



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES**  
**UNIDAD LEÓN**

**TÍTULO: “CORRELACIÓN ENTRE LA EDAD CRONOLÓGICA  
Y LA EDAD DENTAL A TRAVÉS DEL MÉTODO DE NOLLA EN  
ORTOPANTOMOGRAFÍAS DE PACIENTES DE 7 A 11 AÑOS  
QUE ACUDIERON A LA ENES LEÓN, UNAM DURANTE EL AÑO  
2019”**

**FORMA DE TITULACIÓN: TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN ODONTOLOGÍA**

**P R E S E N T A:**

**DANIEL APOLINAR MARQUEZ VELAZQUEZ**



**ENES UNAM**  
UNIDAD LEÓN

**TUTOR: MTRA. SILVIA VANESSA HERNÁNDEZ**

**GÓMEZ**

**ASESOR: DRA. MARÍA DE LOS ÁNGELES RAMÍREZ**

**TRUJILLO**

**LEÓN, GUANAJUATO, MEXICO 2024**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# INDICE

## Resumen

1. Introducción .....	4
2. Marco teórico .....	7
2.1 Odontogénesis .....	7
2.1.2 Etapa de yema .....	7
2.1.3 Etapa de casquete.....	8
2.1.4 Etapa de campana .....	8
2.1.5 Etapa folículo dentario .....	8
2.2 Histología dental.....	9
2.2.1 Amelogénesis .....	9
2.2.2 Dentinogénesis .....	9
2.2.3 Pulpa dental .....	9
2.2.4 Cementogénesis .....	10
2.2.5 Formación del ligamento periodontal y hueso alveolar .....	10
2.3 Mecanismo general de la erupción dental .....	11
2.3.1 Dentición temporal .....	12
2.3.2 Periodo de dentición mixta (de transición).....	13
2.3.3 Dientes permanentes .....	13
2.4 Generalidades de los métodos radiográficos para determinación de la edad .....	14
2.4.1 Determinación de la edad ósea .....	15
2.4.2 Determinación de la edad dental.....	16
2.5 Método de Nolla .....	17
3. Antecedentes .....	26

4. Planteamiento del problema.....	27
4.1Pregunta de investigación .....	28
5. Justificación .....	28
6. Hipótesis .....	28
7. Objetivo General .....	27
8. Objetivos Específicos .....	27
9. Materiales y Método.....	28
9.1Diseño del estudio .....	28
9.2Universo de estudio .....	28
9.4Criterios de Selección.....	29
9.4.1 Inclusión.....	28
9.4.2 Exclusión.....	28
9.5Eliminación .....	28
9.6Variables .....	30
9.7 Métodos de recolección de la Información .....	31
10. Implicaciones éticas.....	31
11.Resultados .....	30
12. Discusión.....	33
13. Conclusiones .....	35
14.Referencias.....	36
15.Anexos:.....	42

## DEDICATORIA

A mi mamá que siempre ha estado en mi vida, por apoyarme y creer en mí, por su amor incondicional, su esfuerzo y su comprensión, a mis hermanos que han sido un ejemplo en mi vida y que quiero mucho, a mis amigos y a todas esas personas importantes que conocí en la universidad que forman y formaron parte de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

A mi universidad ENES UNAM por formarme como profesionalista, a mis maestros por compartir sus conocimientos, a mi familia por apoyarme, a mis amigos y a todas esas personas que permitieron que las atendiera en clínica y a Dios “quien se revela así mismo en la armonía de lo existente” Einstein

## Resumen

La correlación entre la edad cronológica y la edad dental a través del método de Nolla en ortopantomografías es de suma importancia en el ámbito de la odontología y la medicina forense. Esta correlación nos permite estimar la edad aproximada de una persona a partir del desarrollo de los dientes, lo cual puede resultar crucial en diversos contextos. Por tanto, comprender y aplicar correctamente el método de Nolla en ortopantomografías nos brinda una herramienta confiable y precisa para estimar la edad dental, con implicaciones significativas en distintos campos de la odontología. **Objetivo:** Determinar la correlación entre la edad dental y la edad cronológica utilizando el método de Nolla en ortopantomografías de pacientes de 7 a 11 años de edad que acudieron a la clínica de admisión de la ENES Unidad León durante el año 2019. **Materiales y métodos:** Estudio transversal. Población: Ortopantomografías de pacientes de 7 a 11 años de edad que acudieron a la ENES Unidad León en el año 2019. Muestra Muestreo no probabilístico por conveniencia, incluyendo a todas las radiografías panorámicas que cumplieran con los criterios de selección. Exclusión: Ortopantomografías digitales de pacientes con edad fuera del rango específico (7 a 11 años). Recolección de datos se analizaron los expedientes de pacientes seleccionados mediante una lista de Excel® que contenía sus nombres y edades, cumpliendo con los criterios de inclusión y exclusión de la muestra. **Resultados:** Se analizaron un total de 375 expedientes clínicos del sistema SMILE de la clínica de admisión de la ENES Unidad León, de los cuales, solo 197 (52.53%) expedientes clínicos cumplieron con los criterios de inclusión necesarios para ser analizados. Los expedientes correspondieron a 102 mujeres (51.8%) y la edad promedio registrada para ellas fue de 7.9 DE  $\pm$  0.82 años. Los expedientes que correspondieron a los hombres fueron en total 95 (48.2%) y se obtuvo una edad promedio de 7.0 DE  $\pm$  0.80 años. **Conclusiones:** Se encontró una correlación significativa, representada por un coeficiente de correlación intraclase de 0.70, lo que demuestra una fuerte relación tanto en la edad cronológica como en la edad obtenida con el método de Nolla.

Palabras claves:

Correlación, Edad cronológica, Edad dental, Método de Nolla, Ortopantomografías

# 1. Introducción

La determinación de la edad dental es un factor fundamental en la odontología forense y en el campo de la odontopediatría. A lo largo de los años, se han utilizado diferentes métodos para estimar la edad dental en niños y adolescentes. Uno de los métodos más ampliamente aceptados y utilizados es el método de Nolla, el cual se basa en el desarrollo de los dientes permanentes.

En este sentido, se tiene que la correlación entre la edad dental y la edad cronológica es esencial para comprender el desarrollo dental y establecer una línea de tiempo precisa. El método de Nolla, desarrollado por la Dra. Carmen Nolla, se basa en la secuencia de desarrollo de los dientes permanentes y utiliza estadios numéricos para clasificar el grado de formación dental. Estos estadios permiten estimar la edad dental de manera más precisa que otros métodos disponibles.

Es por ello, que una de las ventajas del método de Nolla es su aplicabilidad a través de radiografías panorámicas u ortopantomografías, que brindan una vista completa de los dientes en la arcada dental. Esto facilita la evaluación de múltiples dientes simultáneamente y proporciona un enfoque sistemático para estimar la edad dental en pacientes de diferentes edades.

Asimismo, al examinar la correlación entre la edad dental y la edad cronológica, se espera encontrar una relación significativa entre ambos parámetros, esto debido a que la edad dental es influenciada por diversos factores, como la genética, la nutrición, el estado de salud general y el desarrollo individual del paciente. Por lo tanto, el método de Nolla, al considerar el estado de desarrollo de los dientes permanentes, ofrece una estimación más precisa de la edad dental en comparación con otros métodos más tradicionales.

Igualmente, es importante destacar que esta correlación puede verse influenciada por diferentes variables, como el sexo. Se ha observado que puede haber variaciones en el desarrollo dental entre niños y niñas, lo que podría afectar la correlación entre la edad dental y la edad cronológica en cada grupo. Por lo tanto, es fundamental analizar esta variable para obtener resultados más completos y precisos.

Ahora bien, se tiene que, en la literatura científica, se han realizado investigaciones previas que respaldan la importancia y la relevancia de los objetivos planteados en este estudio.

El objetivo general de esta investigación es determinar la correlación entre la edad dental y la edad cronológica utilizando el método de Nolla en ortopantomografías de pacientes de 7 a 11 años de edad que acudieron a la clínica de admisión de la ENES Unidad León durante el año 2019. Esto permitirá obtener información precisa sobre el desarrollo de los dientes permanentes en relación con la edad cronológica, lo cual tiene implicaciones tanto clínicas como forenses.

Es por ello, que esta investigación se enfoca en determinar la correlación entre la edad dental y la edad cronológica utilizando el método de Nolla en ortopantomografías de pacientes de 7 a 11 años de edad que acudieron a la clínica de admisión de la ENES Unidad León durante el año 2019. Los objetivos específicos se centran en la

correlación según el sexo, el desarrollo de los estadios de Nolla y la verificación de la adecuación del método de Nolla. Al abordar estos objetivos, se espera contribuir al conocimiento sobre el desarrollo dental en esta población específica y mejorar la precisión en la estimación de la edad dental en el campo de la odontopediatría.

De igual manera, se utilizarán ortopantomografías de pacientes de 7 a 11 años de edad que acudieron a la clínica de admisión de la ENES Unidad León durante el año 2019, por lo que estas imágenes proporcionarán una visión completa de la dentición y permitirán evaluar el desarrollo de los estadios de Nolla en los siete dientes maxilares y mandibulares del lado izquierdo. Se registrarán los estadios de desarrollo de cada diente y se relacionarán con la edad cronológica de los pacientes.

Por ende, se realizará un análisis estadístico para determinar la correlación entre la edad dental y la edad cronológica, considerando también el factor del sexo. Esto permitirá evaluar si existe una diferencia significativa en la correlación entre los niños y las niñas y si el desarrollo dental se ve afectado por el género. Al mismo tiempo, se compararán los resultados obtenidos con los estándares establecidos por el método de Nolla para determinar si el método es adecuado para estimar la edad dental en nuestra muestra de pacientes. Si se encuentra una alta correlación entre la edad dental y cronológica, y los resultados se ajustan a los estándares establecidos, esto respaldará la aplicabilidad del método de Nolla en nuestra población específica.

## 2. Marco Teórico

### 2.1 Odontogénesis

Se denomina odontogénesis al proceso del desarrollo dental, en este proceso morfo-genético participan dos tejidos embrionarios: el epitelio ectodérmico; que origina el esmalte y el ectomesénquima, que forma el complejo dentino-pulpar y el aparato de sustentación a partir del cemento, el ligamento periodontal y el hueso alveolar.<sup>1,2</sup>

El desarrollo de los dientes ocurre en el espesor del ectomesénquima de los procesos tanto maxilar como mandibular del embrión; derivados del primer arco braquial.<sup>1,2</sup> Cabe mencionar, que estos arcos están tapizados internamente, por un epitelio plano húmedo estratificado, (que deriva del ectodermo y que tapiza la cavidad bucal primitiva).<sup>1,2</sup>

Es importante mencionar que la formación del diente se divide en varias etapas que toman su nombre de acuerdo a la formación epitelial del germen dentario; las cuales son etapa de lámina dentaria, yema dentaria, etapa de casquete, etapa de campana y etapa de folículo (mismas que se definen a continuación).<sup>1,2</sup>

#### 2.1.1 Lámina vestibular y lámina dentaria

En el día 37 del desarrollo, dos bandas gruesas continuas epiteliales aparecen en el sitio de los futuros arcos dentales y cada banda se subdivide rápidamente en una lámina vestibular y una lámina dental.<sup>2,3</sup>

Después, en el ectomesénquima subyacente, la lámina vestibular crea un espacio libre que es el vestíbulo oral (el vestíbulo oral es un espacio libre revestido por una mucosa que comprende un epitelio escamoso estratificado que separa el labio y las mejillas de los dientes y su proceso alveolar).<sup>2,3</sup> Al mismo tiempo, la lámina dental presenta varias áreas de actividad proliferativa, reconocibles en las regiones de los futuros procesos alveolares como excrecencias epiteliales orientadas hacia adentro, hacia el ectomesénquima, que dará lugar a los primordios dentales deciduos o primarios, a lo largo del arco de los procesos maxilares embrionarios.<sup>2,3</sup>

