



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**MADURACIÓN ÓSEA Y SU APLICACIÓN CLÍNICA EN  
ORTOPEDIA Y ORTODONCIA.**

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANA DENTISTA**

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

**CLAUDIA LIZETHE JIMÉNEZ TORRES**

**TUTOR: MTRO. JAVIER DAMIÁN BARRERA**

MÉXICO, D. F.

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



## AGRADECIMIENTOS

*Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer, por su amistad, apoyo, ánimo y compañía durante las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí con migo y otras en mis recuerdos. Sin importar donde estén o si alguna vez leen estas dedicatorias quiero darles las gracias por formar parte de mi vida, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.*

*A mis padres Imelda y Alejandro, a los que les debo todo cuanto soy gracias por su, apoyo, confianza, amor y por todo el esfuerzo y el trabajo que ponen día a día para hacerme una mejor persona. Sin ustedes nunca lo hubiera logrado. –GRACIAS, LOS QUIERO MUCHO–.*

*A mis Hermanos Gustavo y Alejandro gracias por su apoyo y cariño.*

*A mi Abuelita Lucina y a toda mi familia por estar con migo y apoyarme en las buenas y en las malas.*

*A Eduardo por todos los momentos que hemos compartido juntos, por tu amistad, tu cariño y ayuda.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Odontología por la oportunidad de ser parte de ella.*

*A los profesores de la Facultad de Odontología por mi formación académica*

*A mi tutor Mtro. Javier Damián Barrera por su valioso tiempo, por su disponibilidad, por su enseñanza y aportación a este trabajo. -Muchas Gracias-.*

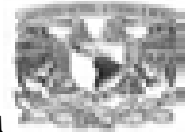
*A la CD. Fabiola Trujillo por su ejemplo de profesionalismo, enseñanza y ayuda.*

*A mis amigas Fernanda, Lorena, Gaby, Marcela, Reis, Brenda, Yasmin, gracias por aconsejarme y compartir buenos y malos mementos.*

*A mis amigos de la universidad “los del 15”, Padierna y el seminario de Ortodoncia, Por permitirme conocerlos y ser parte de su vida. Por ayudarme y estar conmigo a lo largo de la carrera.*

*Y sobre todas las cosas agradezco a Dios por darme todo lo que tengo, por qué hiciste realidad este sueño y por no dejarme caer nunca.*

**GRACIAS**



## ÍNDICE

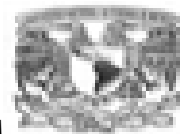
### INTRODUCCIÓN

### CÁPITULO 1: GENERALIDADES DEL SISTEMA ÓSEO

1.1	Generalidades del sistema óseo .....	6
1.2	Configuración de los huesos.....	6
1.3	Clasificación anatómica y estructura .....	8
	de los huesos	
1.4	Embriología del hueso.....	9
1.5	Histología del hueso.....	13

### CÁPITULO 2: DEFINICIONES

2.1	Crecimiento.....	15
	2.1.2 Velocidad de crecimiento.....	15
	2.1.3 Ritmo de crecimiento.....	17
2.2	Desarrollo.....	17
2.3	Maduración.....	18
2.4	Edades del ser humano.....	19
	2.4.1. Edad cronológica.....	19
	2.4.2. Edades del desarrollo.....	20
	2.4.2.1 Edad somática:.....	20
	2.4.2.2 Edad sexual .....	23
	2.4.2.3 Edad dental.....	24
	2.4.2.4 Edad ósea.....	30

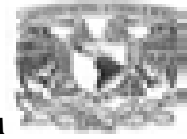


## **CÁPITULO 3: MÉTODOS PARA DETERMINAR LA MADURACIÓN ÓSEA**

3.1 Anatomía de la Mano.....	31
3.1.2 Radiografía Dígito Palmar.....	42
3.2 Vértabras Cervicales.....	53
3.2.1 Anatomía.....	53
3.2.2 Método de Evaluación de Baccetti y Mc Namara.....	57

## **CÁPITULO 4: APLICACIÓN CLÍNICA**

4.1 Recomendaciones para Tratamiento de las Maloclusiones según el tiempo Indicado por el Análisis Carpal.....	66
4.2 Recomendaciones para Maloclusiones Clase I.....	68
4.3 Recomendaciones para Maloclusiones Clase II.....	71
4.4 Recomendaciones para Maloclusiones Clase III.....	78
<b>5 CONCLUSIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>6 FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>87</b>



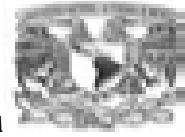
## **INTRODUCCIÓN**

Para la realización de un tratamiento ortopédico es de suma importancia conocer el crecimiento y desarrollo del individuo ya que la mayoría de los pacientes que requieren tratamiento están en periodo de crecimiento, estos datos tienen influencia en el diagnóstico, objetivos y plan de tratamiento.

El crecimiento, desarrollo y la maduración en el ser humano, son el resultado de una interrelación genético-ambiental, la cual determina que en la población general existan individuos con diferentes ritmos de crecimiento, desarrollo y maduración: tardíos promedio y tempranos.

En ortodoncia la edad ósea constituye el indicador de madurez biológica más útil y preciso para caracterizar ritmos o tiempos de maduración durante el crecimiento, ya que otros indicadores tradicionalmente utilizados, se limitan a ciertas etapas de la vida y muestran gran variabilidad, y poca correlación entre sí, en especial durante la pubertad.

Por esta razón, la edad biológica de un individuo durante su crecimiento y desarrollo es mejor obtenerla de su edad ósea, para determinar posibilidad de éxito ortopédico – ortodóntico en nuestros pacientes.



## CÁPITULO I. GENERALIDADES DEL SISTEMA ÓSEO.

### 1.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA ÓSEO

El hueso es un tejido conectivo que se caracteriza por tener una matriz extracelular mineralizada por fosfato de calcio, en forma de cristales de hidroxiapatita. Lo que le imparte dureza y le permite proporcionar sostén y protección a los órganos internos de posibles traumatismos. (Por ejemplo, el cráneo protege el cerebro frente a los golpes, y la caja torácica, formada por costillas y esternón protege los pulmones y el corazón). La matriz se compone de colágeno tipo I y de su sustancia fundamental que contiene proteoglicanos y proteínas las cuales se encuentran mineralizadas.

En virtud al contenido mineral, el hueso también sirve como sitio de almacenamiento de calcio y fosfato, que se pueden movilizar en la matriz ósea y ser captados por la sangre según su necesidad.<sup>1</sup>

### 1.2 CONFIGURACIÓN DE LOS HUESOS:

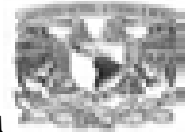
Los huesos son algo elásticos, muy resistentes, capaces de soportar diversos grados de compresión y tensión y se distinguen del exterior al interior en ellos tres partes fundamentales (figura 1.1).

- **Periostio:** Es una membrana de tejido conectivo muy vascularizada fibrosa y resistente, que cubre al hueso por su superficie externa excepto en lugares de inserción de ligamentos, tendones, y superficies articulares

El periostio posee terminaciones nerviosas nociceptivas, haciéndolo muy sensible a la manipulación. Además mediante la irrigación sanguínea provee nutrición al hueso.

La membrana perióstica está constituida por dos láminas estrechamente unidas entre sí. Una exterior de tejido colágeno esencialmente la cual presenta la función protectora llamada estrato fibroso, y una inferior de fibras elásticas finas que forman mallas densas, el estrato osteoblástico o generativo, en cuya cara profunda se encuentran los osteoblastos.

- **Sustancia ósea:** La sustancia ósea se le distinguen dos zonas. Una periférica de tejido óseo denso que es la sustancia compacta, y otra interior, rodeada por una corteza y formada por travéculas y espículas, llamada sustancia esponjosa.



- Médula ósea. Se aloja en los espacios de tejido esponjoso, así como en el gran canal central de algunos huesos, al que se le da el nombre de canal medular.

Este espacio interior está cubierto por una membrana similar al periostio llamada endostio, que se propaga por todos los espacios interóseos, canalículos a través de los cuales corren los vasos que alimentan a la sustancia ósea.

Según los elementos celulares que presente se denomina médula roja o medula amarilla, ambas poseen gran vascularización y tejido conectivo de sostén llamado estroma.

En la médula roja hematopoyética se forman granulocitos (leucocitos, neutrófilos, eosinófilos y basófilos) como eritrocitos y trombocitos (plaquetas). Está constituida por células mieloides y por células hemáticas inmaduras.

La médula amarilla está constituida principalmente por células adiposas, y algunas células hemáticas inmaduras.<sup>2</sup>

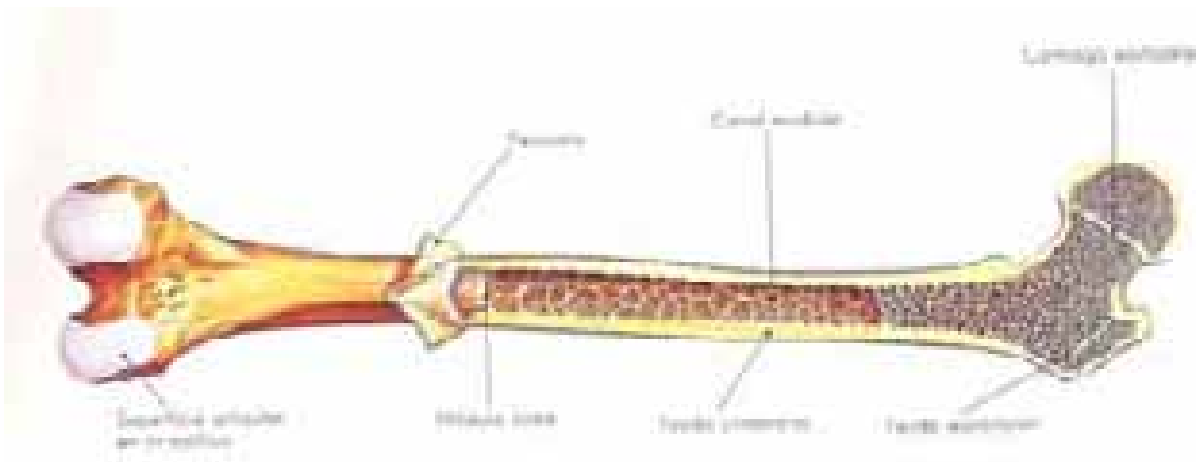
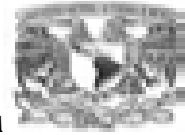


Figura 1.1. Estructura general del hueso <sup>2</sup>





Con base a su estructura: Se conocen dos clases de tejido óseo, uno denso denominado hueso compacto y otro que forma una malla de trabéculas en la cual se aprecian espacios intercomunicantes que están ocupados por la médula ósea y los vasos sanguíneos se denomina hueso esponjoso o trabecular. El hueso compacto está siempre situado exteriormente, rodeando al hueso esponjoso y su cantidad relativa y arquitectura varían de un hueso a otro dependiendo de su forma, posición y función.<sup>1</sup>

