontol Scand.* 1986;44(4):193-8.

152. Nykanen R, Espeland L, Kvaal SI, Krogstad O. Validity of the Demirjian method for dental age estimation when applied to Norwegian children. *Acta Odontologica Scandinavica* 1998; 56: 238-44.
153. Koshy S, Tandon SN. Dental age assessment: The applicability of Demirjian's method in South Indian children. *Forensic Sci Int* 1998; 94: 73-85.
154. Prabhakar AR, Panda AK, Raju OS. Applicability of Demirjian's method of age assessment in children of Davangere. *J Indian Soc Pedo Prev Dent* 2002; 20: 54-62.
155. Farah CS, Booth DR, Knott SC. Dental maturity of children in Perth, Western Australia, and its application in forensic age estimation. *J Clin Forensic Med* 1999; 6: 14-18.
156. Hegde RJ, Sood PB. Dental maturity as an indicator of chronological age: Radiographic evaluation of dental age in 6 to 13 years children of Belgium using Demirjian methods. *J Indian Soc Pedo Prev Dent* 2002; 20:132-138.
157. Eid RMR, Simi R, Friggi MNP, Fisberg M. Assessment of dental maturity of Brazilian children aged 6 to 14 years using Demirjian's method. *Int J Paed Dent* 2002; 12: 423- 428.
158. Leurs IH, Wattel E, Aartman IHA, ETTY E, PRAHL-ANDERSEN B. Dental age in Dutch children. *Eur J Orthod* 2005; 27:309-314.
159. Nyarady Z, Mornstad H, Olasz L, Szabo G. Age estimation of children in south-western Hungary using the modified Demirjian Method. *Fogorv Sz* 2005; 98: 193-198.
160. Tunc ES, Koyuturk AE. Dental age assessment using Demirjian's method on northern Turkish children. *Forensic Sci Int* 2008; 175: 23-26.
161. Al-Emran S. Dental age assessment of 8.5 to 17 year-old Saudi children using Demirjian's method. *J Contemp Dent Pract* 2008; 9: 1-10.
162. TeoMoananui R, Kieser JA, Herbison GP, Liversidge HM. Estimating age in Maori, Pacific Island, and European children from New Zealand. *J Forensic Sci* 2008; 53: 401-404.
163. Bagherpour A, Imanimoghaddam M, Bagherpour MR, Einolghozati M. Dental age assessment among Iranian children aged 6-13 years using the Demirjian method. *Forensic Sci Int* 2010; 197: 121-124.

164. Feijó G. *Cronología de la odontogénesis de los dientes permanente en niños de la comunidad de Madrid: aplicación a la estimación de la edad dentaria*. Tesis Doctoral. 2012. ISBN: 978-84-694-1423-1
165. Cameriere R, Ferrante L, Scarpino F, Ermenc B, Zeqiri B. *Dental age estimation of growing children: Comparison among various European countries*. *Acta Stomatol Croat* 2006; 40: 256-262.
166. Diz P, Limeres J, Salgado AF, Tomás I, Delgado LF, Vázquez E, Feijoo JF. *Correlation between dental maturation and chronological age in patients with cerebral palsy, mental retardation, and Down síndrome*. *Res Dev Disabil*. 2011; Mar-Apr; 32(2):808-17.
167. Loevy HT. *Maturation of permanent teeth in black and Latino children*. *Acta Odontol Pediat* 1983; 4: 59-62.
168. Garamendi PM, Landa MI, Ballesteros J, Solano MA. *Estimación forense de la edad en torno a 18 años. Estudio en una población de inmigrantes indocumentados de origen marroquí*. *Cuad Med Forense* 2003; 31: 25-36.
169. Dunkel F. *Reacciones en los campos de la administración de justicia y de la pedagogía social a la delincuencia infantil y juvenil*. *Cuadernos de derecho judicial*. 2001. ISSN 1134-9670, Nº3.
170. Bernuz MJ, Fernandez E., Perez F. *Revista Española de Investigación Criminológica Artículo 5, Número 4 (2006) ISSN: 1696-9219*.

8. LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

8. Lista de tablas y figuras.

Tabla 1A-1B. Orden y significado de la edad de erupción de los dientes permanentes.	34
Tabla 2. Casuística de varios autores, relativa al número de accidentes aéreos identificados sólo con la ayuda de la odontología forense (A) y los que fueron identificados por medio de técnicas de odontología forense y otras técnicas (B).	53
Tabla 3. Estudios similares ordenados por tamaño muestral.	57
Tabla 4. Distribución de la muestra por sexos.	58
Tabla 5. Rango de edades y representación por sexos.	59
Tabla 6. Tablas de maduración Demirjian Niños 1973.	67
Tabla 7. Tablas de maduración Demirjian Niñas 1973.	68
Tabla 8. Tabla de conversión Varones Demirjian Maturity Score–Dental age. Demirjian 1973.	69
Tabla 9. Tabla de conversión mujeres Demirjian Maturity Score–Dental age. Demirjian 1973.	70
Tabla 10. Resultados con la desviación obtenida en nuestro estudio para niños.	75
Tabla 11. Resultados con la desviación obtenida en nuestro estudio para niñas.	76
Tabla 12. Distribución del sesgo por sexos según Demirjian.	81
Tabla 13. Distribución del sesgo por sexos aplicando el método de regresión.	81
Tabla 14. Tabla de Demirjian Adaptadas a la población española para niños.	82
Tabla 15. Tabla de Demirjian adaptada a la población española para niñas.	84
Tabla 16. Estudios sobre el método de Demirjian para diferentes poblaciones.	95
Tabla 17. Bernuz Benítez MJ., Fernández Molina E., Pérez Jiménez F, Numero de menores que delinquen entre 2000 y 2005.	101

Figura 1. Última prótesis dental de George Washington.	4
Figura 2. Agripina la menor.	4
Figura 3. Imágenes del incendio del bazar de la Caridad.	12
Figura 4. Prótesis se conservada en el Museo londinense de Scotland Yard.	15
Figura 5. L'art dentaire en medecine légale.	16
Figura 6. Florestian Aguilar.	18
Figura 7. Esquema de los estadios de la odontogénesis.	31
Figura 8. La secuencia de formación de la dentición humana.	39
Figura 9. Estadios de desarrollo dental.	41
Figura 10. Estadíos de formación dentaria para la determinación del desarrollo de dientes uniradiculares.	43
Figura 11. Estadios de desarrollo según Demirjian.	46
Figura 12. Ortopantomografía digital.	60
Figura 13. Ejemplo de hoja de recogida de datos.	61
Figura 14. Estadio A de Demirjian.	63
Figura 15. Estadio B de Demirjian.	63
Figura 16. Estadio C de Demirjian.	64
Figura 17. Estadio D de Demirjian.	64
Figura 18. Estadio E de Demirjian.	65
Figura 19. Estadio F de Demirjian.	65
Figura 20. Estadio G de Demirjian.	66
Figura 21. Estadio H de Demirjian.	66