#### 2.1.2 Etapa de yema

Es una etapa fugaz a inicios de la octava semana de vida intrauterina, que se aprecia en la zona de la lámina dental, presenta un abultamiento en forma de disco que constituirá las yemas epiteliales,<sup>3,4</sup> el mesénquima subyacente en contacto con la yema, presenta una condensación esférica de células mesenquimatosas que evolucionará para constituir la papila dental, en los lugares correspondientes a los futuros dientes deciduos, primero se forman 20 gérmenes dentales y en el siguiente período también aparecerán los 32 gérmenes dentales para la dentición permanente.<sup>3,4</sup>



Fundamentalmente, los componentes histológicos específicos del diente deben integrarse en la estructura del hueso maxilar a través de la arquitectura del periodonto profundo. El resultado es un sistema morfológico único e individual que reúne componentes del tejido epitelial y conectivo en variantes específicas.<sup>3,4</sup>

### 2.1.3 Etapa de casquete

Alrededor de la novena semana, gradualmente la yema epitelial adquiere una forma cóncava y a medida que ésta prolifera en el ectomesénquima, superficialmente se asemeja a un casquete, en esta etapa se pueden distinguir diferentes estructuras embrionarias fundamentales para el desarrollo dentario.<sup>1,5</sup> La primera estructura embrionaria recibe el nombre de órgano dental u órgano del esmalte, posteriormente, la masa esférica de células ectomesenquimales condensadas, se denomina papila, mientras que el ectomesénquima que limita la papila dental y que encapsula el órgano dentario, se le llama folículo o saco dental.<sup>1,5</sup> Cabe destacar que el órgano dental, la papila dental y el folículo dental constituyen en conjunto, el germen dentario, estas tres estructuras, se observan inicialmente en la etapa de casquete; destacando que el órgano dental da lugar al esmalte, la papila dental a la dentina y la pulpa, mientras que el folículo, da origen al cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar adyacente.<sup>1,5</sup>

### 2.1.4 Etapa de campana

Los eventos progresivos para la transición de la etapa de casquete a la etapa de campana, ocurren sobre la semana 14 y 18 de vida intrauterina, el desarrollo del proceso permite considerar en el estadio de campana una etapa temprana, otra más avanzada.<sup>1</sup> En la etapa de campana temprana existe una tendencia de apiñamiento de las células ectomesenquimales y mesenquimales cerca de la membrana basal del epitelio interno, lo que resulta en la formación sucesiva de preodontoblastos y odontoblastos que inducen y completan la aparición de ameloblastos (células formadoras del esmalte dental).<sup>1,3</sup>

Los gérmenes dentales en la etapa de campana avanzada muestran los rasgos histológicos característicos de esa etapa de desarrollo, como la síntesis de esmalte y dentina en cantidades variables, lo cual permite que se establezca el futuro límite amelodontinario y los patrones coronarios: bordes incisales, tanto cúspides como fisuras y el órgano dental va tomando paulatinamente la forma de la corona del futuro diente.<sup>1,3</sup> Además, el saco dentario en esta etapa se muestra más denso debido a la madurez celular, alrededor de los gérmenes dentales en la etapa de campana, la cripta en formación tiene un tamaño más grande, reflejo del depósito óseo en el borde interno.<sup>1,3</sup>

### 2.1.5 Etapa folículo dentario

Esta etapa comienza cuando se identifica, en la zona de las futuras cúspides o bordes incisales, la presencia del depósito de la matriz del esmalte sobre las capas de la dentina en desarrollo, el crecimiento aposicional del esmalte y dentina se realiza por el depósito de capas sucesivas de una matriz extracelular en forma regular y rítmica.<sup>1,6</sup>

En esta última etapa embrionaria la elaboración de la matriz orgánica está a cargo de los odontoblastos para la dentina y de los ameloblastos para el esmalte, la cual es seguida inmediatamente por las fases iniciales de su mineralización.<sup>1,6</sup>

## 2.2 Histología dental

La histogénesis o citodiferenciación dental, se refiere al proceso de formación de los distintos tipos de tejidos dentales: el esmalte, la dentina y la pulpa, siguiendo patrones previamente establecidos.<sup>1</sup>

### 2.2.1 Amelogénesis

El proceso de formación del esmalte se denomina amelogénesis y se caracteriza por la producción de una matriz orgánica y la deposición de sales minerales dentro de ella. La formación del esmalte se inicia en el estadio de campana avanzada, a su vez, el ameloblasto constituye la unidad funcional, dado que es la única célula responsable de la secreción de la matriz orgánica del esmalte.<sup>1,7</sup>

La primera membrana que se forma es la llamada membrana dentinoesmáltica (capa delgada en contacto con la dentina).<sup>1,7</sup> Luego, la matriz se deposita delineando una proyección del ameloblasto, conocida como proceso de Tomes, (proceso encargado de elaborar los prismas del esmalte), posteriormente, cuando ya está formada la mayor capa del esmalte, el ameloblasto vuelve a sufrir cambios y desaparece el proceso de Tomes.<sup>1,7</sup>

Por último, los ameloblastos se desplazan hacia afuera en dirección al epitelio externo, hasta formar el total del esmalte dentario<sup>3,4</sup> en donde estas células se transforman en ameloblastos regresivos, que forman el epitelio reducido del órgano del esmalte; conocido como membrana de Nasmyth.<sup>1,7</sup> Esta delicada membrana cubre toda la corona del diente recién erupcionado teniendo la función de proteger el diente en el periodo de erupción para finalmente desaparecer cuando el diente entra en oclusión.<sup>1,7</sup>

### 2.2.2 Dentinogénesis

La dentinogénesis, es el proceso en el cual se forma la dentina, siendo los odontoblastos los encargados del mismo. La dentina es el primer tejido mineralizado del diente, a su vez, forma parte tanto de la corona como de la raíz y su formación determina las propiedades de resistencia, dureza y elasticidad del diente.<sup>3,6</sup> Durante la dentinogénesis se consideran tres etapas; la primera, una etapa morfogenética, donde se elabora una matriz orgánica y se tiene un componente amorfo depositado en una trama fibrilar; la segunda, es una etapa de maduración de la matriz orgánica y la última es donde se depositan las sales minerales sobre la matriz, en un proceso de calcificación o mineralización.<sup>1,6</sup> Mismo que se alterna con periodos de reposo y actividad. Formando las líneas de crecimiento (incrementales), cabe destacar, que la primera dentina que se forma se denomina, manto de la dentina y el resto se denomina dentina circumpulpar.<sup>1,6</sup> Al final de la dentinogénesis, los odontoblastos entran en un estado de reposo y durante el resto de la vida del diente darán mantenimiento a la matriz dentinaria, encargada de formar dentina secundaria y terciaria.<sup>6,7</sup>

### 2.2.3 Pulpa dental

En el estadio de la campana avanzada, una vez que se ha formado la dentina, la porción central de la papila dental se transforma en pulpa dental, que es un tejido blando de origen mesenquimatoso con células especializadas

(odontoblastos), los cuales se encuentran dispuestos periféricamente en contacto directo con la matriz de la dentina.<sup>10</sup> Existiendo una importante relación entre los odontoblastos y la dentina, denomina complejo dentino-pulpar, el cual se considera como una única unidad funcional.<sup>8,10</sup>

#### 2.2.4 Cementogénesis

La cementogénesis es el proceso donde se forma el cemento radicular y coincide con la formación de la raíz durante la erupción dentaria, la formación del cemento radicular comienza a desarrollarse en la etapa de folículo; las células responsables de este proceso se conocen como cementoblastos.<sup>3,4</sup> Por un lado, se tiene el cemento acelular, este tipo de cemento se va a generar antes que el diente entre en erupción, su mineralización se va a dar a partir de fibras y un depósito lento de matriz, principalmente se encuentra en el tercio cervical del diente, por otro lado, se tiene el cemento celular, se llama así porque cuando el diente entra en erupción se necesita de terminar de formar la raíz, por lo que se acelera el proceso de formación de matriz, debido a que el diente no ha terminado la formación de la raíz, este cemento se forma luego de que el diente entre en oclusión,<sup>5</sup> este tipo de cemento se encuentra en el tercio apical del diente, pero cuando esto pasa, quedan incluidos dentro la matriz parte de los cementoblastos que formaron el cemento, pasando a llamarse cementocitos.<sup>3,6</sup> Los cementocitos continúan formando cemento y pasan a llamarse cemento secundario, este cemento se depositara durante toda la vida del elemento dentario.<sup>4,6</sup>

#### 2.2.5 Formación del ligamento periodontal y hueso alveolar

Cuando se están formando las raíces, existen cambios fisiológicos importantes en el folículo dentario, relacionado con el desarrollo del aparato de sostén.<sup>4</sup> Se está iniciando el desarrollo y organización del ligamento periodontal a partir del saco dentario.<sup>3,9</sup>

Para empezar las células mesenquimáticas indiferenciadas del saco dentario que dan origen a los cementoblastos encargados de sintetizar el cemento, también originan los fibroblastos (células principales del tejido conectivo encargadas de formar las fibras y la sustancia fundamental del ligamento periodontal).<sup>3,9</sup>

Cabe resaltar que estructuralmente se observa primero una red de finísimas fibrillas colágenas sin una disposición determinada, luego en esta misma malla se forman las fibras periodontales que se insertan desde el cemento hacia el hueso, simultáneamente con el depósito de cemento quedan atrapados los extremos de las fibras, que reciben el nombre de fibras perforantes.<sup>6,7</sup> Las fibras colágenas que parten del cemento tienen una dirección coronal y gradualmente se van alargando hacia la pared alveolar.<sup>7</sup> Las fibras del saco dentario ubicadas lateralmente con respecto a la corona dan origen a las fibras transeptales.<sup>7</sup>

Finalmente, el nombre de ligamento periodontal se da cuando las fibras principales presentan una disposición característica en haces o grupos fibrilares típicas del periodonto funcional,<sup>3</sup> se pueden identificar tres zonas en el periodonto: una interna, donde las fibras colágenas contiguas a la superficie del diente se dirigen del cemento al hueso; una externa, con fibras unidas al hueso sin dirección determinada y una media, constituida por fibras que sirven de

empalme a las zonas anteriores con una orientación paralela al eje largo del diente en erupción, llamado plexo intermedio.<sup>3,4</sup>

En el extremo apical de la raíz en crecimiento se observa, el ligamento en hamaca, estructura que resulta del entremezclado de las fibras proximales de la papila, con las del saco dental y del periodonto en formación.<sup>3,4</sup> Se trata de fibras colágenas dispuestas de forma curva alrededor del borde de la raíz, de ahí el nombre de hamaca. Este ligamento sería la base o plano fijo a partir del cual el diente se mueve hacia bucal.<sup>3</sup>

Por último, el estímulo para la formación de los bordes alveolares lo proporcionan los dientes en crecimiento. La pared ósea de los alveolos comienza a desarrollarse cuando se ha completado la corona y se inicia el crecimiento de la raíz del folículo dentario.<sup>3,4</sup>

Algunas células de la capa interna del saco o folículo dentario que se encuentran más externan adquieren capacidad osteogenética las células que se forman son: osteoblastos que depositan matriz ósea e inducen a su posterior calcificación, osteoclastos que participan en la resorción ósea y osteocitos que quedan incluidos en la matriz mineralizada.<sup>1,3,4</sup> Todos estos tipos celulares tienen una influencia decisiva en el hueso alveolar, ya que permiten el crecimiento por aposición, la resorción y neoformación de tejido óseo.<sup>8,9</sup> De esta forma los procesos alveolares se ajustan a las piezas dentarias que están desarrollándose y posteriormente a la erupción de los mismos, evolucionan hasta alcanzar su estructura definitiva.<sup>8,9</sup>

## 2.3 Mecanismo general de la erupción dental

La erupción dentaria es el proceso mediante el cual los dientes en formación dentro de los maxilares migran y llegan a ocupar su lugar correspondiente en la arcada dentaria. Durante este proceso, los dientes aún incompletos entran en contacto con el medio bucal.<sup>13,14</sup>

Existen diferentes teorías que tratan de explicar el proceso de erupción dentaria. Aunque aún se desconoce el mecanismo exacto por el que se produce la erupción, se han planteado cuatro posibles mecanismos que podrían ser los responsables directos de la aparición de los dientes en la cavidad bucal:<sup>3,13</sup>