### 1.3 CLASIFICACIÓN ANATÓMICA Y ESTRUCTURA DE LOS HUESOS (figura 1.2).

- HUESOS PLANOS: En las que el ancho es considerablemente mayor que el espesor, como en la escapula y los huesos craneo.
- HUESOS CORTOS: Si las tres dimensiones longitud, ancho y espesor tienden a ser semejantes como los huesos del carpo.
- HUESOS IRREGULARES: Todas las piezas en donde no se observa que dimensión predomina sobre las demás, como en las vertebrae y algunos huesos de la cara.
- HUESOS LARGOS: Cuando la longitud predomina con la anchura y el espesor, como el fémur o la clavícula.
- HUESOS SUTURALES Y SESAMOIDEOS. Son pequeñas masas óseas, diferentes en cada individuo tanto en número como en forma, los suturales se encuentran en las articulaciones de los huesos craneales, y los sesamoideos en tendones sujetos a presión, entre los huesos de la mano y del pie.<sup>2</sup>

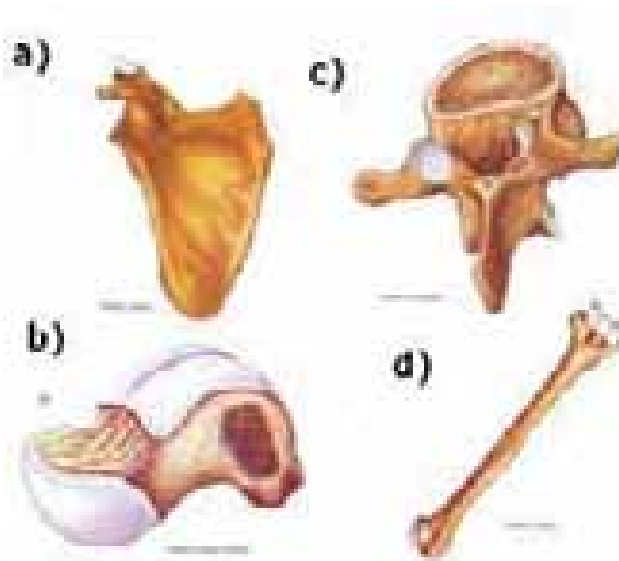
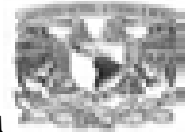


Figura 1.2. a) Hueso plano, b) Hueso corto, c) Hueso irregular d) Hueso largo.<sup>2</sup>



## 1.4 EMBRIOLOGÍA DEL HUESO

Los huesos se pueden formar por dos tipos de osificación: Osificación condral que forma los huesos largos y los irregulares, y la osificación membranosa que forma los huesos planos.<sup>2</sup>

OSIFICACIÓN CONDRAL: En los sitios donde habrá de formarse hueso largo, aparece primero el modelo cartilaginoso que crece en las tres dimensiones, al paso que sufre cambios morfológicos, tanto en su centro como en el nivel del pericondrio. Los procesos de desarrollo correspondientes se llaman osificación endocondral y pericondral.<sup>2</sup> (figura 1.3)

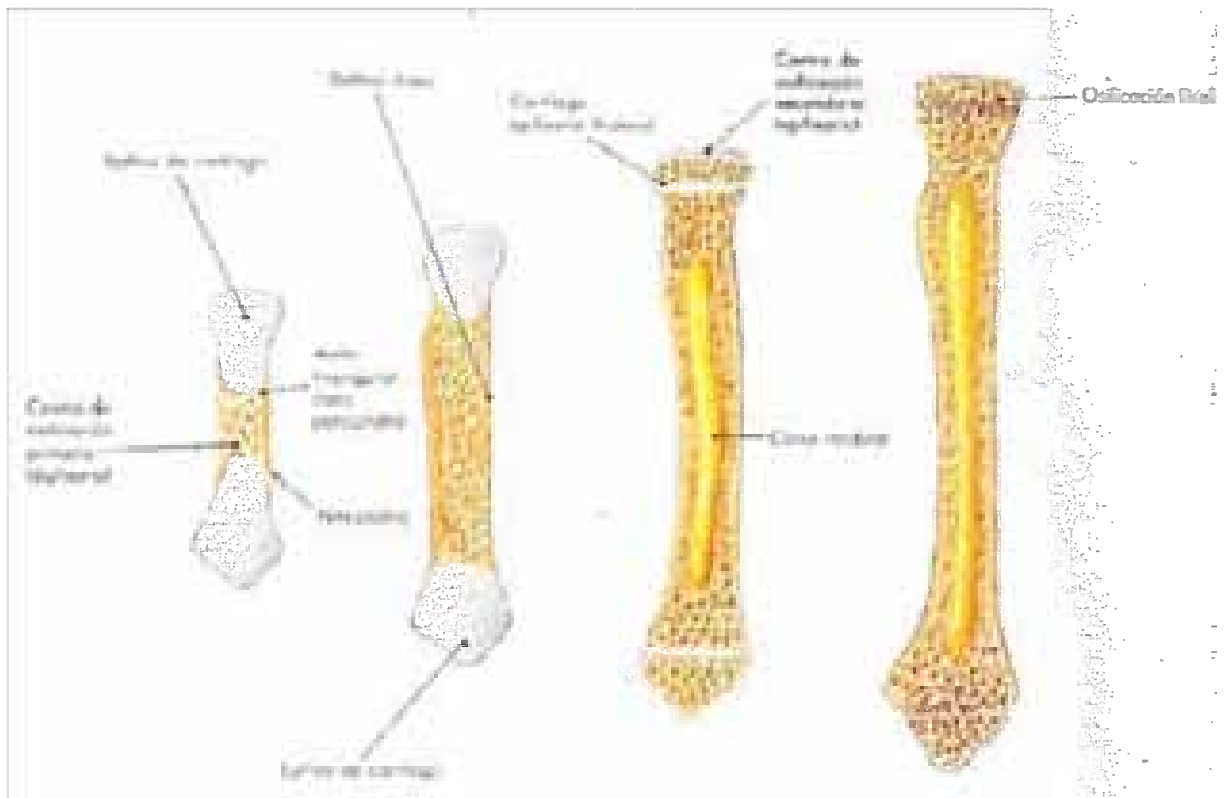
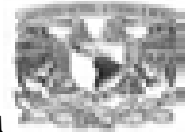


Figura 1.3 Osificación condral, transformación de un molde de cartílago en hueso largo y su crecimiento longitudinal.<sup>2</sup>



- OSIFICACIÓN PERICONDRAL:

Las células del estrato interno, ontogénico, del pericondrio se transforman en osteoblastos, células secretoras muy activas, que liberan matriz ósea y constituyen una especie de cápsula en torno del modelo cartilaginoso, llamado anillo óseo pericondral.

En seguida, sobre las fibras subyacentes del tejido conectivo se depositan sales minerales, fase a la que se le llama de hueso perióstico reticulofibroso.<sup>2</sup>

- OSIFICACIÓN ENDOCONDAL:

Entre las células del mesenquima que originaron los condrocitos, hay algunas que genéticamente están destinadas a ser osteoprogenitoras y otras precursoras de células sanguíneas.

Este centro mesenquimatoso del cartílago es invadido por proliferación vascular, en el, los condrocitos se edematizan, la matriz se adelgaza y las lagunas se agrandan y confluyen de tal manera que originan espacios que bosquejan la cavidad medular primitiva.

Esta va siendo invadida por osteoblastos, que forman la yema osteogénica primaria. Así queda integrado el centro primario de osificación.

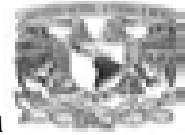
Mientras crece el modelo cartilaginoso, prolifera también el centro de osificación, por fases sucesivas de erosión y consecutiva invasión osteoblastica. Al mismo tiempo continúa creciendo el anillo óseo pericondral.

Desde el centro primario de osificación, el proceso avanza hacia ambos extremos del modelo cartilaginoso, en tanto continua la resorción ósea que dará lugar a la cavidad medular del hueso adulto.

Los acontecimientos sucesivos de erosión y neoformación se van repitiendo, de modo que, en tanto duran, se observan cuatro zonas estructuralmente distintas que son del extremo al centro del hueso (figura 1.4)

- a) De reserva cartilaginosa
- b) Proliferativa
- c) De resorción cartilaginosa
- d) De osificación.<sup>2</sup>





En los huesos largos de gran tamaño, hay cartílago epifisario en sus dos extremos, en los pequeños, como las falanges, existe sólo uno.

Debido a que los estadios epifisarios y los centros de osificación son visibles radiológicamente, y se usan para determinar **la edad ósea** del individuo en desarrollo.

- OSIFICACIÓN MEMBRANOSA.

En los sitios donde se forma hueso plano – cráneo, costillas, pelvis-, las células osteoprogenitoras se transforman en osteoblastos que inmediatamente empiezan a secretar matriz orgánica, constituyendo un tejido de aspecto membranoso, denominado osteoide. Estos que son los centros primarios de osificación, crecen en sentido periférico por trabéculas que son invadidas progresivamente por calcificación y que, al entrecruzarse, originan el aspecto areolar o esponjoso de los huesos planos. (Figura 1.5)

En las areolas limitadas por trabéculas, el mesénquima se diferencia en células precursoras de la médula ósea.<sup>2</sup>

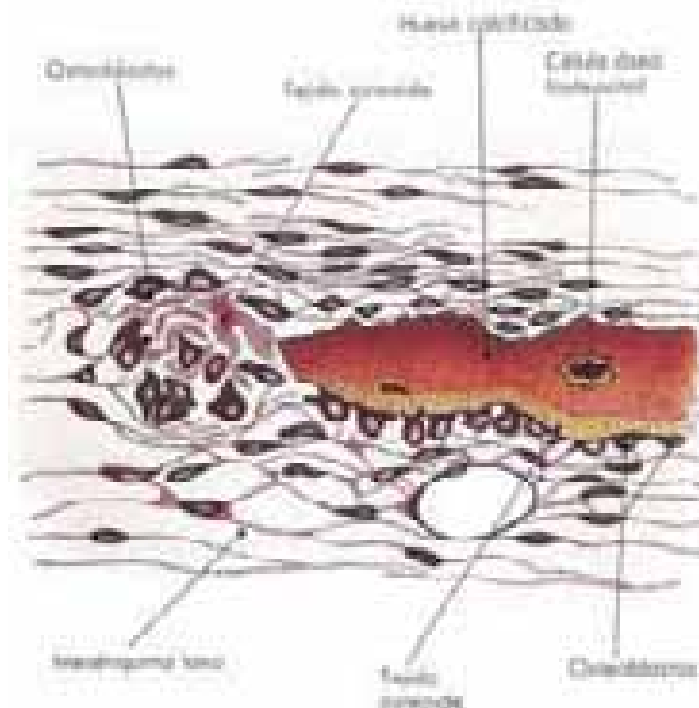
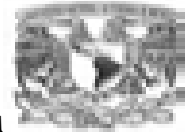


Figura 1.5 Osificación intramembranosa <sup>2</sup>



## 1.5 HISTOLOGÍA DEL HUESO:

Macroscópicamente:

El tejido formado por osificación pericondral se origina de tal manera que forma una masa sólida de hueso compacto, cuya cara profunda continua con tejido esponjoso originado por osificación endocondral.

En la epífisis hay una ligera capa de tejido compacto, mientras que el restante tejido es esponjoso.

Epífisis y diáfisis quedan separadas por una placa cartilaginosa epifisiaria llamada *metáfisis*.

En ambas caras de los huesos membranosos, el mesenquima forma periostio, constituyendo así laminas óseas, que al superponerse, originan la zona compacta de los huesos planos, en los que se aprecia una lámina interna y otra externa, entre las cuales hay tejido esponjoso.