1.- Formación y crecimiento radicular, es una teoría que plantea que la erupción dentaria se produce debido al crecimiento y desarrollo de la raíz del diente. Este crecimiento está acompañado del modelado del hueso y del crecimiento de las arcadas dentarias. Según esta teoría, el crecimiento radicular completo y el depósito de cemento en la parte apical del diente provocan presiones en la canastilla ósea, lo que produce un remodelado que facilita el proceso de erupción. Se dice que la raíz del diente completa su longitud 2 o 3 años antes de que el diente haya erupcionado.<sup>3,13</sup>

2.- La teoría del crecimiento del hueso alveolar plantea que el diente se desplaza hacia oclusal debido a la resorción y aposición selectiva de tejido óseo.<sup>3</sup>

3.- La teoría de la presión vascular e hidrostática del conectivo periodontal plantea que el diente se desplaza hacia oclusal debido a un aumento local de la presión vascular y del líquido tisular en los tejidos periapicales. Esta presión empujaría al diente en esa dirección.<sup>1,3</sup>

4.- La teoría de la tracción del componente colágeno del ligamento periodontal propone que la erupción del diente se debe a los cambios de orientación y al desarrollo de las fibras colágenas, así como a la actividad contráctil de los fibroblastos en el periodonto. Esto genera tracción que favorece la erupción del diente.<sup>1,3</sup>

Obviamente, en todas estas teorías hay factores comunes que son los movimientos que se realizan para que el diente se ubique en la cavidad oral, desde el lugar donde se desarrollan a través del hueso y los tejidos blandos hacia la cavidad oral.<sup>1,3</sup>

Por esta razón, se pueden distinguir cuatro movimientos esenciales: traslación, cuando un diente se mueve de un punto a otro de manera principalmente horizontal, axial o vertical, cuando el diente se dirige hacia el plano oclusal. De rotación, cuando el diente gira alrededor de su eje mayor. De inclinación, cuando el diente gira alrededor del fulcrum (eje transversal).<sup>1,3</sup>

Todos estos movimientos se producen a veces de manera combinada, con algunos de ellos predominado, de modo que siempre están presentes hasta que el diente alcanza su lugar final en los maxilares y llega al plano oclusal.<sup>3</sup>

También se pueden clasificar los movimientos fisiológicos de los dientes según el momento en que actúan. Estos son: movimientos dentarios preruptivos, que son los movimientos que se realizan tanto por los gérmenes dentarios primarios como por los permanentes dentro del maxilar antes de su erupción en la cavidad oral. Luego están los movimientos dentarios eruptivos, que llevan al diente a su erupción propiamente dicha hasta alcanzar su posición funcional en la oclusión. Finalmente, están los movimientos dentarios eruptivos, que llevan al diente a su erupción propiamente dicha hasta alcanzar su posición funcional en la oclusión. Finalmente, están los movimientos dentarios posteruptivos, que son los encargados de mantener el diente en oclusión y compensar el desgaste oclusal y proximal de los elementos dentarios.<sup>3,4</sup>

### 2.3.1 Dentición temporal

La dentición temporal, también conocida como dentición primera, se desarrolla durante la primera infancia y está formada por un total de 20 dientes.<sup>13</sup> Estos dientes se distribuyen en una hemiarcada (mitad de la boca) de la siguiente manera: un incisivo central, un incisivo lateral, un canino, un primer molar y un segundo molar, lo que suma un total de cinco dientes por hemiarcada. Al ser simétricos, esto suma un total de 10 dientes por arcada. Es importante tener en cuenta que la erupción de los dientes de la dentición primaria se produce a un ritmo específico, pero puede haber variaciones en cada niño debido a factores como la raza, el sexo, el clima, la nutrición, las afecciones sistémicas entre otros.<sup>13</sup>

Algunos autores han informado sobre el estado de la calcificación dentaria en sus investigaciones, aunque con ligeras diferencias entre ellos. Según estos informes, la calcificación de los incisivos centrales comienza a las 14 semanas de vida intrauterina, mientras que los primeros molares comienzan a calcificarse a las 15 semanas y media. Los incisivos laterales comienzan a calcificarse a las 16 semanas, los caninos a las 17 semanas y los segundos molares a las 18 semanas.<sup>13</sup>

Se puede decir, que, al momento del nacimiento, la mayoría de las coronas de los dientes primarios ya se han calcificado. A los 6 meses de edad, la calcificación se ha completado, pero la formación radicular es más lenta y se termina de formar aproximadamente entre los 3 y 4 años después de la erupción de los dientes.<sup>13</sup>

El periodo de esta dentición incluye etapas en las que no se observan cambios evidentes en la boca, el arco dental mantiene una forma relativamente constante sin cambios significativos en la profundidad o anchura. Además, el periodo de funcionamiento es relativamente corto, ya que los dientes de la dentición temporal desaparecen completamente alrededor de los 11 años.<sup>13</sup>

El tránsito a través de la cresta alveolar se produce cuando están formados aproximadamente los dos tercios de la raíz, y la aparición en la cavidad oral tiene lugar cuando se han completado de formar las tres cuartas partes de la raíz aproximadamente a los 8 meses de edad.<sup>13</sup> Para empezar los incisivos centrales mandibulares emergen a través de la encía alveolar y posteriormente lo hacen los otros dientes anteriores, hacia los 13-16 meses han erupcionado los ocho incisivos temporales, los primeros molares emergen en torno a los 16 meses y establecen contacto con los antagonistas varios meses después, previamente a la erupción completa del canino.<sup>13</sup>

Los caninos maxilares erupcionan hacia los 19 meses, mientras que los mandibulares lo hacen a los 20 meses.<sup>13</sup> Así mismo el primer molar mandibular erupciona a una edad promedio de 27 meses y el segundo molar maxilar aparece a continuación, a los 29 meses. En conclusión, por lo general todos los dientes han erupcionado a los 3 años de edad.<sup>13</sup>

### 2.3.2 Periodo de dentición mixta (de transición)

Cuando el primer molar permanente erupciona entre los cinco y seis años de edad, se entra en la llamada dentición mixta, durante la cual se encuentran en la boca tanto dientes permanentes como temporales. En algunas ocasiones, durante este periodo, el incisivo inferior puede erupcionar antes que el primer molar, pero esto no tiene una gran relevancia en términos de la oclusión dental futura.<sup>10,14</sup>

La dentición mixta se divide en dos periodos: la primera fase, que ocurre entre los 5 y 8 años de edad, durante la cual erupcionan los primeros molares y los incisivos; y la segunda fase, que abarca desde los 9 hasta los 12 años, y es caracterizada por la erupción de caninos, premolares y segundos molares. Durante esta etapa, es común experimentar cambios en el patrón de crecimiento y desarrollo dental.<sup>10,14</sup>

### 2.3.3 Dientes permanentes

Los dientes permanentes pueden ser de sustitución o complementarios. Los dientes de sustitución son aquellos que sustituyen a un diente temporal (incisivo, canino, premolar). Mientras que los dientes complementarios hacen erupción por detrás del arco temporal (primer, segundo y tercer molar) los dientes de sustitución suelen hacer su aparición de manera simultánea con el proceso de reabsorción de las raíces de sus predecesores temporales).<sup>14,15</sup>

La cronología de erupción de los dientes no se produce de una manera exacta, ya que está influenciada por una variedad de factores, como la herencia, el sexo, el desarrollo esquelético, la edad radicular, la edad cronológica, los factores ambientales, las extracciones prematuras de dientes primarios, la raza, los condicionantes socioeconómicos y otros.<sup>14</sup>

Todas estas observaciones se relacionan también con el movimiento eruptivo de los dientes permanentes, que comienza una vez que la corona se terminó de formar, pasan por la cresta del proceso alveolar y se ha formado aproximadamente dos tercios de su raíz y perforan el margen gingival cuando más o menos tres cuartos de su raíz está formada.<sup>11</sup> Teniendo en cuenta que los dientes permanentes aparecen en boca con un intervalo aproximadamente de un año entre cada grupo dentario, es común que los dientes inferiores erupcionen antes que los superiores.<sup>14</sup>

A los 6 años, erupciona el primer diente permanente que es el primer molar mandibular, pero el incisivo central inferior puede aparecer al mismo tiempo o incluso antes. Seguido por los primeros molares superiores a los 6 años, incisivos centrales inferiores y superiores a los 7 años, incisivos laterales inferiores a los 8 años, seguidos de los superiores, caninos inferiores a los 9 años y el primer premolar superior, después primer premolar inferior, a los 10 años, seguida por el canino superior, a los 11 años segundo premolar inferior y superior, a los 12 años segundo molar inferior y superior.<sup>13,14</sup>

Es común que haya una variación en la edad en la que erupcionan los dientes. Por ejemplo, los caninos superiores suelen erupcionar a los 11 años, mientras que los segundos premolares lo hacen a los 10 años. La erupción dentaria en la zona de los caninos y los premolares es compleja y está influenciada por diversos factores que pueden afectar positiva o negativamente a la correcta oclusión.<sup>15</sup>

Entre los factores que influyen en la erupción dentaria se encuentran una secuencia de erupción adecuada, un tamaño y un espacio disponible satisfactorio, la obtención de una relación molar con una disminución mínima del espacio disponible para los premolares y, finalmente, una relación buco-lingual adecuada de los procesos alveolares.<sup>15</sup>

Los terceros molares son las últimas piezas en erupcionar, con un amplio margen de tiempo, durante el cual es muy frecuente la agenesia, las retenciones dentarias y el retraso eruptivo, esto suele ocurrir entre los 15 y 20 años, aunque en algunos casos puede prolongarse aún más. Por esta razón, no se incluye en las predicciones de erupción dental.<sup>15</sup>

En cada población y en cada individuo, existen diferencias en cuanto a su crecimiento y desarrollo, debido a factores genéticos y ambientales. La erupción dental, como proceso dentro del crecimiento y desarrollo del niño, también está influenciada por estos factores.<sup>14,15</sup>

#### 2.4 Generalidades de los métodos radiográficos para determinación de la edad

Existen diferentes tipos de análisis radiográficos para determinar el grado de maduración fisiológica de un individuo en un momento dado y poder estimar su edad cronológica mediante el estudio de las características óseas y dentales basándose en el crecimiento y el desarrollo.<sup>(14)</sup> El uso de radiografías es un método fácil de utilizar y no

invasivo, por lo que su uso es favorable para su interpretación y económico en comparación con otros procedimientos para determinar la edad.<sup>14</sup>

Estos métodos radiográficos se utilizan porque muestran mayor precisión al determinar la edad, lo que es importante en la identificación personal, la planificación de tratamientos y cuestiones legales. La identificación es una de las herramientas clave para distinguir a una persona de otra y a una población de otra.<sup>14</sup>

La edad ósea puede variar mucho para diferentes etnias. Se han reportado diferentes métodos que describen radiográficamente el grado de desarrollo y maduración con el objetivo de determinar la edad biológica y hacer una aproximación a la edad cronológica.<sup>14,15</sup>

Los métodos más ampliamente utilizados para medir la edad ósea son el de Greulich-Pyle, basado en niños estadounidenses; el de Tanner-Whitehouse, en niños anglosajones; y el de Sempé, en niños franceses.<sup>14</sup>

El método de estimación de la edad dental más ampliamente aceptado en los niños es el sistema Demirjian y Cols. Que está basado en niños franco-canadienses (Canadá 1973). Y el método de Nolla basado en niños estadounidenses (Michigan 1960).<sup>15,16</sup>

#### 2.4.1 Determinación de la edad ósea

La edad ósea es una medida que evalúa hasta qué punto un niño ha avanzado en su madurez esquelética. La evaluación radiográfica de la edad ósea mediante el uso de la radiografía del carpo y muñeca de la mano izquierda es un procedimiento de rutina en la radiología pediátrica. Aunque el proceso de maduración ósea es similar en todas las personas, la tasa de maduración ósea difiere entre los grupos étnicos debido a factores como el inicio de la pubertad, la determinación genética, la nutrición y el ambiente.<sup>17</sup>

La evaluación de la edad ósea es importante en la práctica clínica, ya que permite investigar si la madurez ósea se está produciendo a un ritmo compatible con la edad cronológica. La maduración ósea se manifiesta en forma de núcleos de osificación endocondrial y de fusión de las epífisis, con la desaparición de los cartílagos de conjunción.<sup>17</sup>