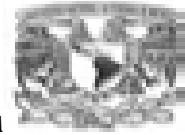
Microscópicamente:

Cuando los osteoblastos han terminado de secretar la sustancia que forma la matriz ósea, quedan en reposo, en el estado de células maduras u osteocitos. Durante la etapa erosiva de la osteogénesis, unos cuantos osteocitos quedan atrapados en los espacios denominados lagunas óseas. Cada una de estas, que se halla ocupada por un osteocito, se comunica en todas direcciones con sus vecinas, mediante canalículos que forman un sistema a través del cual fluye tejido intersticial, que contiene metabolitos y que por el son eliminados los desechos de la células óseas. (Figura 1.6)

El hueso está constituido principalmente por sustancia intercelular mineralizada, dispuesta en laminillas que forman unidades conocidas como osteones y cuyo conjunto se llama sistema osteónico. Cada osteón es una estructura cilindroide, dispuesta longitudinalmente en el hueso y recorrida por un canal central (de Havers), ocupada por un capilar sanguíneo.

Al adosarse varios osteones, debido a su forma dejan espacios entre ellos,. Tales espacios son ocupados laminillas intersticiales, que son restos de las que sufrieron resorción, durante la formación de espacios nuevos.

El conjunto del sistema osteónico e intersticial está revestido periféricamente por varias laminillas circunferenciales externas, las cuales forman una capa laminar que envuelve por completo las diáfisis y que exteriormente se relaciona con el periostio. Del mismo modo por debajo del endostio, hay una capa formada por la aposición de laminillas circunferenciales internas.



Del estrato osteogénico del periostio se desprenden las fibras perforantes de Sharpey, que penetran el hueso y que continúan con las fibras de sustancia intercelular.

Los vasos sanguíneos que rodean al hueso penetran a través del periostio y demás estructuras óseas por medio de canales perforantes de Volkmann, que les permite llegar a anastomarse con los vasos que llegan por el canal central del osteón y la cavidad medular del hueso.

El material inorgánico del hueso consiste en:

Fosfato de calcio (85%), carbonato de calcio (10%) y fluoruro de calcio y magnesio (5%)<sup>2</sup>

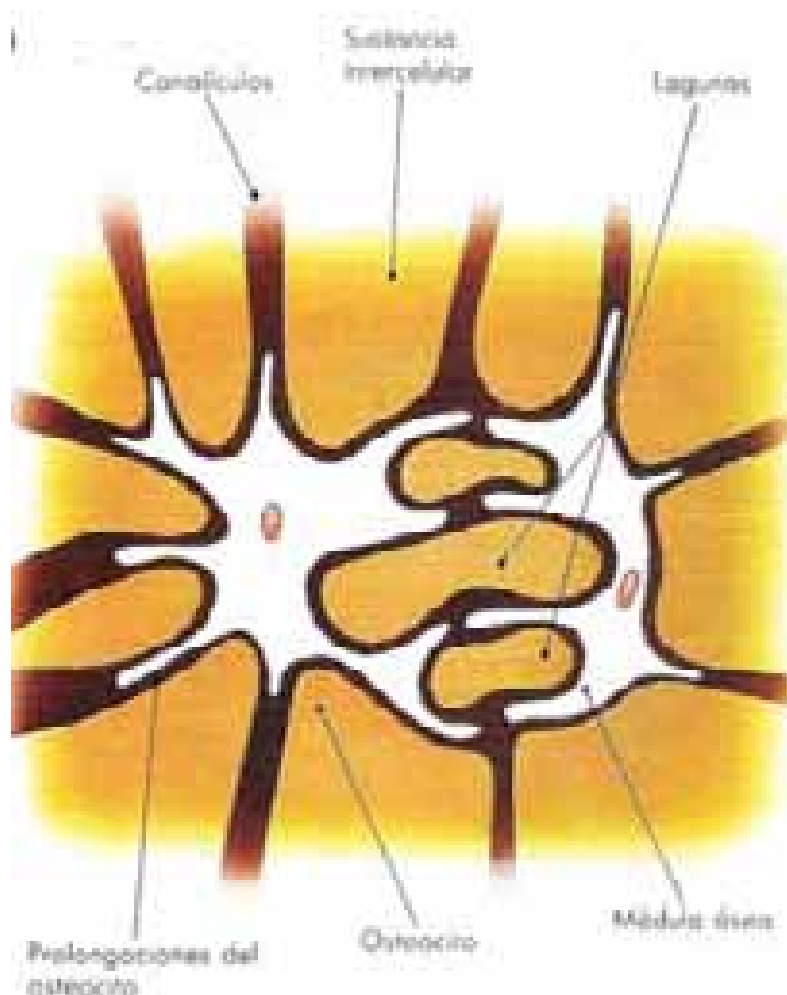
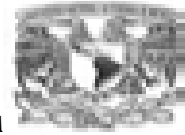


Figura1.6 Esquema de las lagunas óseas<sup>2</sup>



## CÁPITULO II DEFINICIONES

### 2.1 CRECIMIENTO

Por crecimiento no sólo se entiende el aumento estatural, corporal, aumento de tamaño, volumen o número de células de un tejido, sino también todas las modificaciones en la morfología y las proporciones corporales.

Es un fenómeno evolutivo desde el inicio de la vida intrauterina hasta el final de la adolescencia.

Cada periodo vital en el crecimiento del niño presenta unas peculiaridades. Existen los denominados periodos críticos que corresponden a momentos de máximo crecimiento en el tamaño y el número de las células, en los que el organismo es mucho más vulnerable si se produce cualquier alteración.

El crecimiento está determinado genéticamente pero es modulado por un amplio grupo de factores: nutricionales, ambientales, endocrinos.

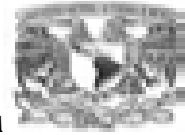
La normalidad de todos estos factores origina finalmente la talla normal determinada genéticamente para cada individuo<sup>3</sup>

#### 2.1.2 VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Generalmente es definida como el incremento de talla en un determinado período de tiempo (p ej. cada año) y tiene variaciones significativas según los antecedentes heredofamiliares, edad, sexo.

Las proporciones cambian y se obtienen por que los tejidos y los órganos crecen de diferente ritmo y en diferentes momentos. A pesar de que el crecimiento es un proceso ordenado hay momentos en que se intensifica y otros en los que mantiene relativa estabilidad.<sup>4</sup>





La velocidad de crecimiento puede ser graficada (figura 2.1) y según la edad se pueden distinguir tres períodos:

- un período de crecimiento rápido, que comprende los cuatro primeros años de vida.
- un período de crecimiento más lento y sostenido, desde los cuatro años hasta el inicio puberal.
- un nuevo período de aceleración o brote durante el crecimiento puberal.

Las diferencias relacionadas con el sexo, son evidentes en el momento de nacer: los varones tienen talla y peso mayores que las niñas. Sin embargo, esta diferencia disminuye después progresivamente y casi no se aprecia al año de edad. Las variaciones más notables en cuanto a sexo son las que ocurren durante la pubertad, por el adelanto en el crecimiento que presentan las niñas por el inicio de la menarquía que va acompañada de una aceleración del crecimiento este periodo de aceleración termina antes en las mujeres y tienen relación tanto con el momento del inicio del incremento en talla como con su magnitud y duración.<sup>3</sup>

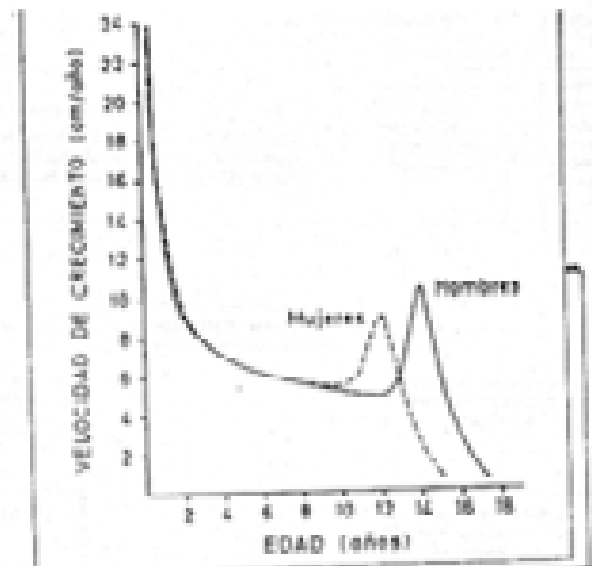
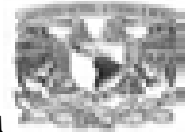


Figura 2.1. Curva de velocidad de crecimiento<sup>3</sup>



### 2.1.3 RITMO DE CRECIMIENTO.

Los brotes de crecimiento puberal dependen del sexo y varían en relación con la edad cronológica. Estas variaciones determinan la velocidad y duración del proceso puberal, (Figura 2.2), se inicia en las niñas entre los 10 y 12 años y en los niños, entre los 12 y 14 años, con un margen de variación de 3 años.<sup>3</sup>

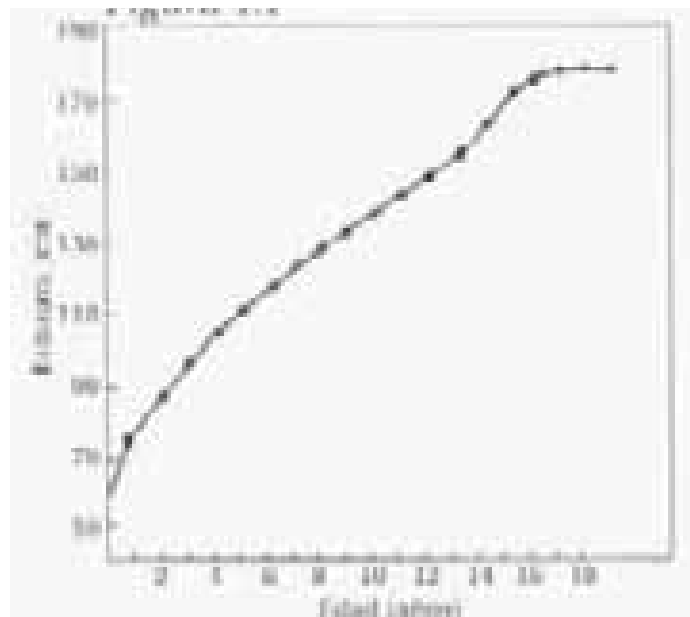
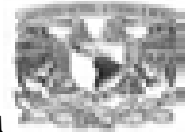


Figura 2. 2 Curva de crecimiento (distancia alcanzada) de un niño normal medido anualmente desde su nacimiento hasta la detención de su crecimiento.<sup>3</sup>

## 2.2 DESARROLLO:

El desarrollo se refiere a la serie de los procesos cambios cualitativos y cuantitativos que tienen lugar en el organismo humano y trae consigo el aumento de la complejidad de la organización e interacción de todos los sistemas. También se refiere a los cambios unidireccionales que ocurren en un ser vivo, desde constituirse como una simple célula hasta la muerte. La



base de estos eventos es la diferenciación y especialización celular cualidad que lleva a elevar la capacidad funcional.<sup>3</sup>

Los términos crecimiento y desarrollo se aceptan ampliamente en conjunto para designar los procesos físicos, químicos, y psicológicos que causan los cambios estrechamente vinculados a las formas y funciones de todos los tejidos del cuerpo. También incluye las crecientes capacidades y adaptaciones adquiridas en el proceso hacia la madurez.<sup>3</sup>

### 2.3 MADURACIÓN:

Representa cambios biológicos ocurridos con el paso del tiempo, se puede hablar de un órgano maduro cuando este ha alcanzado su mayor grado de perfeccionamiento anatómico y funcional.<sup>3</sup>

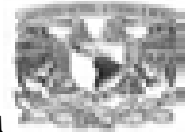
La madurez se puede clasificar en: Temprana, promedio y tardía:

Sexo Masculino:

- Madurez temprana: Todo individuo que se ubique por debajo del 10 % de los valores de referencia para su edad en el estadio alcanzado para cualquiera de los caracteres evaluados( edad ósea, dental, talla, peso)
- Madurez promedio: Todo individuo que se ubique entre el 10 y 90% de los valores de referencia para su edad en el estadio alcanzado para cualquiera de los caracteres evaluados. ( edad ósea, sexual, dental, talla, peso)
- Madurez Tardía: Todo individuo que se ubique por encima del 30% de los valores de referencia para su edad en el estadio alcanzado para cualquiera de los caracteres evaluados. ( edad ósea, sexual, dental, talla, peso)

Sexo Femenino:

- Madurez temprana: Todo individuo que se ubique por debajo del 10 % de los valores de referencia para su edad en el estadio alcanzado para cualquiera de los caracteres evaluados (edad ósea, dental, talla, peso) y que presente su menarquía antes de los 11,5 años.



- **Madurez promedio:** Todo individuo que se ubique entre el 10 y 90% de los valores de referencia para su edad en el estadio alcanzado para cualquiera de los caracteres evaluados (edad ósea, dental, talla, peso) o la menarquía.
- **Madurez Tardía:** Todo individuo que se ubique por encima del 30% de los valores de referencia para su edad en el estadio alcanzado para cualquiera de los caracteres evaluados. ( edad ósea, dental, talla, peso)Es decir que inicie su desarrollo sexual después de los 12,5 años o presente su menarquía después de los 14,5 años.<sup>5</sup>

## 2.4. EDADES DEL SER HUMANO.

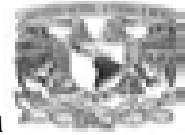
### 2.4.1. EDAD CRONOLÓGICA:

Representa el tiempo de vida de un individuo expresada en unidades como meses, semanas, años. Se caracteriza por modificaciones continuas en su ciclo vital, que se inician desde el huevo fecundado y termina con la muerte. Este ciclo es variable por la hereditariiedad, la raza, el sexo, y las condiciones mesológicas y su tiempo de duración se divide en los siguientes períodos:<sup>4</sup>

- Período Prenatal o de vida intrauterina.
- Período Posnatal.
  
- PERIODO PRENATAL O DE VIDA INTRAUTERINA.

Se desarrolla en el vientre materno, desde la concepción del nuevo ser hasta su nacimiento. Pasa por tres periodos:

- **Periodo cigótico:** Se inicia en el momento de la concepción, cuando el espermatozoide fecunda al óvulo y se forma el huevo o cigoto. Este comienza entonces a dividirse y subdividirse en células y aumenta de tamaño hasta formar el embrión, que al final de la segunda semana se arraiga en el útero.



- Periodo embrionario: Dura unas 6 semanas, en las cuales el embrión se divide en tres capas que se van diferenciando hasta formar el esbozo de los diversos sistemas y aparatos corporales.
- Periodo fetal: Es la culminación del embrión. El feto ya tiene la definida forma de un ser humano, que después de desarrollarse aceleradamente durante 7 meses, abandona el claustro materno en el acto del nacimiento.<sup>4</sup>

- PERIODO POSNATAL.

Fase que se extiende desde el nacimiento hasta la senilidad y se divide en:

- Fase neonatal: Corresponde a las dos semanas después del nacimiento
  - La infancia: Es la etapa comprendida entre el nacimiento y los seis o siete años.
  - La Niñez : Se sitúa entre los 6 y 12 años
  - La adolescencia: se sitúa de los 10 a los 20 años aproximadamente.
  - Madurez: Se extiende desde los 20 hasta los 60 años de edad.
  - Decadencia: Comprende la vejez y la senilidad. Y corresponde al periodo de los 60 años hasta la muerte.<sup>2</sup>

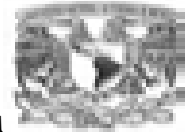
## **2.4.2 EDADES DEL DESARROLLO:**

### **2.4.2.1 EDAD SOMÁTICA:**

Edad biológica representada por características somáticas como peso y estatura que son indicadores del crecimiento, desarrollo y maduración corporal general.

- El neonato.

Pesa normalmente entre 2.5 a 3 Kg. y tiene una estatura promedio de 0.50 m. Tiene una cabeza desproporcionada en relación con su cuerpo y duerme la mayor parte del tiempo. Pero no es un ser completamente pasivo ya que



gradualmente va reaccionando a la variedad e intensidad de los estímulos de su nuevo ambiente.

Desarrollo físico y motor: Aparecen los primeros actos reflejos:

- Succión del pecho materno
- Contracción pupilar.
- Reacción ante sonidos fuertes y ante diversos sabores
- Realiza movimientos espontáneos e indiferenciados:
- Agita y retuerce su cuerpo
- Mueve los brazos y piernas (pedalea)

En el desarrollo motor observamos lo siguiente:

- A las 15 semanas: Puede coger un objeto perfectamente.
- A las 25 semanas: Se sienta solo.
- A las 45 semanas: Gatea
- A los 15 meses: Ya camina solo.
- A los 2 años: Sube las escaleras solo.
- A los 3 años: Corre de una manera más uniforme, puede lavarse y secarse las manos solo, alimentarse con una cuchara sin ensuciar demasiado, ir al baño, responder a instrucciones.

- La infancia

Fase oral: El niño llevará para experimentar y comunicar con los demás: todo a la boca.

Fase anal: Se denomina así porque el niño ya comienza a controlar sus esfínteres y obtiene un placer reteniendo los movimientos intestinales que estimulaban la mucosa anal.

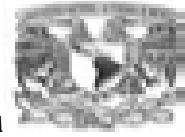
Fase elíptica: El infante desarrolla un intenso amor por el progenitor del sexo opuesto. El niño se apega a la madre y la niña al padre.

- La Niñez

El niño desarrolla la percepción, la memoria, razonamiento

Características principales en esta etapa:

- Aprende a no exteriorizar todo, aflora, entonces, la interioridad.
- Son tremendamente imitativos, de aquí que necesiten el buen ejemplo de sus padres.



- El niño se vuelve más objetivo y es capaz de ver la realidad tal como es.
  - Adquiere un comportamiento más firme sobre sus realidades emocionales.

- La Adolescencia

En la adolescencia se distinguen dos etapas:

- 1) Pre-adolescencia (fenómeno de la pubertad)
- 2) Adolescencia propiamente dicha.

La Preadolescencia:

Desarrollo físico: Se produce una intensa actividad hormonal. Se inicia a los 11 o 12 años en las mujeres y a los 13 o 14 años en los varones. En las mujeres aparece la primera menstruación y en los varones la primera eyaculación; pero en ambos todavía sin aptitud para la procreación. En ambos sexos aparece el vello púbico.

Se da también un rápido aumento de estatura, incremento en el peso, aparición de caracteres sexuales secundarios; en las mujeres: senos, caderas, etc. En los varones: Mayor desarrollo muscular, fuerza física, aumenta el ancho de la espalda, cambio de voz, pilosidad en el rostro, es satisfactorio.

La Adolescencia propiamente dicha.

Su pensamiento es más objetivo y racional.

- La juventud

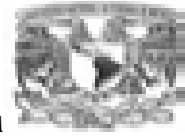
Es la etapa en la que el individuo se encuentra más tranquilo con respecto a lo que fue su adolescencia, aunque todavía no ha llegado al equilibrio de la adultez. El joven es capaz de orientar su vida y de ir llegando a la progresiva integración de todos los aspectos de su personalidad.

- La adultez

En esta etapa de la vida el individuo normalmente alcanza la plenitud de su desarrollo biológico y psíquico.

- La ancianidad

Se caracteriza por una creciente disminución de las fuerzas físicas, lo que, a su vez, ocasiona en la mayoría una sensible y progresiva baja de las cualidades de su actividad mental.



La declinación biológica se manifiesta por una creciente disminución de las capacidades sensoriales y motrices y de la fuerza física; las crecientes dificultades circulatorias, ocasionadas por el endurecimiento de las arterias; y en general, el progresivo deterioro del funcionamiento de los diversos órganos internos.<sup>4</sup>

#### 2.4.2.2 EDAD SEXUAL

Se refiere a los cambios sexuales que tienen lugar durante la vida del individuo y que son más evidentes durante la adolescencia. Son indicadores del crecimiento, desarrollo y maduración del individuo.

##### EN LAS MUJERES:

El desarrollo de las mamas es el signo principal de que una niña está entrando a la pubertad y a esto le sigue el primer período menstrual (menarquía). Antes de la llegada de la primera menstruación, una niña normalmente presenta:

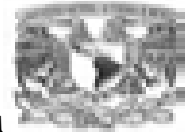
- Un aumento en la estatura
- Crecimiento de vello en el pubis, las axilas y las piernas
- Secreciones vaginales claras o blanquecinas
- Ensanchamiento de las caderas

##### EN LOS HOMBRES

- Crecimiento acelerado, sobre todo de estatura
- Aumento del ancho de los hombros
- Crecimiento del pene, del escroto y los testículos
- Cambios en la voz
- Crecimiento de vello en el pubis, las axilas y barba
- Eyaculaciones durante la noche

Estos elementos vertidos pueden brindar una idea para la evaluación del grado de maduración de un individuo dado, los cuales deben tomarse en cuenta para el diagnóstico y el plan de tratamiento.<sup>4</sup>





### **2.4.2.3 EDAD DENTAL**

Las fases de la erupción se utilizan para calcular la edad dental.

La edad dental se determina basándose principalmente en tres parámetros:

- Los dientes que han erupcionado
- El grado de reabsorción de los dientes primarios
- El grado de desarrollo de los dientes permanentes<sup>6</sup>

#### **Primera fase de la erupción en una edad dental de seis años.**

Erupción de los incisivos centrales inferiores permanentes seguida de los primeros molares inferiores permanentes y la de los primeros molares superiores permanentes. (Figura 2.3)<sup>6</sup>

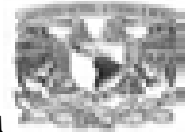


FIGURA 2.3 Edad dental de seis años<sup>6</sup>

### **Segunda fase de la erupción en una edad dental de siete años.**

Erupción de los incisivos centrales superiores y los incisivos laterales inferiores. Los primeros suelen emerger un año después de los inferiores, pero erupcionan primero que los incisivos laterales inferiores. La formación de la raíz de los incisivos laterales superiores está muy adelantada, pero todavía queda un año para su erupción, mientras que los caninos y premolares todavía están en fase de terminación de la corona o justo al comienzo de la formación de la raíz.