La evaluación de la edad ósea es útil en varias situaciones clínicas y forenses. En el contexto de la atención médica, puede ser útil para tratar a los niños con displasias esqueléticas y trastornos endocrinos, para planificar procedimientos ortopédicos y para la planificación de tratamientos ortodoncicos quirúrgicos y procedimientos de retención.<sup>17</sup> También tiene interés en la medicina deportiva para evitar que el entrenamiento y los requerimientos de alto rendimiento afecten negativamente el crecimiento y la maduración ósea de los jóvenes atletas. En el ámbito forense, la evaluación de la edad ósea puede ser útil cuando se trata de restos humanos muy deteriorados, especialmente si se sospecha que pertenecen a niños o individuos jóvenes. Además, el examen del esqueleto de la mano puede ser útil para calcular la edad de los sujetos vivos con fines forenses y legales.<sup>18</sup>

Los métodos Tanner-Whitehouse (TW) y Greulich-Pyle (GP) son dos de los métodos más comunes para evaluar la madurez esquelética. El método TW fue desarrollado originalmente en la década de 1930 con niños blancos europeos y ha sido actualizado varias veces desde entonces.<sup>18</sup> La tercera edición de TW3 se publicó en 2001 y se basa



en datos recopilados en la década de 1950 y 1960. El método TW se calcula asignando una puntuación a los huesos del radio, cubito, huesos cortos y a cada hueso principal de la mano, y luego sumando todas las puntuaciones para obtener una puntuación total.<sup>19</sup>

El método GP fue publicado por primera vez en 1950 y revisado en 1988, se basa en 1000 radiografías de niños de Cleveland, Ohio, el método GP compara la aparición visual general de la mano con los estándares de edad.<sup>19</sup>

Un inconveniente del método TW es que no existen estándares establecidos para cada hueso, lo que significa que el examinador debe decidir qué punto de maduración es más importante.<sup>19</sup> Además, ninguna mano se ajusta perfectamente a un estándar, lo que puede dificultar la interpretación de los resultados.<sup>19</sup> Aunque este método es fácil de utilizar y rápido, es importante tener en cuenta que está desarrollado con estándares basados en una población mayoritariamente blanca, por lo que puede haber discrepancias al evaluar personas de otras etnias.<sup>19</sup>

Para finalizar actualmente existen nuevos métodos para determinar la edad ósea a través de modalidades de imágenes. En 2008, se desarrolló el primer método totalmente automatizado llamado BoneXpert. Este software es capaz de calcular las puntuaciones TW2, TW3 y GP con una precisión de 0.18 años, en comparación a una precisión manual de 0.58 años para las mismas radiografías. Además, también se están utilizando nuevos trabajos con absorciometría radiográfica de energía dual (DXA), ecografía y resonancia magnética.<sup>19</sup>

#### 2.4.2 Determinación de la edad dental

La evaluación de la madurez dental se considera uno de los métodos más precisos para estimar la edad en los niños. Esto se debe a que la variabilidad en la tasa de calcificación dental es baja, ya que estos procesos están principalmente controlados por factores genéticos en lugar de por factores ambientales. Los métodos más utilizados actualmente para evaluar el desarrollo dental son observados en radiografías panorámicas.<sup>20,21</sup>

La estimación de la edad es crucial en varias disciplinas, incluyendo medicina forense, endocrinología pediátrica, arqueología y odontología clínica. Además, es útil en fines médico-legales, especialmente cuando se trata de determinar la edad cronológica de personas cuya fecha de nacimiento es desconocida. Es importante en estas áreas porque ayuda a identificar y establecer patrones de crecimiento y desarrollo en individuos, tanto para la salud como otros fines legales o investigativos.<sup>20,21</sup>

Existen varios métodos para estimar la edad, uno de ellos es el método de Schour y Massler. En este método se propuso la utilización de gráficos representativos de la maduración dental en relación con la edad cronológica, incluyendo la erupción dental y la formación radicular. Con este método, se estima la edad dental comparando la observación de las radiografías del paciente con los gráficos del atlas previamente establecido. Este método es ampliamente utilizado en odontología clínica y forense para determinar la edad de un paciente, y es considerado como una técnica fiable.<sup>20</sup>

Nolla estudió de manera sistemática la maduración de los gérmenes dentales, asignando valores a cada etapa observada. Ella construyó tablas que mostraban las medias de maduración de cada diente en función de la edad y el

género, y también tablas predictivas para determinar la edad dental mediante la suma de estas medias. Además, Morres, Fanning y Hunt propusieron gráficos para representar la maduración dental, dividiéndola en 14 etapas. La comparación de la maduración de un diente en una determinada edad permite determinar si se encuentra en línea con la media, si está adelantada o retrasada.<sup>20</sup>

Demirjian y cols. Dividieron en ocho etapas la formación de los siete dientes mandibulares izquierdos y propusieron valores ponderados por etapa y por género. Estos valores se sumaron y se utilizaron para crear tablas de estimación de la edad dental.<sup>20</sup> Williams y Cols. Modificaron los valores ponderados por Demirjian y simplificaron la técnica al asignar valores que, una vez sumados, permiten estimar la edad dental. A pesar de que estos métodos han sido utilizados con resultados variables en diferentes poblaciones mundiales, todos ellos son una herramienta valiosa para estimar la edad dental.<sup>20</sup>

## 2.5 Método de Nolla

En 1960, la Dra. Carmen Nolla desarrolló un método para estudiar el desarrollo de la dentición permanente en niños y niñas.<sup>22</sup> Este método se basó en la utilización de radiografías orales seriadas obtenidas de los archivos de desarrollo infantil del laboratorio de la Universidad de Michigan.<sup>22</sup>

El objetivo principal del método fue el de establecer una técnica para valorar detalladamente el desarrollo de la dentición permanente a través de las radiografías, construir normas (tablas y gráficos) que reflejaran el promedio de desarrollo de dientes individuales en niños y niñas, preparar tablas de desarrollo de dientes permanentes que permitieran la interpretación de la edad con base en el desarrollo, obtener información sobre la variación en el crecimiento de los dientes permanentes, entender las diferencias en el desarrollo dental entre niños y niñas y construir un conjunto teórico de normas de desarrollo que considerara los errores de muestreo y omisiones.<sup>23,24</sup>

La información obtenida a través de este estudio ayudaría a los dentistas a evaluar y seguir el ritmo de desarrollo de la dentición de un niño o niña, lo cual es fundamental en la comprensión del concepto de normalidad relacionado con el crecimiento individual.<sup>23</sup>

El conjunto de radiografías utilizadas incluía radiografías laterales derecha e izquierda, extraorales mandibulares, radiografías oclusales maxilares y mandibulares intraorales, y radiografías maxilar derecho e izquierdo intraoral y periapicales de los dientes posteriores.<sup>23</sup>

Estas radiografías fueron expuestas y procesadas por los técnicos en el departamento de radiografía de la escuela de Odontología de la Universidad de Michigan, se obtuvo un conjunto de radiografías para cada año del registro a la vez aproximándose al cumpleaños de la persona. El número total de radiografías para las niñas era de 1746 y para los niños de 1656.<sup>22,23</sup>

La observación tomó conocimiento únicamente del grado de desarrollo y se ilustró en un conjunto de dibujos de las diez etapas del desarrollo dental, según lo observado radiográficamente.<sup>22,23</sup> Los registros radiográficos se seleccionaron de los archivos sobre la base de la longitud del diente en desarrollo, no se utilizaron todas las series

largas.<sup>22,23</sup> Las radiografías se colocaron en una mesa de visualización especial que permitió la lectura detalladamente. La observación tomó conocimiento sólo del grado de desarrollo, como se describe en la tabla 1, que es un conjunto de dibujos que ilustran las diez etapas de desarrollo de los dientes tal como se observan radiográficamente.<sup>22,23</sup> la primera columna (izquierda) evalúa la etapa de crecimiento, la segunda columna es una representación con dibujos de los molares, el segundo dibujo de los premolares, la tercera el canino y la última de los incisivos centrales y laterales.<sup>22,23</sup> Los dibujos son ilustraciones para cada una de las diez etapas.<sup>22</sup> La aparición en el escenario del desarrollo dental observado radiográficamente representa tanto el lado derecho como el izquierdo.<sup>22</sup> En todas las radiografías estudiadas, las observaciones se controlaron repitiendo la observación por segunda vez.<sup>22</sup>

Para que se pudiera obtener una tasación de un diente en particular, tenía que coincidir lo más cerca posible con la figura comparativa, si un tercio de la corona estaba completa la observación fue dado al valor 3.0, si un tercio de la raíz se completó la observación fue calificado 7.0. Cuando la lectura radiográfica se sitúa entre dos grados, esta valoración se indicó como el valor de 0.5, cuando la radiografía mostró una lectura que era ligeramente superior a la nota ilustrada, pero no tan tanto como a mitad de camino entre esa etapa y la siguiente, se agregó el valor 0.2. Si dos tercios del diente casi se completaron el grado se convertiría en 7.7 para poder darle mayor precisión a los diferentes estadios.<sup>22,23</sup>

El método desarrollado por la Dra. Carmen Nolla permite no solo seguir el ritmo de desarrollo de la dentición de un niño o niña, sino también entender los procesos biológicos que están detrás del mismo.<sup>22</sup> El primer signo radiográfico que se observa en el desarrollo dental es la aparición de una estructura radiolúcida casi circular en el hueso, conocida como cripta.<sup>22,23</sup> Dentro de esta cripta se encuentra el germen dental, una estructura radiolúcida.<sup>(22)</sup> En esta etapa, pueden haber tenido lugar cambios celulares importantes como la iniciación, proliferación, histodiferenciación, morfodiferenciación y aposición.<sup>23,24</sup>

El siguiente cambio que se observa después de la aparición de la cripta, son pequeños puntos triangulares radiopacos cerca del borde interno de la corona de la cripta. En sucesivas radiografías anuales, el aumento cuantitativo de la calcificación es fácilmente determinado. El contorno radiolúcido de la pulpa también puede ser seguido fácilmente a través de las diferentes etapas de desarrollo. Al seguir la calcificación, la corona comienza a tomar forma y es posible ver dentina y esmalte.<sup>23,24</sup> También es posible seguir radiográficamente el proceso de formación de las raíces. La Dra. Carmen Nolla describió los diferentes estadios de calcificación y formación de las piezas dentarias y afirmó que los movimientos eruptivos se inician en los estadios 6 y 7 de su estudio y su formación radicular completa en el estadio 10<sup>23,24</sup> El estudio permitió obtener un conocimiento detallado del desarrollo dental y establecer normas para compararlo con individuos de la misma edad, permitiendo así detectar cualquier desviación o problema en el desarrollo dental y actuar en consecuencia.<sup>23,24</sup>

El estudio desarrollado por la Dra. Carmen Nolla permitió obtener un registro cronológico del desarrollo dental a través de la anotación gráfica de todos los puntos de observación.<sup>24,25</sup> Para poder tabular los datos del desarrollo dental, se volvieron a leer las curvas del desarrollo en diferentes puntos del año. La importancia de obtener curvas de desarrollo normativo es que se pueden mostrar un desarrollo real y promedio y así establecer comparaciones

con individuos de la misma edad.<sup>24,25</sup> Los valores obtenidos permitieron suponer que el progreso del desarrollo dental es lineal y no se observaron diferencias significativas en el tiempo requerido para el desarrollo en función del sexo. Sin embargo, se encontró que las niñas comenzaron el desarrollo dental a una edad más temprana y terminaron antes, con pocas excepciones. En general, la diferencia en el desarrollo dental entre niños y niñas no fue evidente.<sup>23</sup> Y los clasifico como sigue:

### 2.5.1 Estadios de maduración dental de Nolla

0. Ausencia de Cripta: Sin calcificación. No hay imagen radiográfica puede observarse, un espesamiento tenue.<sup>22</sup>

1. Presencia de Cripta: Radiográficamente, se observa solo una línea circular radiopaca, encerrando una zona radiolúcida.<sup>22</sup>

2. Calcificación inicial: Radiográficamente, se observa dentro de la cripta, una imagen radiopaca de manera circular o media luna, en la zona superior o inferior de la cripta, según el maxilar. Comienza la mineralización de cúspides (separadas en premolares y molares)<sup>22</sup>

3. Un tercio de corona completa: Imagen radiopaca de mayor tamaño. Continúa la mineralización de las cúspides. Fusión de las Cúspides.<sup>22</sup>

4. Dos tercios de corona completa: Imagen radiopaca de mayor tamaño que el estadio 3 se observa el comienzo de los depósitos de dentina.<sup>22</sup>

5. Corona casi completa: Imagen radiopaca que supera en tamaño a la mitad de la corona, se insinúa la forma coronal, con ligera constricción con respecto de lo que se va esbozando como zona cervical.<sup>22</sup>

6. Corona completa: Radiográficamente se observa la corona totalmente calcificada, hasta la unión del cemento y el esmalte. Se observa la forma de la corona definitiva.<sup>22</sup>












7. Un tercio de raíz completado: Se observa corona totalmente calcificada y el inicio de la prolongación radicular (1/3). La longitud de la raíz es menor que la altura de la corona.<sup>22</sup>

8. Dos tercios de raíz completada: Se observa corona totalmente calcificada y mayor longitud de la raíz. La longitud de la raíz es igual o mayor a la altura de la corona. Paredes del conducto divergentes y amplio ápice.<sup>22</sup>

9. Raíz casi completa, ápice abierto: Se observa corona totalmente calcificada y raíz desarrollada casi totalmente. Longitud de la raíz mayor a la altura de la corona. Paredes del canal radicular, paralelas y al ápice, aun parcialmente abierto.<sup>22</sup>

10. Ápice cerrado: Se observa radiográficamente corona y raíz totalmente calcificada con el ápice cerrado (Constricción definitiva)<sup>22</sup>

Figura

Estadio	Diagrama	Descripción
Estadio 0		Ausencia de cripta
Estadio 1		Presencia de cripta
Estadio 2		Calcificación inicial de corona
Estadio 3		1/3 de corona completo
Estadio 4		2/3 de corona completa
Estadio 5		Corona parcialmente completa
Estadio 6		Corona completa
Estadio 7		1/3 de raíz completa
Estadio 8		2/3 de raíz completa
Estadio 9		Raíz completa, pero con ápice abierto
Estadio 10		Raíz completa y ápice cerrado

1.

Representación gráfica con imágenes de los estadios de Nolla y su formación. Fuente: Dentalstudygram 2017

En su investigación, la Dra. Carmen Nolla estableció valores para cada una de las etapas observadas en el desarrollo dental, formando tablas con las medias de maduración de cada diente en función de la edad y género. Además de esto, también estableció cuadros predictivos de la edad dental mediante la sumatoria de las mismas. Estos cuadros indican el tiempo promedio de calcificación dental en las diferentes edades, desde la aparición de la cripta hasta el cierre apical de la raíz.<sup>22,23</sup> Los estadios de Nolla son considerados uno de los métodos más precisos en la estimación de la edad dental. El resumen estadístico permitió elaborar tablas que facilitan la aplicación clínica de los resultados.<sup>23,24,25</sup>

Edad	Dientes Mandibulares (estado)																Dientes Maxilares (estado)															
	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8
3	5.2		4.5		3.2		2.6		1.1		5.0		0.7				4.3		3.4		3.0		2.0		1.0		4.2		1.0			
4	6.5		5.7		4.2		3.5		2.2		6.2		2.0				5.4		4.5		3.9		3.0		2.0		5.3		2.0			
5	7.5		6.8		5.1		4.4		3.3		7.0		3.0				6.4		5.5		4.8		4.0		3.0		6.4		3.0			
6	8.2		7.7		5.9		5.2		4.3		7.7		4.0				7.3		6.4		5.6		4.9		4.0		7.4		4.0			
7	8.8		8.5		6.7		6.0		5.3		8.4		5.0	0.8			8.2		7.2		6.3		5.7		4.9		8.2		5.0			
8	9.3		9.1		7.4		6.8		6.2		9.0		5.9	1.4			8.8		8.0		7.0		6.5		5.8		8.9		5.8	1.0		
9	9.7		9.5		8.0		7.5		7.0		9.5		6.7	1.8			9.4		8.7		7.7		7.2		6.6		9.4		6.5	1.8		
10	10		9.8		8.6		8.2		7.7		9.8		7.4	2.0			9.7		9.3		8.4		7.9		7.3		9.7		7.2	2.3		
11					9.1		8.8		8.3		9.9		7.9	2.7			9.95		9.7		8.8		8.6		8.0		9.8		7.8	3.0		
12					9.6		9.4		8.9				8.4	3.5					9.95		9.2		9.2		8.7				8.3	4.0		
13					9.8		9.7		9.4				8.9	4.5							9.6		9.6		9.3				8.8	4.9		
14							10		9.7				9.3	5.3							9.8		9.8		9.6				9.3	5.9		
15									10				9.7	6.2							9.9		9.9		9.9				9.6	6.6		
16													10	7.3															10	7.7		
17																															8.0	

Tabla 1. Normas para la maduración de dientes permanentes para niños, incluyendo el tercer molar. Fuente: Nolla 1960

Edad	Dientes Mandibulares (estado)								Dientes Maxilares (estado)																							
	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8
3	5.3		4.7		3.4		2.9		1.7		5.0		1.6			4.3		3.7		3.3		2.6		2.0		4.5		1.8				
4	6.6		6.0		4.4		3.9		2.8		6.2		2.8			5.4		4.8		4.3		3.6		3.0		5.7		2.8				
5	7.6		7.2		5.4		4.9		3.8		7.3		3.9			6.5		5.8		5.3		4.6		4.0		6.9		3.8				
6	8.5		8.1		6.3		5.8		4.8		8.1		5.0			7.4		6.7		6.2		5.6		4.9		7.9		4.7				
7	9.3		8.9		7.2		6.7		5.7		8.7		5.9	1.8		8.3		7.6		7.0		6.5		5.8		8.7		5.6				
8	9.8		9.5		8.0		7.5		6.6		9.3		6.7	2.1		9.0		8.4		7.8		7.3		6.6		9.3		6.5		2.1		
9	10		9.9		8.7		8.3		7.4		9.7		7.4	2.3		9.6		9.1		8.5		8.1		7.4		9.7		7.2		2.4		
10		10		9.2		8.9		8.1		10		8.1	3.2		10		9.6		9.1		8.7		8.1		10		7.9		3.2			
11			9.7		9.4		8.6			8.6		3.7			10		9.5		9.3		8.7					8.5		4.3				
12			10		9.7		9.1			9.1		4.7					9.8		9.7		9.3					9.0		5.4				
13				10		9.4			9.5		5.8					10		10		9.7						9.5		6.2				
14						9.7			9.7		6.5												10				9.7		6.8			
15						10			9.8		6.9																9.8		7.3			
16									10		7.5																10		8.0			
17											8.0																		8.7			

Tabla 2. Normas para la maduración de dientes permanentes para niñas, incluyendo el tercer molar. Fuente: Nolla 1960

<b>Edad en años</b>	<b>Suma de las etapas de los 7 dientes mandibulares</b>	<b>Suma de las etapas de los 7 dientes maxilares</b>	<b>Suma de los 14 dientes maxilares y mandibulares</b>
7	52.4	49.5	101.9
8	57.4	54.9	112.3
9	58.4	59.6	118.0
10	64.3	63.4	127.7
11	66.3	64.0	130.3
12	67.9	67.8	135.7
13	68.9	69.2	138.1
14	69.4	69.7	139.1
15	69.8	69.8	139.6
16	70.0	70.0	140.0
17	70.0	70.0	140.0

Tabla 3. Normas de edad para los dientes maxilares y mandibulares de las niñas (excluyendo los terceros molares) Fuente: Nolla 1960

<b>Edad en años</b>	<b>Suma de las etapas de los 7 dientes mandibulares</b>	<b>Suma de las etapas de los 7 dientes maxilares</b>	<b>Suma de los 7 dientes maxilares y mandibulares</b>
7	48.7	45.5	94.2
8	53.7	50.8	104.5
9	57.9	55.5	113.3



<b>10</b>	61.5	59.5	121.0
<b>11</b>	64.0	62.6	126.6
<b>12</b>	66.3	65.3	131.6
<b>13</b>	67.8	67.3	135.1
<b>14</b>	69.0	68.5	137.5
<b>15</b>	69.7	69.3	139.0
<b>16</b>	70.0	70.0	140.0
<b>17</b>	70.0	70.0	140.0

Tabla 4. Normas de edad para los dientes maxilares y mandibulares de los niños (excluyendo los terceros molares) Fuente: Nolla 1960

Dientes mandibulares	Corona completa		Raíz completa		Logan y Kronfeld (modificación de Schuler y Massier) raíz completa
	Estadios de Nolla		Estadios de Nolla		
	Niños	Niñas	Niños	Niñas	
1 1	3 años 8 meses	3 años 6 meses	10 años	8 años 6 meses	9 años
2 2	4 años 4 meses	4 años	10 años 6 meses	9 años 8 meses	10 años
3 3	6 años	5 años 8 meses	12 años	12 años	12 – 14 años
4 4	7 años	6 años 6 meses	15 años 6 meses	12 años 6 meses	12 – 13 años
5 5	7 años 8 meses	7 años 2 meses	14 años	14 años 6 meses	
6 6	4 años	3 años 10 meses	15 años	10 años	13 – 14 años
7 7	8 años 2 meses	7 años	11 años 6 meses	15 años 6 meses	9 – 10 años
			16 años 6 meses		14 – 15 años
Dientes maxilares	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Logan y Kronfeld (modificación de Schuler y Massier) raíz completa
1 1	4 ½ años	4 ½ años	11 años	10	10 años
2 2	5 ½ años	5 años 2 meses	12 años	11	11 años
3 3	6 ½ años	5 años 10 meses	15 años	12 ½ 13 años	13 – 15 años
		6 años 4 meses	14 ½ años	12 años 9 meses	12 – 13 años
4 4	7 años 2 meses	7 años 3 meses		14 años	
5 5	8 años 5 meses	4 años 2 meses	15 ½ años	9 ½ años	13 – 14 años
6 6	4 ½ años	7 años 6 meses	11 ½ años	15 años 6 meses	9 – 10 años
7 7	8 años 2 meses		16 ½ años		14 – 16 años

Tabla 5. Promedio de edad en el que se completa cada diente (excluyendo tercer molar) Fuente: Nolla 1960

La información sobre el desarrollo dental es importante, ya que proporciona una base para el diagnóstico y tratamiento de problemas dentales, así como también para fines de investigación más detallada.<sup>23,24</sup> El proceso de calcificación de los dientes puede ser utilizado como criterio de edad dental y edad fisiológica, proporcionando un índice fisiológico de madurez de los dientes permanentes. Conociendo si existe alguna aceleración o retraso en el desarrollo dental.<sup>24</sup> Un ejemplo es, si un niño tiene un valor de 117.0 para la suma de los dientes maxilares y mandibulares, excluyendo el tercer molar, se puede inferir que su desarrollo dental se encuentra dentro de los valores normales. En este caso, al comparar con las tablas de desarrollo dental, se puede determinar la edad dental del niño. En este caso, la tabla indica una edad dental de 108 meses (9 años). Si se supone que el niño tiene 8 años y medio cronológicamente, entonces tendrá más de seis meses de desarrollo dental. Por lo tanto, se puede determinar en qué medida el individuo muestra un desarrollo superior, promedio o inferior.<sup>25</sup>

### 3. Antecedentes

Desde la publicación del método Nolla en 1960, ha sido utilizado en varios estudios para predecir y/o evaluar la correlación entre la edad dental y la edad cronológica. Los estudios realizados han demostrado en la mayoría de los casos una correlación muy significativa entre ambas edades, lo cual confirma la validez y precisión del método Nolla en la evaluación del desarrollo dental.<sup>26</sup>