### **Edad dental de ocho años.**

Erupción de los incisivos laterales superiores. Tras la aparición de estos dientes en su arco pasan, pasa 2 o 3 años antes de que emerjan más dientes permanentes. (Figura 2.4)<sup>6</sup>

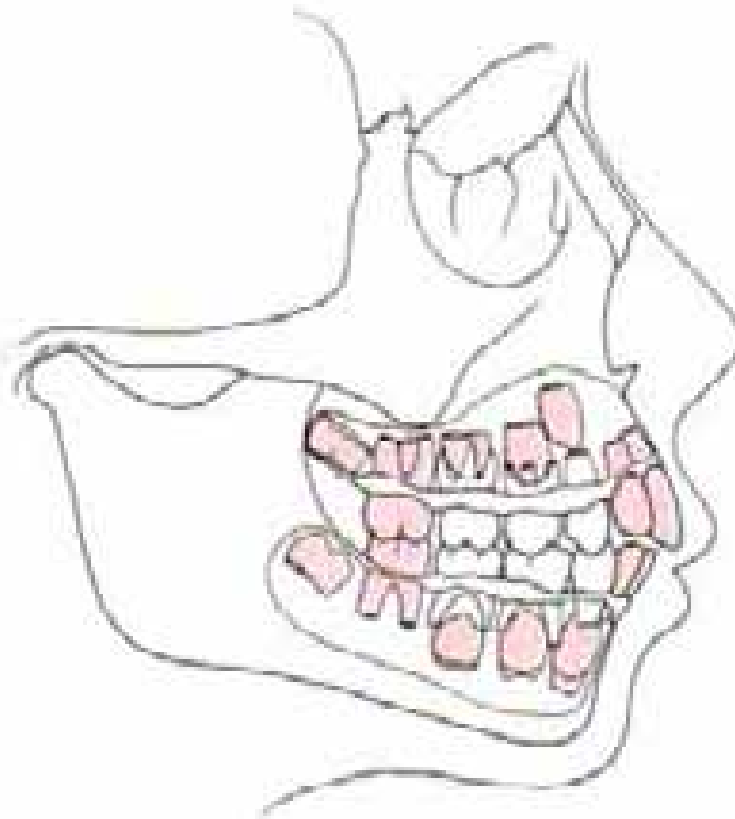
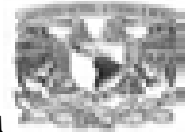
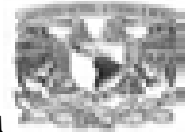


FIGURA 2.4 Edad dental de ocho años.<sup>6</sup>

### **Edad dental de 9 y 10 años**

No erupciona ningún diente, esta edad se caracteriza por la reabsorción de caninos y molares primario y por el grado de desarrollo de las raíces de sus sucesores permanentes. A la edad dental de 9 años están presentes los caninos y los primeros y segundos molares primarios, se ha completado aproximadamente un tercio de la raíz de los caninos inferiores y de los primeros premolares inferiores y acaba de empezar el desarrollo de la raíz del segundo premolar inferior (figura 2.5). En el arco maxilar ya ha comenzado a desarrollarse la raíz de los primeros premolares, pero apenas se ha iniciado el desarrollo de la raíz de los caninos y los segundos premolares.

La edad dental de 10 años se caracteriza por un mayor grado de reabsorción de las raíces de los caninos y molares primarios, así como de un desarrollo de los sucesores permanentes. A esta edad dental se ha



completado aproximadamente la mitad de las raíces de los caninos inferiores y de los primeros premolares inferiores, y casi la mitad de las raíces de los primeros premolares superiores, habiéndose desarrollado notablemente las raíces de los segundos premolares inferiores, los caninos superiores y los segundos premolares superiores.

Los dientes suelen emerger una vez que se ha completado tres cuartas partes de sus raíces y estas necesitan de 2 a 3 años para completar su desarrollo, una vez que el diente ha llegado a su contacto oclusal.

Así pues otro indicador de la edad dental de 10 años sería la conclusión del desarrollo de, los incisivos inferiores y casi la conclusión de las raíces de los laterales inferiores. Hacia la edad dental de los 11 años, deben haberse completado las raíces de todos los incisivos y de los primeros molares permanentes.<sup>6</sup>

#### **Edad dental de los 11 años.**

Erupcionan los caninos inferiores, los primeros premolares inferiores y los primeros premolares superiores, estos erupcionan casi simultáneamente. (Figura 2.6)<sup>6</sup>

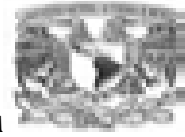


FIGURA 2.5 Edad dental de 9 y 10 años<sup>6</sup>



FIGURA 2.6 Edad dental de los 11 años<sup>6</sup>.



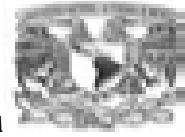
### Edad dental de los 12 años.

Erupcionan los caninos superiores y los segundos premolares superiores e inferiores.

A esta edad dental se acerca la erupción de los segundos molares permanentes de ambos arcos, también se pueden observar inicios de los terceros molares. (Figura 2.7)<sup>6</sup>



FIGURA 2.7 Edad dental de los 12 años.<sup>6</sup>



### Edad dental de 13,14 y 15 años.

Se caracteriza por el grado de culminación de las raíces de los dientes permanentes. (Figura 2.8). Hacia la edad de 15 años la formación del tercer molar se visualiza en las radiografías y debe haberse completado las raíces de los restantes dientes permanentes.<sup>6</sup>

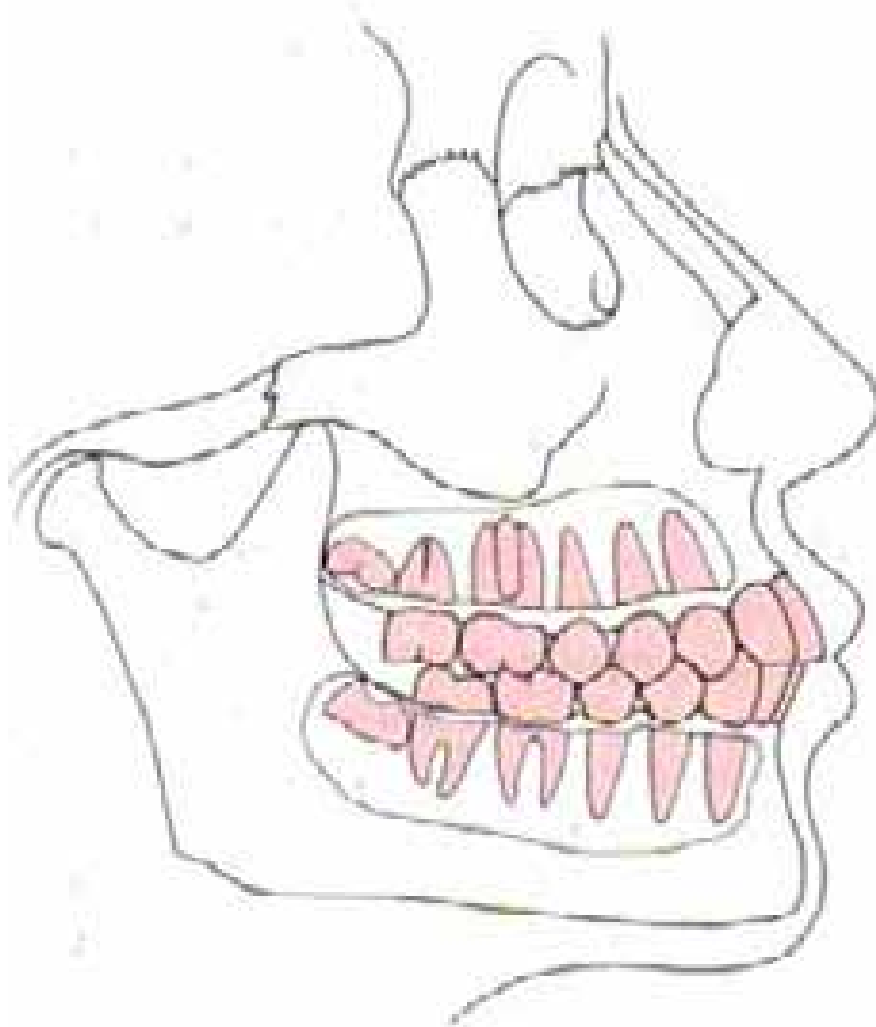
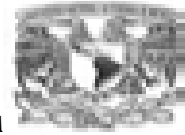


FIGURA 2.8 Edad dental de 15 años.<sup>6</sup>



#### **2.4.2.4 EDAD OSEA**

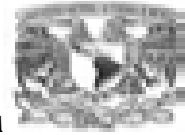
La determinación de la edad ósea ha sido el método más usado para la valoración de la maduración de estructuras de cabeza y cuello, consiste en la medición del avance del desarrollo de los huesos, a través del análisis radiográfico.

Cada hueso comienza con un centro primario de osificación que crecerá progresivamente a la vez que se remodela, pudiendo adquirir una o más epífisis y finalmente adquiriera la forma adulta con la fusión de la epífisis al cuerpo del hueso.

La secuencia para cada hueso es la misma en cuanto a los eventos que en el ocurrirán, teniendo lugar independientemente del grado de adelanto o retraso con respecto a la edad cronológica y otras edades biológicas.

Teóricamente todas las partes del cuerpo pueden ser empleadas para la valoración de la edad ósea, pero en la práctica, la mano y el carpo son las más utilizadas especialmente después del primer año de vida.<sup>3</sup>





## CAPÍTULO III MÉTODOS PARA DETERMINAR LA MADURACIÓN ÓSEA

### 3.1. ANATOMÍA DE LA MANO

La mano humana tiene 27 huesos (Figura 3.1), para su estudio se divide en:

- El carpo: formado por ocho huesos
- El metacarpo: formado por cinco huesos
- Falanges: formado por catorce huesos<sup>2</sup>

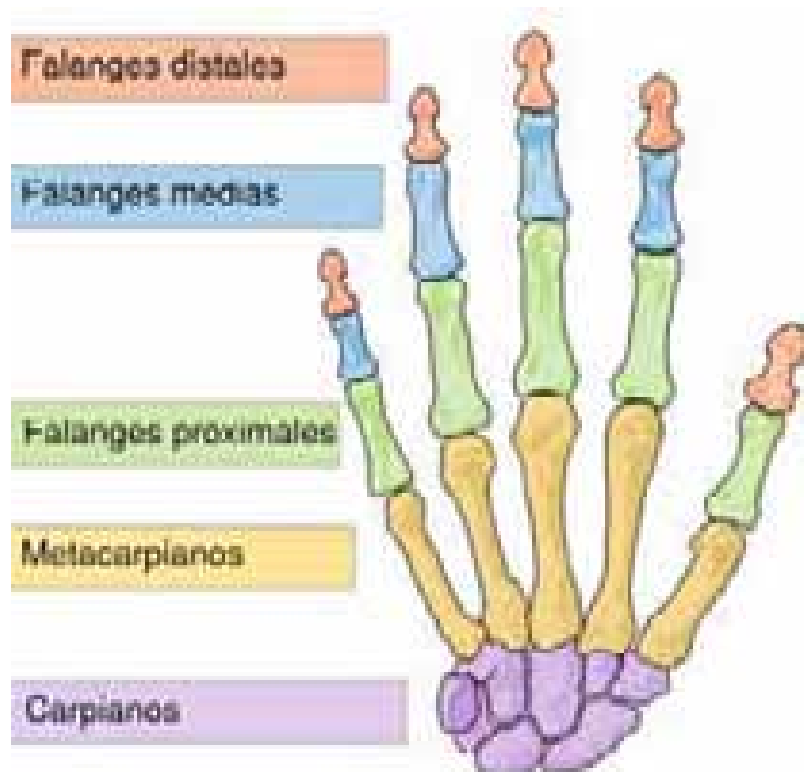
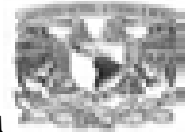


Figura 3.1 Esqueleto de la mano<sup>8</sup>



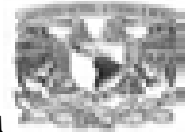
## CARPO

El carpo está formado por ocho huesos pequeños dispuestos en dos hileras transversales, una hilera superior, distal o antebraquial y una hilera inferior, proximal o metacarpiana. Estos huesos articulan en una pequeña cavidad formada por los huesos del antebrazo el radio y el cúbito o ulna. (Figura 3.2)

Todos los huesos del carpo son irregularmente cuboideos y por consiguiente tienen seis caras. De estas 6 caras, dos, la anterior o palmar y la posterior o dorsal son rugosas y están en relación directa con las partes blandas de la región palmar y de la región dorsal. Las otras cuatro, superior o braquial, inferior o metacarpiana, externa o radial e interna o cubital, son lisas y están recubiertas de cartílago.<sup>2</sup>



Figura 3.2 Huesos del carpo <sup>2</sup>



**Los huesos de la fila proximal son** (Figura 3.3): de fuera hacia adentro: el escafoides, el semilunar, el piramidal y el pisiforme.<sup>9</sup>



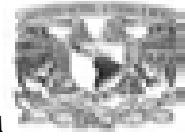
Figura 3.3 Los huesos de la fila proximal del carpo<sup>8</sup>

### **Escafoides**

Es el hueso más voluminoso de la primera fila, Presenta seis caras, de las seis caras del escafoides, tres son articulares y las otras tres no articulares.