En México se realizó un estudio para evaluar la relación entre la edad cronológica y los estadios de maduración dental de Nolla, utilizando los segundos premolares superiores derecho e izquierdo en una población que acudió al posgrado de pediatría de la Universidad Autónoma de Nuevo León en Monterrey, entre los años 2000 y 2007. Los resultados del estudio mostraron que no existía una diferencia significativa entre el estado de maduración de un premolar y otro, entre mujeres y hombres.<sup>26</sup> Sin embargo, se encontró una asociación entre la edad cronológica y el desarrollo de la dentición mediante los estadios de Nolla.<sup>26</sup> Además, al relacionar el estado de maduración dental con el género de la persona, no se encontró una diferencia significativa. Estos hallazgos sugieren que el método de Nolla es preciso en la evaluación del desarrollo dental en una población mexicana.<sup>26</sup> Otro estudio realizado entre agosto de 2014 y junio de 2017 comparó los métodos de Demirjian y Nolla para estimar la edad dental en niños mexicanos de 6 a 14 años de edad.<sup>32</sup>

La investigación se llevó a cabo en el área de Odontopediatría en la División de Posgrado e Investigación de la UNAM. La muestra se dividió al azar en tres grupos: el primer grupo utilizó el método Demirjian, el segundo utilizó el método de Nolla y el tercer grupo realizó mediciones milimétricas individuales de los siete dientes para la estimación dental.<sup>32</sup> El objetivo del estudio fue comparar la precisión de la estimación dental entre los primeros dos métodos y luego comparar los resultados con las mediciones individuales.<sup>32</sup> Se encontró que la diferencia entre los resultados de la estimación dental con el método de Nolla, la edad cronológica de la muestra y el método de Demirjian no fue significativa. Sin embargo, se observó que la estimación más precisa de la edad cronológica se logró con el método de Nolla.<sup>32</sup>

En un estudio llevado a cabo entre julio y diciembre del 2017 en una clínica privada en el área metropolitana de Caracas, Venezuela, se investigó la precisión de la determinación de la edad dental calculada con el método de Nolla en un grupo de niños y niñas sanos entre 5 y 13 años. Se calculó la diferencia entre la edad cronológica y se distribuyó entre géneros. Se concluyó que el método de Nolla puede ser utilizado para identificar etapas de formación dental en la población de niños y niñas venezolanas, pero carece de precisión para calcular su edad dental.<sup>21</sup>

En otro estudio llevado a cabo en el Hospital para el Niño Poblano, el principal objetivo fue evaluar la relación entre la edad cronológica y dental, utilizando el índice de Nolla en pacientes pediátricos con acidosis tubular renal.<sup>33</sup> Este estudio se llevó a cabo entre 2018 y 2019 y contó con una muestra de 15 pacientes, compuesta por nueve mujeres y seis hombres. Los resultados mostraron que los rangos establecidos por el índice de Nolla fueron inferiores a la edad cronológica de los pacientes, y se observaron discrepancias entre los resultados obtenidos y las tablas establecidas previamente.<sup>33</sup> En 2020 se llevó a cabo un estudio en Arabia Saudita para evaluar la precisión de la estimación de la edad cronológica en su población, utilizando el método de evaluación de la edad dental de Nolla, considerando variables de sexo y grupo de edad. El estudio comprobó que el método de Nolla es adecuado para estimar la edad cronológica en niños del sur de Arabia, ya que la diferencia promedio entre la edad dental estimada y la edad cronológica se encontró dentro de un rango aceptable.<sup>24</sup>

En abril del 2021, un estudio se llevó a cabo en China para evaluar la precisión del método de Nolla en una ciudad llamada Han, ubicada en el norte del país. Los resultados mostraron que el método subestimaba la edad en algunos meses, pero los autores concluyeron que era apropiado para estimar la edad en niños de esta región de China.<sup>25</sup>

## 4. Planteamiento del problema

El método de Nolla es una herramienta valiosa en la planificación de tratamientos odontológicos pediátricos, especialmente en lo que respecta a la ortodoncia.<sup>35</sup> La maduración dental juega un rol importante en la planificación de tratamientos en pacientes en crecimiento, es por ello que se deben considerar las etapas de la dentición y los cambios esperados en el tiempo.<sup>35</sup> Además, el tratamiento ortodóncico debe incluir un estudio detallado del crecimiento y desarrollo del complejo dentofacial y del cuerpo en general para la prevención y corrección temprana de deformidades dentofaciales. Es necesario contar con estudios que validen la eficacia del método de Nolla para determinar la edad en niños en el estado de Guanajuato, y así poder mejorar la precisión y eficacia en la planificación de tratamientos odontológicos pediátricos. Es por ello que surge la siguiente pregunta de investigación:

### 4.1 Pregunta de investigación

¿Cuál es la correlación que existe entre la edad dental y cronológica usando el método de Nolla en ortopantomografías de pacientes de 7 a 11 años de edad que acudieron a la ENES Unidad León durante el año 2019?

## 5. Justificación

Es importante conocer la correlación entre la edad y la edad dental porque permite estimar la edad de un individuo con cierta precisión, incluso cuando no se dispone de información precisa sobre su fecha de nacimiento. La estimación de la edad a través de la edad dental es útil en diversas áreas, como la odontología forense, donde se utiliza para identificar restos humanos y para establecer la edad de personas fallecidas en situaciones de desastres naturales o conflictos armados. También es útil en Odontopediatría y la Ortodoncia, donde la edad dental se utiliza para planificar el tratamiento y determinar la secuencia de erupción de los dientes. Por lo tanto, la correlación entre la edad y la edad dental es importante en varios campos de la medicina y puede tener implicaciones prácticas importantes.

Debido a que en la ENES Unidad León no existen estudios para determinar la edad dental mediante el uso de ortopantomografías, se plantea la necesidad de llevar a cabo una investigación para determinar si el método de Nolla es adecuado para la población infantil que acude a la atención dental en dicha unidad. De esta manera, se podrá contar con una herramienta adicional para determinar la edad dental en pacientes pediátricos, lo que contribuirá a mejorar la precisión en la atención y seguimiento de estos pacientes.

## 6. Hipótesis

Existe una relación positiva entre la edad dental y cronológica utilizando el método de Nolla en ortopantomografías de pacientes de entre 7 y 11 años de edad que acudieron a la clínica de admisión de la ENES Unidad León. Esto indica que el método de Nolla es una herramienta confiable para estimar la edad dental en esta población infantil.

## 7. Objetivo General

Determinar la correlación entre la edad dental y la edad cronológica utilizando el método de Nolla en ortopantomografías de pacientes de 7 a 11 años de edad que acudieron a la clínica de admisión de la ENES Unidad León durante el año 2019.

## 8. Objetivos Específicos

- Determinar la correlación entre la edad dental y cronológica según el sexo.
- Determinar el desarrollo de los estadios de Nolla en siete dientes maxilares y mandibulares del lado izquierdo, por grupos de edad cronológica.
- Verificar la adecuación del método de Nolla para la estimación de la edad dental en pacientes de 7 a 11 años en el año 2019, en la ENES Unidad León.

## 9. Materiales y Método

### 9.1 Diseño del estudio

Transversal

### 9.2 Universo de estudio

Ortopantomografías de pacientes de 7 a 11 años de edad que acudieron a la clínica de admisión de la ENES Unidad León en el año 2019.

### 9.3 Selección de la muestra

Muestreo no probabilístico por conveniencia, incluyendo a todas las radiografías panorámicas que cumplieran con los criterios de selección.

### 9.4 Criterios de Selección

#### 9.4.1 Inclusión

- Ortopantomografías digitales de pacientes que acudieron a la clínica de admisión de la ENES Unidad León, en el año 2019, con registro de edad entre 7 a 11 años.
- Ortopantomografías digitales con calidad y nitidez de imagen adecuadas.
- Historias clínicas con ficha de identificación completa de pacientes que asistieron a la clínica de admisión de la ENES Unidad León en el año 2019 con registro de edad de 7 a 11 años.

#### 9.4.2 Exclusión

- Ortopantomografías digitales de pacientes con edad fuera del rango específico (7 a 11 años).
- Ortopantomografías digitales con mala calidad o imposibilidad de visualizar los dientes claramente.
- Ortopantomografías digitales donde se observen dientes malformados o supernumerarios.
- Historias clínicas de pacientes con enfermedades sistémicas o congénitas que pueden afectar el desarrollo dental.

### 9.5 Eliminación

- Ortopantomografías digitales que no puedan descargarse.
- Ortopantomografías digitales con dificultades para apreciar los dientes.
- Ortopantomografías digitales donde no se pueda apreciar con claridad los estadios de maduración de Nolla.
- Historias clínicas de pacientes con registro de edad fuera del rango establecido (7 a 11 años).

### 9.6 Variables

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Operacionalización de la variable</b>	<b>Tipo de variable</b>
<b>Edad cronológica</b>	Número de años cumplidos al momento del estudio.	Se recolectará a través del atributo: número de años cumplidos y se registró de forma abierta.	Cuantitativo continuo
<b>Sexo</b>	Condición orgánica que diferencia a la mujer del hombre	Se recolecto como: 0.Mujer 1.Hombre	Cualitativa nominal
<b>Edad dental</b>	Proceso de calcificación coronal y radicular en una ortopantomografía. <sup>22</sup>  Se medirá a través de Estadios de maduración de Nolla. <sup>22</sup>	<b>Edad mujeres:</b> 7 años 103.7 a 116.4 8 años 116.5 a 122.6 9 años 122.7 a 134 10. años 134.1 a 138.2 11. años 138.3 a 145.6 12. años 145.7 a 150 13. años 150.1 a 152.3 14. años 152.4 a 153.7 15. años 153.8 a 155.4 16. años 155.5 a 156.6 17. años 156.7 <b>Edad hombres:</b> 7 años 95.0 a 106.8 8 años 106.9 a 116 9 años 117 a 125.2 10 años 125.3 a 132.2 11 años 132.3 a 139 12 años 139.1 a 144.4 13 años 144.5 a 148.6 14 años 148.7 a 151.7 15 años 151.8 a 154 16 años 155 a 155.5 17 años 155.6	Cualitativo nominal

## 9.7 Métodos de recolección de la información

Mediante una carta, se solicitó la autorización de la responsable de la clínica de admisión de la ENES Unidad León, para tener acceso a los expedientes de pacientes que acudieron en el año 2019 en el rango de edad de 7 a 11 años. La solicitud fue aceptada y se proporcionó una cuenta y una clave para acceder al sistema SMILE.

Posteriormente, se llevó a cabo una calibración del examinador mediante la revisión del grado de madurez de los ocho dientes mandibulares y maxilares del lado izquierdo, utilizando el método de Nolla en diez ortopantomografías. Los datos se registraron en un formato específico (Anexo 1). Después de dos semanas, el examinador volvió a analizar las mismas diez ortopantomografías y registró los datos obtenidos para calcular la concordancia mediante la prueba Kappa de Cohen.

Se analizaron los expedientes de pacientes seleccionados mediante una lista de Excel® que contenía sus nombres y edades, cumpliendo con los criterios de inclusión y exclusión de la muestra. Los análisis se realizaron en

formatos de Word® y Excel®. En el formato de Word®, se incluyó el número de expediente, el estadio de Nolla, la calcificación dental, un diagrama con el estadio de Nolla, los siete dientes evaluados, el total por cada arcada y el total de las sumas de cada arcada, la edad cronológica del paciente y la edad dental correspondiente según el método de Nolla. En el formato de Excel®, se registró la información obtenida del formato de Word®, incluyendo el sexo, la edad cronológica y la edad de Nolla. Por último, se realizó el análisis estadístico y se obtuvieron los resultados.

## 9.8 Análisis estadístico

Los resultados se capturaron en una base de datos en Excel. Posteriormente, se analizaron utilizando el programa IBM SPSS V22 (Statistical Product and Service Solutions, versión 22). Para la autocalibración del evaluador se utilizó la prueba Kappa, con un valor mínimo de aceptación de 0.60. Se obtuvieron datos descriptivos en función de la naturaleza de la variable, como la media y la desviación estándar para variables cuantitativas, así como, frecuencias y porcentajes para variables cualitativas. Se verificó la correlación entre la edad cronológica (número de años al momento del estudio) y radiográfica (estadios de maduración de Nolla) utilizando el coeficiente de correlación intraclase.

## 10. Implicaciones éticas

Según el reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, el presente trabajo cumple con los lineamientos y es considerado como sin riesgo. Además, de acuerdo al artículo 13, para garantizar la protección de los derechos individuales y guardar la confidencialidad, las hojas de registro se guardaron en un archivero, accesible solo al personal autorizado.<sup>31</sup> Los archivos computarizados tendrán códigos de identificación con acceso restringido solo para los investigadores. Todos los informes y publicaciones derivadas de esta investigación se refieren solo a datos agrupados.

## 11. Resultados

Se analizaron un total de 375 expedientes clínicos del sistema SMILE de la clínica de admisión de la ENES Unidad León (n=375). Sin embargo, se excluyeron 26 ortopantomografías digitales con imposibilidad de visualizar los dientes claramente, 72 expedientes clínicos no contaban con las ortopantomografías de los pacientes, 22 expedientes estaban inactivos, 40 expedientes eran de pacientes con labio y paladar hendido, finalmente, tres ortopantomografías presentaban agenesias. Por lo tanto, solo 197 (52.53%) expedientes clínicos cumplieron con los criterios de inclusión necesarios para ser analizados.

Los expedientes correspondieron a 102 mujeres (51.8%) y la edad promedio registrada para ellas fue de 7.9 DE  $\pm$  0.82 años. Los expedientes que correspondieron a los hombres fueron en total 95 (48.2%) y se obtuvo una edad promedio de 7.0 DE  $\pm$  0.80 años (fig. 2).

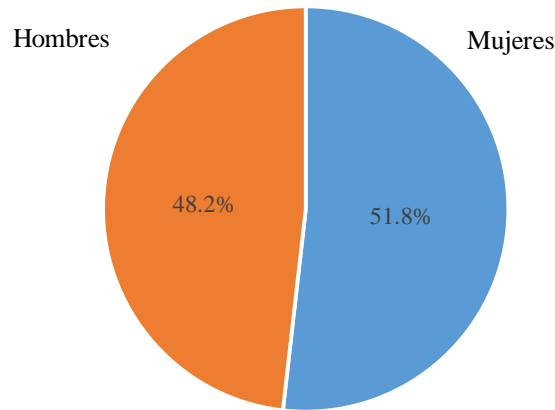


Figura 2. Distribución porcentual por sexo descrita en los expedientes analizados (n=197) Fuente directa

Los siguientes son los resultados de las comprobaciones realizadas para comparar el método de Nolla con la edad cronológica de los pacientes que acudieron a la clínica de admisión de la ENES Unidad León en el año 2019. Respecto a la edad cronológica, se identificó que la edad mínima fue de 7 años y la máxima de 11 años, con un promedio de 7.9 DE  $\pm$  0.82 años. Mientras que la edad dental con el método Nolla registrada, fue una edad mínima de 5 años y máxima de 11 años, con un promedio de 7.16 DE  $\pm$  0.90 años. Respecto al análisis de la arcada superior e inferior se identificó una puntuación mínima de 81.10 y máxima de 130.80; con un promedio de 104.22 DE  $\pm$  8.88 (Tabla 6).

	Edad mínima	Edad máxima	Media	Desviación estándar
<b>Edad cronológica</b>	7.00	11.00	7.92	0.82
<b>Total, arcada sup. e inf. (Nolla)</b>	81.10	130.80	104.22	8.88
<b>Edad dental con el método de Nolla</b>	5.00	11.00	7.16	0.90

Tabla 6. Descripción de la edad cronológica el total de la suma de la arcada superior e inferior y la edad con el método de Nolla. Fuente directa

Con respecto al análisis por sexo se identificó que el 28.4 % de los hombres tuvieron una edad cronológica de 7 años, mientras que, en la edad dental de Nolla había una mayor presencia de niños de 7 años representando un 41.1%. En los niños de 8 años se identificó que el 47.4 % pertenecía a este grupo siendo el de mayor porcentaje en la edad cronológica, mientras en la edad de Nolla fue de 31.6%.

Para los niños de 9 años en la edad cronológica fue de 21.1 % y en la misma edad para Nolla fue de 8.4 %. La mayor diferencia que se encontró en este estudio fue para los niños de 10 años ya que en la edad cronológica se obtuvo un 2.1 % y con el método de Nolla no hubo representación para esa edad. En el caso de 11 años, se identificó un 1.1% de casos tanto para edad cronológica como con la edad de Nolla (Tabla 7).



Años	Edad cronológica		Edad dental de Nolla	
	n	%	n	%
5	0	0	3	3.2
6	0	0	14	14.7
7	27	28.4	39	41.1
8	45	47.4	30	31.6
9	20	21.1	8	8.4
10	2	2.1	0	0
11	1	1.1	1	1.1
<b>Total</b>	95	100.0	95	100.0

Tabla 7. Distribución de la edad de acuerdo con los criterios del método de Nolla y la edad cronológica de los hombres. Fuente directa

En el caso de las mujeres, se demostró que el mayor porcentaje de individuos se encontró en la edad cronológica de 8 años, con un 47,1%. En contraste, en la edad de Nolla el porcentaje correspondiente fue de 14.7%. Para la edad cronológica de 7 años, el porcentaje fue de 36,3%, mientras que para la edad de Nolla fue de 55,9%. En la edad cronológica de 9 años, el porcentaje estuvo en 11,8%, en comparación con la edad de Nolla, que presentó un 5,9%. Por último, en la edad cronológica de 10 años, solo un 4.9% de las mujeres fue incluido en el estudio, mientras que con el método de Nolla no se obtuvieron resultados para esa edad. Cabe destacar que se obtuvo un 23,5% con el método de Nolla para la edad de 6 años, aunque la edad cronológica se registró a partir de los 7 años (Tabla 8)

Años	Edad cronológica		Edad dental de Nolla	
	n	%	n	%
6	0	0	24	23.5
7	37	36.3	57	55.9
8	48	47.1	15	14.7
9	12	11.8	6	5.9
10	5	4.9	0	0
<b>Total</b>	102	100.0	102	100.0

Tabla 8. Distribución de la edad de acuerdo con los criterios del método de Nolla y la edad cronológica en las mujeres. Fuente: directa

En la evaluación de la correlación entre la edad cronológica y edad dental se observó una correlación total de ICC= 0.70. Al hacer la evaluación por sexo, en las mujeres se encontró una correlación de 0.66 y para el caso de los hombres valor de 0.73 (Tabla 9).

	CCI*	IC95%** inferior	IC95%** superior	P
<b>Total</b>	0.70	0.61	0.78	<0.001
<b>Hombres</b>	0.73	0.60	0.82	<0.001
<b>Mujeres</b>	0.66	0.50	0.77	<0.001

Tabla 9. Coeficiente de Correlación para la edad cronológica y de Nolla \*CCI=Coeficiente de Correlación Intraclass, \*\*IC= Intervalo de Confianza. Fuente: Elaboración propia

## 12. Discusión

Durante el desarrollo infantil, la relación entre la edad dental y la edad cronológica es particularmente estrecha y bien establecida. Numerosos estudios han demostrado que el desarrollo dental muestra una correlación más fuerte con la edad cronológica que con otros indicadores de madurez, como la madurez esquelética, somática o sexual.<sup>38</sup> La formación de los dientes ha emergido como un indicador preferido en comparación con la erupción dental para evaluar la maduración dental.<sup>38</sup> Esto se debe a que la formación dental es un proceso continuo y progresivo que puede ser monitorizado mediante radiografías, y la mayoría de los dientes pueden ser evaluados en cada examen. Al combinar información sobre las etapas de formación de varios dientes, es posible estimar con precisión la edad dental de un individuo.<sup>38</sup>

Dentro de los diversos métodos disponibles para la estimación de la edad dental, el enfoque propuesto por Nolla en 1960 ha sido ampliamente aceptado y utilizado como método de elección a lo largo del tiempo.<sup>38</sup>

Existe una abundante documentación que aborda las diferencias en cuanto a la determinación de los marcadores de maduración dental entre diversas poblaciones, centrándose principalmente en la erupción dental, lo que convierte a la etnicidad en un factor de gran interés. Además, se reconocen otros factores menos concretos, como el clima, la nutrición, los niveles socioeconómicos y la urbanización, que también pueden ejercer influencia sobre las tasas de maduración dental.<sup>43</sup>

En consecuencia, tomando en consideración las variaciones regionales en un país como México, el establecimiento de parámetros específicos para cada región resultaría de un valor excepcional. El presente estudio se centró en evaluar la aplicabilidad del método de Nolla en la determinación de la edad dental en una muestra limitada de la población del estado de Guanajuato.<sup>44</sup>

La mayoría de los autores, al igual que en el presente estudio, han optado por utilizar ortopantomografías debido a su accesibilidad y la capacidad que ofrecen para visualizar todos los dientes.<sup>40</sup> Se seleccionaron los dientes de la mandíbula y el maxilar izquierdos, ya que son fácilmente visibles en las ortopantomografías. Varios autores<sup>40</sup> han demostrado que no existen diferencias significativas entre los lados derecho e izquierdo y que la tasa de crecimiento es prácticamente igual en ambos lados.<sup>40</sup>

La exactitud del método de Nolla en este estudio mostró variaciones significativas entre los sexos y los grupos de edad. Se evidenció que el método de Nolla era más preciso en hombres que en mujeres. En el caso de las mujeres, se encontró que la edad dental promedio se subestimaba en prácticamente todos los grupos en los que se aplicaba el método Nolla.

Al analizar la estimación de la edad cronológica en los cinco grupos de edad, se observó que a medida que aumentaba la edad del grupo, la capacidad predictiva del método disminuía, resultando en una subestimación de la edad dental. Estos hallazgos coincidían con un estudio anterior realizado en España en 2014 por Luis F. Tomas,<sup>39</sup> que también destacaba la mayor precisión del método de Nolla en hombres en comparación con mujeres, así como la subestimación de la edad dental en ambos sexos mediante este método. Es importante mencionar que este estudio contó con una muestra más amplia de participantes.

Pocos estudios han abordado la utilización del método de Nolla en diversas poblaciones. Uno de estos fue conducido por Kirzioglu y Ceyhan en 2012. En esta investigación, los autores llevaron a cabo una comparación de la efectividad del método de Nolla utilizando una muestra de niños turcos sanos, cuyas edades oscilaban entre 7 y 13 años. Estos niños compartían características socioeconómicas y pertenecían al mismo grupo étnico. Los resultados revelaron una tendencia de subestimación de la edad dental al aplicar el método de Nolla. Sin embargo, se observó que este método mostraba una mayor precisión en la estimación de la edad cronológica en el rango de edades entre 9 y 11 años, tanto en niños como en niñas, así como, en el grupo de niñas de 13 años. Como conclusión, Kirzioglu y Ceyhan<sup>(41)</sup> sugirieron que, a pesar de que el método de Nolla demostraba una buena precisión, no estaba completamente ajustado y recomendaron la necesidad de establecer tablas específicas para la población en estudio.<sup>41</sup>

Por otro lado, Bolaños et al.<sup>42</sup> aplicaron el método de Nolla en una muestra española y obtuvieron resultados que concordaban con los hallazgos anteriores, mostrando una alta precisión en la estimación de la edad dental en niños, lo cual coincide con los resultados de la presente investigación.

De este modo, este estudio pone de manifiesto que, aunque el método de Nolla es una herramienta útil para estimar la edad dental, presenta algunas limitaciones y puede no ser totalmente preciso en todos los grupos de edad o géneros, considerándose esencial reconocer estas limitaciones al utilizar este método y considerar otras variables o métodos complementarios para obtener una estimación más precisa.

Adicionalmente, es relevante tener en cuenta que estos resultados son específicos para la población que acudió a la clínica de admisión de la ENES León, UNAM en 2019 y pueden no ser generalizables a otros grupos demográficos o regiones. De igual manera, los resultados del estudio revelaron una variación significativa entre la edad cronológica y la edad dental determinada por el método de Nolla, siendo esta discrepancia más pronunciada en el grupo de mujeres. Por ejemplo, fue notable que, para las mujeres de 8 años, la edad cronológica indicaba un 47,1%, mientras que la edad dental según Nolla solo era del 14.7%.