*Caras articulares:* Las tres caras articulares son: la superior, la inferior y la interna. La cara superior, o superoexterna arriba es plana y se articula con el semilunar; la carilla que está más abajo, muy excavada, se corresponde con la parte externa de la cabeza del hueso grande.

*Caras no articulares:* Las tres caras no articulares son la externa, la anterior y la posterior. La cara externa está formada por un grueso tubérculo, que sobresale hacia delante y afuera: es el tubérculo del escafoides, en el cual viene a insertarse el ligamento lateral externo de la articulación de la muñeca. La cara posterior o dorsal es muy estrecha y está representada por un canal rugoso que se dirige oblicuamente hacia abajo y afuera. La cara anterior o palmar, estrecha en su parte superior, se ensancha considerablemente en la inferior donde se corresponde con el tubérculo escafoideo.<sup>9</sup>



El escafoides se articula con cinco huesos:

- el radio
- el semilunar
- el hueso grande
- el trapezoide
- el trapecio.

### **Semilunar**

El hueso semilunar se articula entre el escafoides y el piramidal en la parte media de la hilera carpiana proximal. Está constituido por cuatro carillas articulares y dos no articulares.

Las cuatro carillas articulares son:

- Superior: de forma convexa para el radio.
- Inferior: cóncava para la cabeza del hueso grande y la extremidad superior del ganchoso.
- Externa: plana y pequeña para el escafoides.
- Interna: plana y más grande para el piramidal.

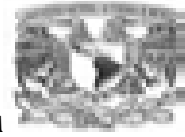
Las dos carillas no articulares del semilunar, la anterior es convexa y la posterior plana. Una y otra son rugosas, pero no se inserta en ellas ningún músculo.

El semilunar se articula con el radio, el escafoides, el piramidal, el ganchoso y por último el hueso grande.<sup>9</sup>

### **Piramidal**

El hueso piramidal se caracteriza por tener una forma algo parecida a una pirámide. Este hueso, al igual que el semilunar tiene cuatro carillas articulares y dos no articulares. El piramidal se articula con el cubito, el pisiforme, el semilunar y el hueso ganchoso.

Las carillas articulares son: una carilla superior, convexa en relación con el cubito una carilla inferior, cóncava para el hueso ganchoso; un carilla externa, plana para el semilunar y una carilla anterior interna para el pisiforme.<sup>9</sup>



Las dos carillas no articulares de este hueso son la anterior y la posterior. La cara anterior es estrecha y rugosa prolongada de arriba abajo y de afuera a dentro. La cara posterior es muy ancha y presenta una cresta transversal para inserciones ligamentosas.<sup>9</sup>

### Pisiforme

El hueso pisiforme es un hueso alargado en sentido vertical, con una única superficie articular, cara plana, esta se encuentra en la cara dorsal del hueso, para articularse con el hueso piramidal. La parte no articulada del hueso se proyecta distalmente más allá de la superficie articular.

El cubital anterior se inserta en la cara palmar y su continuación son los ligamentos psimetacarpianos y pisiunciforme. El ligamento anular anterior se inserta en la parte palmar de la cara lateral, y el abductor del quinto dedo y el ligamento anular dorsal se inserta en las caras medial y distal.

**Los huesos de la fila distal son** (Figura 3.4): de fuera hacia adentro: el trapecio, el trapezoide, el grande y el ganchoso.<sup>9</sup>

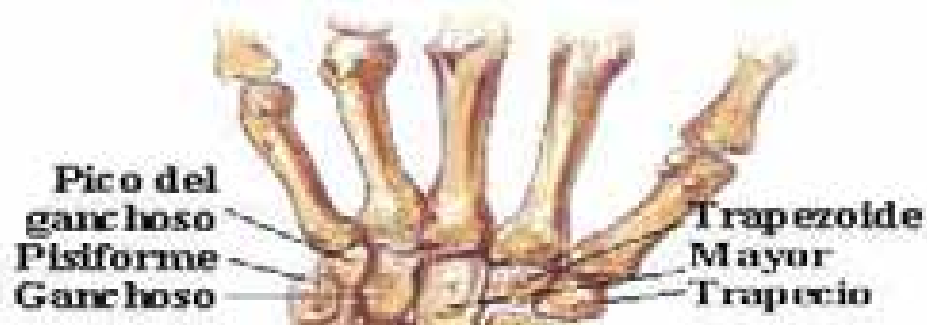
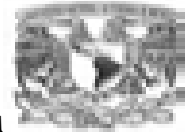


Figura 3.4 Los huesos de la fila distal del carpo<sup>8</sup>



## Trapecio

El trapecio se encuentra entre el escafoides y el primer metacarpiano y presenta tres carillas articulares y tres no articulares.

Las carillas articulares:

- Carilla superior: triangular para el escafoides.
- Carilla inferior: cóncava para la extremidad superior del primer metacarpiano.
- Carilla interna: cóncava para el trapezoide.

Las carillas no articulares:

- Anterior: es estrecha y presenta un canal profundo para el paso del tendón del palmar mayor.
- Posterior: presenta dos tubérculos para inserciones de ligamentos.
- Externa: es cuadrilátera y presenta inserciones al ligamento.

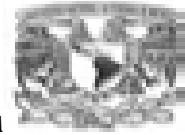
El trapecio se articula con el escafoides, el trapezoide, el primer metacarpiano y el segundo metacarpiano.<sup>9</sup>

## Trapezoide

El trapezoide es un hueso pequeño y de forma irregular. Se encuentra enclavado entre cuatro huesos, el escafoides por arriba, el segundo metacarpiano por abajo, el trapecio por fuera y el hueso grande por dentro. Presenta cuatro carillas articulares

- Carilla superior: triangular y cóncava para el escafoides.
- Carilla inferior: convexa en sentido transversal para el segundo metacarpiano.
- Carilla externa: convexa para el trapecio.
- Carilla interna: plana para el hueso grande.

El trapezoide presta inserción a dos músculos, el aductor y el flexor corto del pulgar, que no es constante.<sup>9</sup>



## Hueso grande

El hueso grande es el mayor de los huesos del carpo. El hueso grande parece formado por tres porciones. Una porción superior, la cabeza; una porción inferior, el cuerpo y otra media, el cuello.

Las carillas articulares se articulan con los huesos inmediatos debido a esto se encuentran en su cara superior, una carilla articular convexa; en su cara externa otra carilla convexa para el escafoides; en su cara interna una extensa carilla añadida por otras más pequeñas y en su cara inferior tres carillas contiguas para el segundo, tercero y cuarto metacarpiano.

Con respecto a las carillas no articulares, estas ocupan la cara palmar y dorsal del hueso. Estas dos carillas prestan por arriba un canal transversal que señala el cuello y por abajo una superficie rugosa con muchos agujeros vasculares<sup>9</sup>

## Hueso ganchoso

El hueso ganchoso es el último de la segunda fila del carpo. Tiene forma de cuña y tiene un relieve en forma de gancho. Es mucho más ancho en su parte inferior que en la superior, se parece a una pirámide.

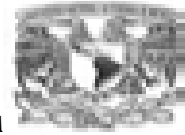
Las carillas articulares ocupan casi toda la circunferencia del hueso. La cara inferior presenta dos carillas articulares cóncavas, una en relación del cuarto metacarpiano y otra con el quinto metacarpiano. A los lados de las caras laterales del hueso, se extienden dos carillas articulares: una interna, muy oblicua para el piramidal y otra externa vertical para el hueso grande.

Presenta dos carillas no articulares:

- Cara anterior: que nace de una larga apófisis unciforme. Esta apófisis encorva a manera de gancho.
- Cara posterior: es muy ancha, rugosa y con agujeros.

De estas dos caras, la superficie externa forma parte del canal carpiano y la interna presenta un canal que corre la arteria cubito palmar.

El hueso ganchoso se articula con el piramidal, por dentro; con el hueso grande, con el semilunar y con los dos últimos metacarpianos.<sup>9</sup>



## **METACARPO**

El metacarpo constituye el esqueleto de la región palmar y consta de cinco huesos, denominados metacarpianos numerados del uno al cinco contados desde del pulgar hacia afuera

Los huesos llevan el nombre de primero, segundo, tercero, cuarto y quinto contando de afuera hacia adentro. Cada uno está separado en su parte media por un espacio elíptico.

Los huesos metacarpianos son huesos largos y están constituidos por el cuerpo, un extremo superior y otro inferior.<sup>9</sup>

### **Cuerpo (Figura 3.5 A)**

El cuerpo es curvo en el sentido de su longitud y consiste en tres caras y tres bordes.

La cara posterior es convexa y lisa y está en relación con los tendones de los dedos

Las caras laterales son más anchas por arriba que por abajo y están en relación con los músculos interóseos.<sup>9</sup>

### **Extremo Superior (Figura 3.5 B)**

La extremidad superior presenta tres carillas articulares y dos carillas no articulares.

Articulares:

La primera es superior y corresponde a la segunda fila del carpo.

La interna corresponde a los metacarpianos inmediatos.

La externa corresponde a la segunda fila del carpo.<sup>9</sup>

### **Extremo inferior (Figura 3.5 C)**

La extremidad inferior tiene una forma de cabeza articular y se articula con la falange proximal de los dedos.<sup>9</sup>

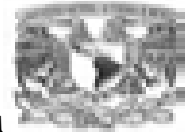
### **Primer metacarpiano (Figura 3.5 D)**

El primer metacarpiano tiene la característica de no articularse con ningún otro, y tiene dos carillas laterales y una carilla carpiana que es cóncava. Su cuerpo tiene forma aplanada y se asimila a una falange. Este hueso se articula con el trapecio, por arriba y la falange proximal del pulgar por abajo.<sup>9</sup>

### **Segundo metacarpiano (Figura 3.5 E)**

Tiene una característica de ser el más largo y tiene una base muy voluminosa para la articulación con el trapecoide. Presenta tres carillas para





los tres primeros huesos de la segunda fila del carpo. La forma de su cuerpo se asimila a una forma prismática tiene una cara ventral. Otra lateral y otra dorsal.