Aunque se esperó cierta variación entre la edad cronológica y la dental, las marcadas diferencias en algunos grupos de edad resultaron llamativas. El coeficiente de correlación intraclase (ICC) sugiere una correlación moderada entre ambas edades, pero la precisión parece variar dependiendo del género. Es por ello, que estos hallazgos sugieren que, si bien el método de Nolla es valioso como herramienta de estimación, podría beneficiarse de revisiones o adaptaciones específicas para ciertas poblaciones, garantizando así resultados más precisos.<sup>45</sup>

### 13. Conclusiones

El método de Nolla fue adecuado para estimar la edad en los niños y niñas que acudieron a la clínica de admisión de la ENES Unidad León durante el año 2019. Ya que la diferencia entre la edad dental estimada y la edad cronológica estaban dentro de un rango aceptable.

En los niños se observó una correlación más alta entre la edad cronológica y dental, en comparación con las niñas. Esta diferencia destaca que el método de Nolla podría tener una precisión ligeramente diferente según el género.

Esta investigación revela que en las niñas fue mayor la subestimación de la edad con respecto a su edad cronológica registrada, siendo este un aspecto a resaltar ya que por lo regular el desarrollo de las niñas es más rápido al de los niños.

Se puede confirmar que el método de Nolla resulta apropiado para la estimación de la edad dental en la muestra específica de pacientes que asistieron a la ENES Unidad León durante el año 2019.

## 14. Referencias

1. González M, Martín-De las Heras, S, Manzanera D, Lucas V. Estimación de la edad dental en niños españoles: evaluación del método de Nolla. *Revista de Ciencias Forenses*, 2019; 64(6): 1679-1686.
2. Smith B, Knight J. Un índice para medir el desgaste de los dientes. *Revista de Odontología Británica*, 2018; 124(12): 435-438.
3. Gomez M, Campos A. Histología, Embriología e ingeniería tisular bucal. *3era Panamericana*, 2019; 115–135ص
4. Hovorakova M, Lesot H, Peterka M, Peterkova R, Revisión del desarrollo temprano de la dentición humana. *J Anat.* 2018; 233 (2): 135-145
5. Brăescu R, Daniel S, Silvia M, Zetu I, Giușcă S, Căruntu I. Señalando las primeras etapas del desarrollo de los huesos y los dientes maxilares: hallazgos histológicos. *Rom J Morphol Embryol.* 2020; (1): 167-174.
6. Vázquez L, Sarabia M, Padilla S, Méndez M. Histogénesis del esmalte dentario consideraciones generales, revista archivo médico de Camaguey. *AMC* 2007; vol.11 no.3
7. Rodríguez, I. V. O. Capítulo Nueve Desarrollo Dental y Estructuras de Soporte.
8. Betancourt, J, Lima J. Tejidos Dentarios: Desarrollo Embriológico. Congreso virtual de Ciencias Morfológicas. 2020; Retrieved from <http://www.morfovirtual2020.sld.cu/index.php/morfovirtual/morfovirtual2020/paper/viewFile/728/611>.
9. Vázquez L; Más Sarabia M; Martínez S; Méndez M. Histogénesis del esmalte dentario consideraciones generales, revista archivo médico de Camaguey. *AMC* 2007; vol.11 no.3 Camagüey.
10. Navarro M. Conceptos Actuales sobre el Complejo Dentino-Pulpar. *Fisiología Pulpar.* 2006; 1-52.
11. Alata A. Desarrollo y erupción dental. 2019.
12. Mayor A. Anatomía, fisiología y oclusión dental. M. 2003
13. Torres M, Desarrollo de la Dentición. La Dentición Primaria. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría "Ortodoncia.ws edición electrónica octubre 2009.* Obtenible en: [www.ortodoncia.ws](http://www.ortodoncia.ws).
14. Obregón T, Sosa H, Matos A, Díaz C. Orden y cronología de brote en dentición permanente. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 2013; 17(3), 112-122.
15. Ayala, Yolanda, Carralero, Leyanis, Leyva, Beatriz. La erupción dentaria y sus factores influyentes. *ccm* 2018; vol.22 no.4.
16. Pérez M, Herrera A, Moreno S, Moreno F. Estimación de la edad dental a través de seis métodos radiográficos en

un grupo de afrodescendientes y mestizos caucasoides. Cuadernos de Medicina Forense, 2016 ; 22(3-4), 81-92.

17. Fernández J, Santiago F, López M, Benavides R, Brobeil S. Análisis de los métodos radiológicos que predicen la edad ósea de los niños desde el punto de vista antropológico. Antropo, 2006; 12, 93-102.

18. Havale R, Rao D, Athira M, Manasa N, Karobari N, Namratha T. Pulpa coronal: un biomarcador de la edad: un estudio radiográfico transversal en niños. J Oral Maxillofac Pathol. 2020; 24 (2): 389–394. doi: 10.4103 / jomfp.JOMFP\_342\_19

19. Pose L, Villacrés F, Fuente S, Guiloff S. Correlación en la determinación de la edad ósea radiológica mediante el método de Greulich y Pyle versus la evaluación automatizada utilizando el software BoneXpert. Revista chilena de pediatría, 2018; 89(5), 606-611.

20. Torné B, Verde M. Maduración ósea en niños españoles por diferentes metodos propios y foraneos de valoracion de la edad ósea y prediccion de talla adulta.

21. Anal L, Frederick S. Edad ósea: Una herramienta util para proveedores pediatricos. Official Journal Of The American Academy Of Pediatrics, 2017, vol.140, numero 6. <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1486>

22. Pediatrica, C. D. O. Comparación de cinco métodos de estimación de maduración dental en un grupo de niños Venezolanos 2011; Doctoral dissertation, Universidad Central de Venezuela.

23. Tufiño A. Comparación entre edad cronológica y dental mediante los métodos de Nolla y Demirjian: Estudio radiográfico, Bachelor's thesis, Quito: UCE, 2017.

24. Gonzalez M, Guerrero M, Gutierrez J. Métodos de estimación de la edad dental. CONACYT. 2017.

25. Ramos Zamora, A. R. (2018). Grado de confiabilidad para hallar la edad cronológica y edad dental mediante los análisis de Nolla y Demirjian en los alumnos de 4 a 12 años de la I, E Nuestro Señor de Locumba-distrito Locumba-provincia Jorge Basadre-región Tacna 2018.

26. Yassin S, Bam A, Huaylah A, Althobati M, AlHamdi F, Togoo R. Precisión de la estimación de la edad cronológica a partir del método de estimación de la edad dental de Nolla en una población de niños del sur de Arabia Saudita, Níger J Clin Pract. Diciembre de 2020; 23 (12): 1753-1758

27. Jia S, Han H, Wang C, Mou Q, Zhao J, Chen T, Gao Q, Guo Y, Precisión del método Nolla para la estimación de la edad de los niños Han del norte de China. Fa Yi Xue Za Zhi. 2021; 37 (2): 181-186.

28. Castillo A. Relación entre edad cronológica con los estadíos de maduración dental de Nolla (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). 2014.

29. Castellano A, Cortezano M. Determinación del crecimiento radicular entre los estadios de nolla de 6 al 10 en órganos dentarios centrales y laterales superiores (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena). 2016 .

30. Castellano A, Cortezano M, Determinación del crecimiento radicular entre los estadios de nolla de 6 al 10 en

órganos dentarios centrales y laterales superiores (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena). 2016.

31. Maldonado M, Briem A. Metodos para estimación de edad dental: un constante desafío para el odontologo forense. *Gac. int. cienc. forense*. 2013.

32. Medina A, Blanco L. Estimación de la edad dental en un grupo de niños venezolanos utilizando el método de Nolla. *Revista de Odontopediatría Latinoamericana*, 2013; 3(2).

33. De la Salud, P. Reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud. 1987.

34. Takiguchi M. Comparación entre los métodos Demirjian y Nolla para la estimación de edad dental y un estudio individualizado en niños mexicanos de 6 a 14 años de edad.

35. Carro W. Relación de edad cronológica y dental según índices de Nolla en pacientes pediátricos con acidosis tubular renal del Hospital para el Niño Poblano en un periodo de (2018 a 2019). 2019.

36. Medina, A, Blanco L. Estimación de la edad dental en un grupo de niños venezolanos utilizando el método de Nolla. *Revista de Odontopediatría Latinoamericana*, 2013; 3(2).

37. Carfora A, González V, Díaz A. Comparación de diversos métodos de estimación de edad dental aplicados por residentes de Postgrado de Odontopediatría. 2021.

38. Mitsuo L, Vieira A, Spinelli M, Haiter F. Madurez dental como indicador de edad cronológica: Evaluacion radiográfica de la edad dental en una población brasileña. *J Appl Ciencias orales*. Abril de 2007; 15(2): 99-104.

39. Tomás L, Mónico L, Tomás I, Varela P, Benjamín Martín B, La precisión de la estimación de la edad cronológica a partir de los métodos de Demirjian y Nolla en una muestra portuguesa y española. *BMC Salud Bucal*. 2014; 14: 160.

40. Paz M, Rojo R, García E, Mourelle M, Evaluación de la precisión en la estimación de la edad dental con los métodos de Willems, Demirjian y Nolla en niños españoles: estudio transversal comparativo. *Pediatra BMC*. 2020; 20: 361.

41. Kirzioglu Z, Ceyhan D. Precisión de diferentes métodos de estimación de la edad dental en niños turcos. *Ciencia forense internacional*. 2012; 216 (1–3): 61–67.

42. Bolaños MV, Manrique MV, Bolaños MJ, Briones MT. Aproximaciones a la evaluación de la edad cronológica basadas en la calcificación dental. *Ciencia forense internacional*. 2000; 110 : 97–106

43. Ayala Y, Carralero L, Leyva B, Affecting factors of dental eruption. *ccm vol.22 no.4 Holguín oct.-dic*. 2018









44. Pizano M, Quezada M, Castillo C, Orejuela F, Age estimation according to the Demirjian method in children aged 4 to 16 of the city of Puebla, Mexico. *Rev. Estomatol. Herediana vol.26 no.3 Lima jul*. 2016

45. Soto S, Estimación y comparación de la edad dental en base a la edad cronológica con el método de demirjian y de nolla en pacientes pediátricos que asistieron a la clínica docente asistencial de la Universidad Nacional Jorge




Basadre Grohmann durante el periodo 2012-2013.












## 15. Anexos:

Formato en Word para cada paciente

Estadio de Nolla	Calcificación dental	Diagrama	11	12	13	14	15	16	17
0	Ausencia de cripta								
1	Presencia de cripta								
2	Calcificación inicial de la corona								
3	1/3 de la corona completa								
4	2/3 de la corona completa								
5	Corona prácticamente completa								
6	Corona completa								
7	1/3 de la raíz completa								



8	2/3 de la raíz completa									
9	Raíz prácticamente completa									
10	Raíz completa y ápice cerrado									
Total sup.										
Edad										
Sexo										

Estadio de Nolla	Calcificación dental	Diagrama	41	42	43	44	45	46	47
0	Ausencia de cripta								
1	Presencia de cripta								
2	Calcificación inicial de la corona								
3	1/3 de la corona completa								
4	2/3 de la corona completa								
5	Corona prácticamente completa								
6	Corona completa								
7	1/3 de la raíz completa								
8	2/3 de la raíz completa								
9	Raíz prácticamente completa								
10	Raíz completa y ápice cerrado								

Total inf.									
Total, sup. e inf.									
Edad Nolla									
Sexo									

Anexo 1. Formato de Word para realizar el análisis por paciente

1	Sexo	Edad cronologica	Total arcada Sup e Inf. (Nolla)	Edad dental Nolla
2	0	8	111	7
3	0	8	103	7
4	0	8	90	6
5	1	8	93	7
6	1	8	112	8
7	1	8	101	7
8	1	8	95	7
9	1	7	88	7
10	0	8	93	7
11	0	7	95	7
12	0	7	93	6
13	1	7	88	6
14	0	7	99.4	6
15	1	9	90.6	6
16	0	7	97.7	6
17	0	7	97	6
18	0	8	98.2	6
19	1	7	95	7
20	1	7	93.6	6
21	1	8	113	8
22	1	8	96.8	7
23	0	7	108	7

Anexo 2. Formato Excel con el sexo, edad cronológica, sumatorio total de arcadas y edad de Nolla obtenida