Este hueso se articula con el trapecio, el trapezoide, el hueso grande, el tercer metacarpiano y la falange proximal del segundo dedo.<sup>9</sup>

### **Tercer metacarpiano (Figura 3.5 F)**

El tercer metacarpiano presenta, al igual que el segundo, una apófisis estiloides para la inserción del segundo radial externo. También presenta dos carillas laterales. Este hueso se articula con el hueso grande, el segundo y el cuarto metacarpiano y la primera falange de cuarto dedo.<sup>9</sup>

### **Cuarto metacarpiano (Figura 3.5 G)**

El cuarto metacarpiano tiene la característica de ser más corto y más delgado que los anteriores. La cara lateral presenta dos carillas ovales que sirven para la articulación con el tercer metacarpiano. El cuarto metacarpiano se articula con el hueso grande, el hueso ganchoso, el tercer y quinto metacarpiano y la falange proximal del cuarto dedo.<sup>9</sup>

### **Quinto metacarpiano (Figura 3.5 H)**

El quinto metacarpiano se diferencia de los otros cuatro por poseer una carilla lateral, la interna. También presenta una apófisis estiloides destinada al tendón del músculo cubital posterior. Este hueso se articula con el hueso ganchoso, el cuarto metacarpiano y la falange proximal del quinto dedo.<sup>9</sup>

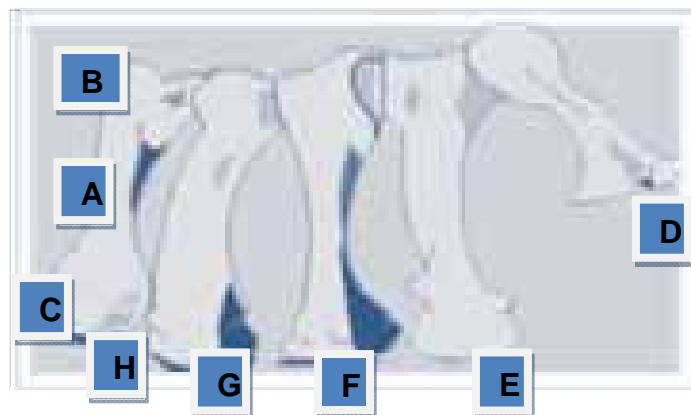
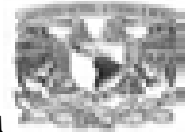


Figura 3.5 Metacarpo<sup>10</sup>



## DEDOS

Los dedos son los órganos esenciales de prensión y del tacto, muy móviles. Sus huesos están articulados con los metacarpianos y también se numeran del 1 a 5 comenzando por el pulgar. Reciben el nombre de afuera hacia dentro de pulgar, índice, medio, anular y meñique. (Figura 3.6)<sup>2</sup>

Están formado por tres columnitas decrecientes que se denominan falanges: dos en el pulgar, y tres en cada uno de los otros cuatro dedos. Estas son:

- la falange distal
- la falange media y
- la falange proximal.

(El pulgar no tiene falange media y por eso no es correcto considerarlo como dedo).

Todas las falanges tienen una estructura parecida, distinguiéndose un cuerpo (diáfisis) y dos extremos (epífisis). Son numerosos los músculos que se insertan en estas falanges:<sup>4</sup>

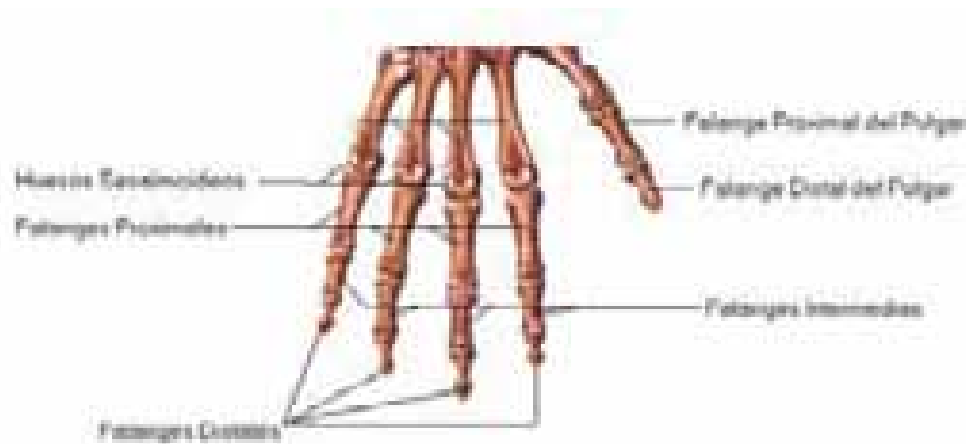
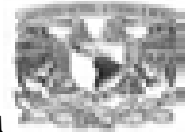


Figura 3.6 Dedos <sup>3</sup>

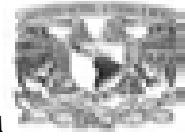


## **HUESOS SESAMOIDEOS**

Son pequeñas masas óseas redondeadas, situadas en el espesor de ciertos tendones sometidos a compresión y a fuerza de tensión habituales.

En el miembro superior los huesos sesamoideos normalmente se hallan (aunque no siempre son constantes) en:

1. Articulación de la cara palmar de la mano.
2. Articulación metacarpofalángica.
3. Articulación metacarpofalángica de los dedos medio y anular.
4. Articulación del índice.
5. Articulación interfalángica del pulgar.
6. Articulación interfalángica distal del dedo índice.<sup>10</sup>



### 3.1.2 RADIOGRAFÍA DIGITO PALMAR

En ortodoncia, la estimación del grado de maduración del individuo constituye un auxiliar valioso en la determinación del potencial de crecimiento del paciente durante el tratamiento, siendo importante la determinación del pico de crecimiento puberal, la velocidad de crecimiento y la predicción de cuándo ocurrirá dicho pico de crecimiento. <sup>(4)</sup>

Las características de osificación pueden detectarse a nivel de las falanges, huesos del carpo y radio.

#### ESTADIOS EPIFISIARIOS

Los estados de crecimiento óseo se valoran según la relación radiográfica entre la epífisis y la diáfisis de las falanges, y se distinguen tres de ellos.

- ✚ Primer estadio: la diáfisis tiene la misma anchura que la epífisis (Estadio =). (Fig.3.7 A,B )
- ✚ Segundo estadio: estadio de capuchón, donde la diáfisis rodea a la epífisis a modo de capuchón (Estadio cap.). (Fig.3.7 C )
- ✚ Tercer estadio: estadio de unión, donde la diáfisis se osifica con la epífisis. (Estadio u.). (Fig. 3.7D)<sup>4</sup>

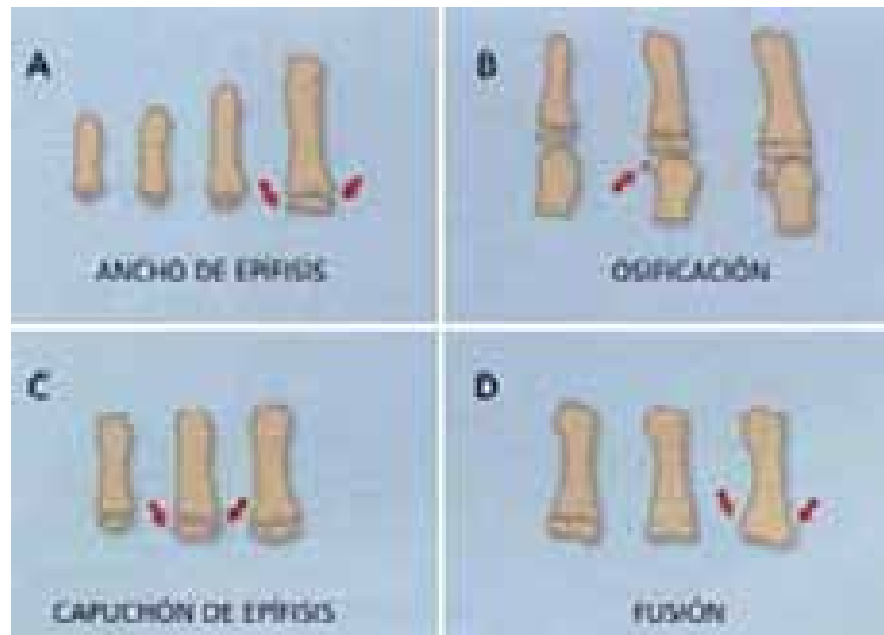
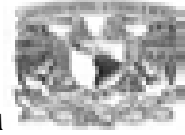


Figura 3.7 Indicadores de Maduración <sup>(7)</sup>



Los dedos se denominan con las cifras 1 a 5 a partir del pulgar.

El primer estadio comienza aproximadamente 3 años antes del brote de crecimiento puberal.

El segundo estadio de osificación coincide con el brote máximo de crecimiento puberal.

El tercer estadio de osificación significa la terminación del brote de crecimiento puberal.<sup>(4)</sup>

## **MÉTODO DE BJÖRK MODIFICADO POR GRAVE-BROWN**

El análisis de Björk, que divide el proceso de maduración de los huesos de la mano en 9 estadios evolutivos entre el noveno y los 17 años de edad estos nueve estadios están agrupados en cinco fases de crecimiento óseo.<sup>4</sup>

### **FASE I - Espera**

- Primer estadio de maduración
- Segundo estadio de maduración

### **FASE II - Aceleración**

- Tercer estadio de maduración
- Cuarto estadio de maduración

### **FASE III - Crecimiento Máximo**

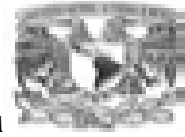
- Quinto estadio de maduración

### **FASE IV - Decreciente**

- Sexto estadio de maduración
- Séptimo estadio de maduración
- Octavo estadio de maduración

### **FASE V - Fin del crecimiento**

- Noveno estadio de maduración



## FASE I - ESPERA

- PRIMER ESTADIO DE MADURACIÓN (Figura 3.8):

La diáfisis de la falange proximal del dedo índice, muestra la misma anchura que la epífisis (PP2=). Este estadio comienza aproximadamente 3 años antes del brote de crecimiento puberal.

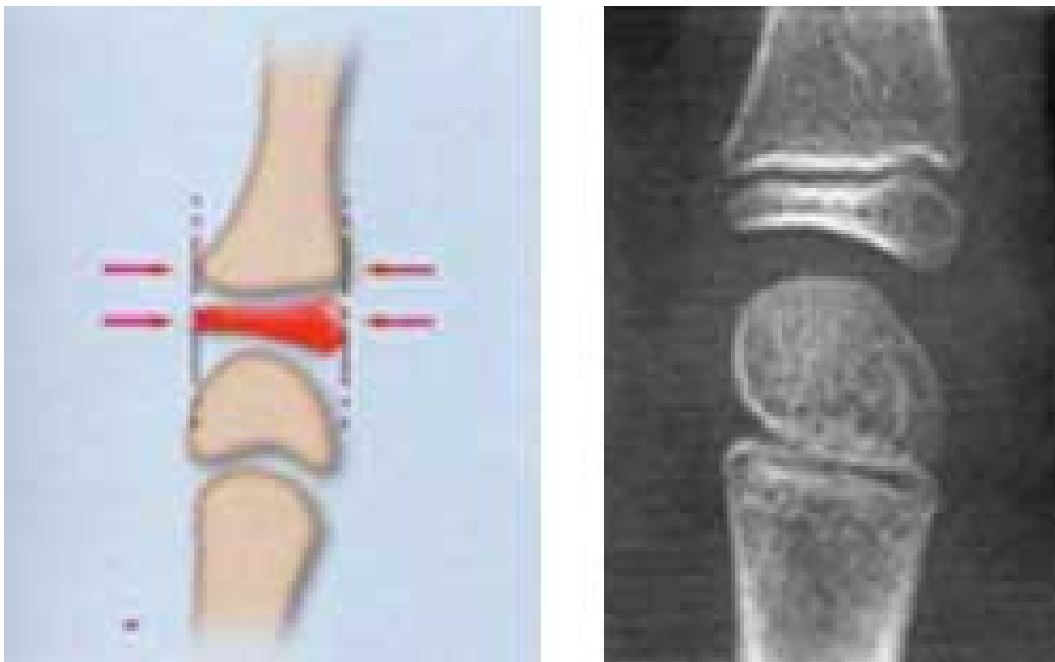
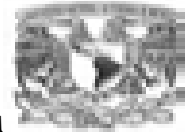


Figura 3.8 Primer Estadio de Maduración <sup>(7)</sup>



- SEGUNDO ESTADIO DE MADURACIÓN (Figura 3.9):

La diáfisis de la segunda falange del dedo medio muestra la misma anchura que la epífisis (MP3=).

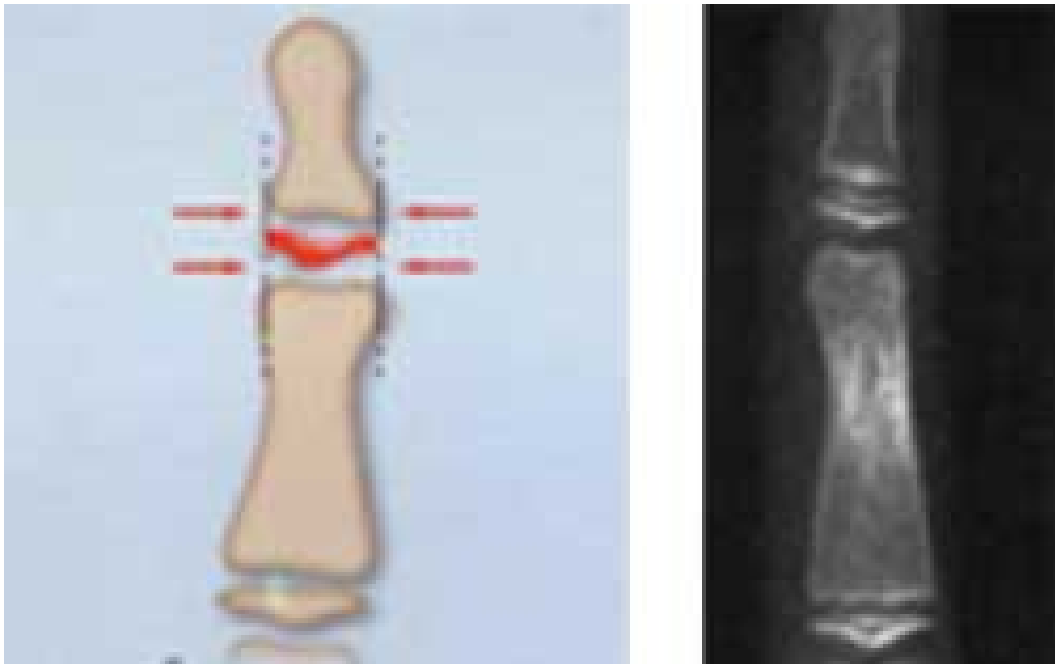
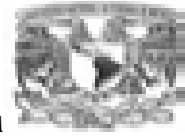


Figura 3.9 Segundo Estadio de Maduración <sup>(7)</sup>



## FASE II – ACELERACIÓN

- TERCER ESTADIO DE MADURACIÓN (Figura 3.10):

(Pisci) Osificación visible del hueso pisiforme.

(H-1): Comienza a observarse delimitación de la apófisis unciforme del ganchoso.

(R =): Igual anchura entre la diáfisis y epífisis del Radio

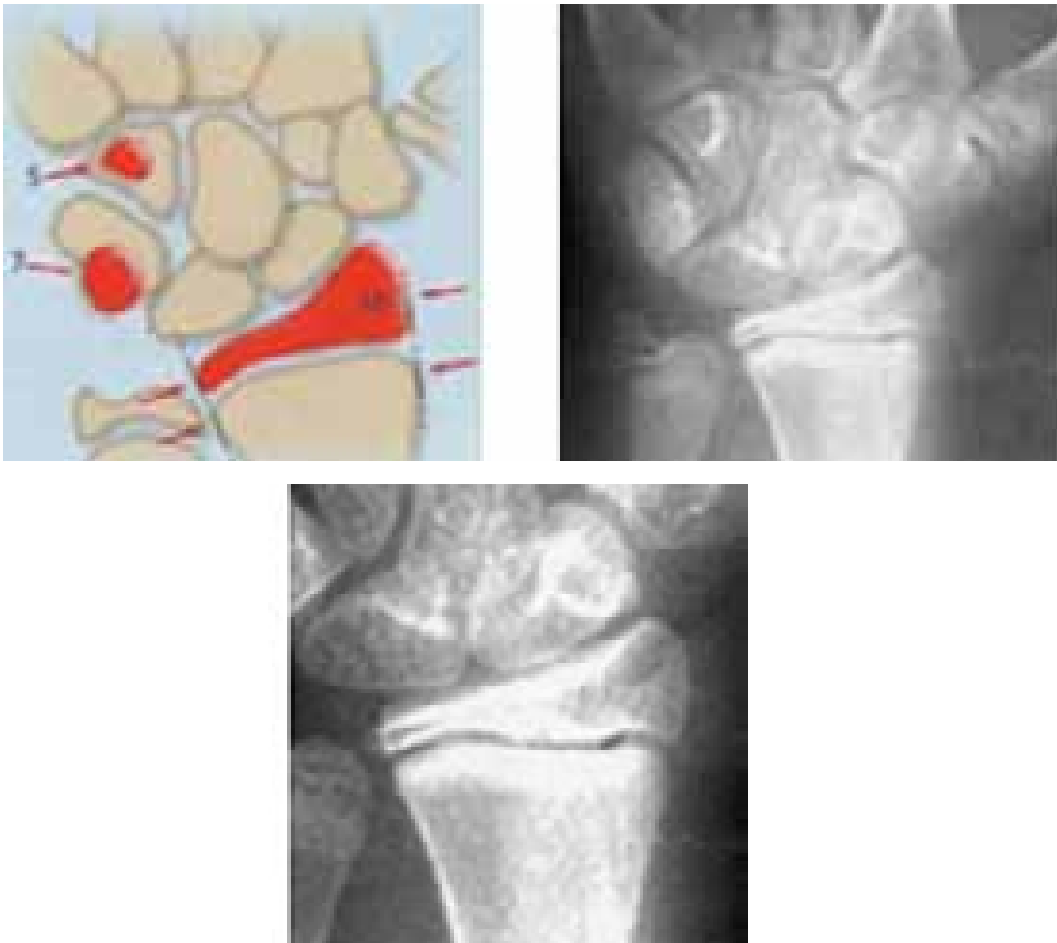
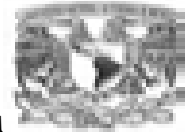


Figura 3.10 Tercer Estadio de Maduración <sup>(7)</sup>





- CUARTO ESTADIO DE MADURACIÓN (Figura 3.11):

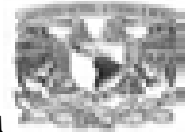
(S): inicio de mineralización del hueso sesamoideo del pulgar.

(H-2): Buena delimitación de la apófisis unciforme del ganchoso.

Este estadio se alcanza poco antes o al inicio del brote de crecimiento puberal.



Figura 3.11 Cuarto Estadio de Maduración <sup>(7)</sup>



### FASE III - CRECIMIENTO MÁXIMO

- QUINTO ESTADIO DE MADURACIÓN (Figura 3.12):

(MP3 cap) La epífisis rodea a modo de capuchón a la diáfisis, a nivel de la segunda falange del dedo medio.

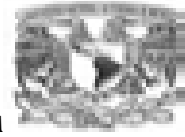
(PP1 cap) La epífisis rodea a modo de capuchón a la diáfisis, a nivel de la falange proximal del pulgar.

(R cap.) La epífisis rodea a modo de capuchón a la diáfisis del Radio.

Este estadio de osificación coincide con el brote máximo de crecimiento puberal.



Figura 3.12 Quinto Estadio de Maduración <sup>(7)</sup>



#### FASE IV – DECRECIENTE

- SEXTO ESTADIO DE MADURACIÓN (Figura 3.13):

(DP3 u) Fusión visible de la diáfisis y epífisis de la falange distal del dedo medio.

Al alcanzarse este estadio de maduración, termina el brote de crecimiento puberal.

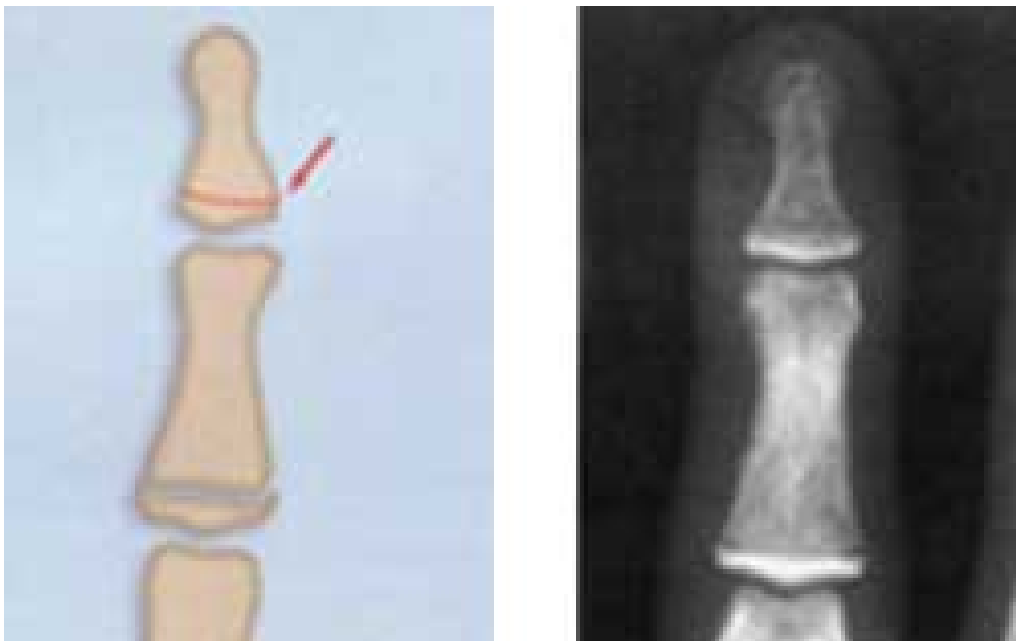
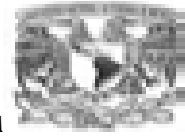


Figura 3.13 Sexto Estadio de Maduración <sup>7</sup>

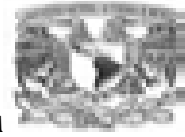


- SÉPTIMO ESTADIO DE MADURACIÓN (Figura 3.14):

(PP3 u) Fusión visible de la diáfisis y epífisis de la falange proximal del dedo medio.



Figura 3.14 Séptimo Estadio de Maduración <sup>(7)</sup>



- OCTAVO ESTADIO DE MADURACIÓN (Figura 3.15):

(MP3 u) Fusión visible de la diáfisis y epífisis de la segunda falange del dedo medio.

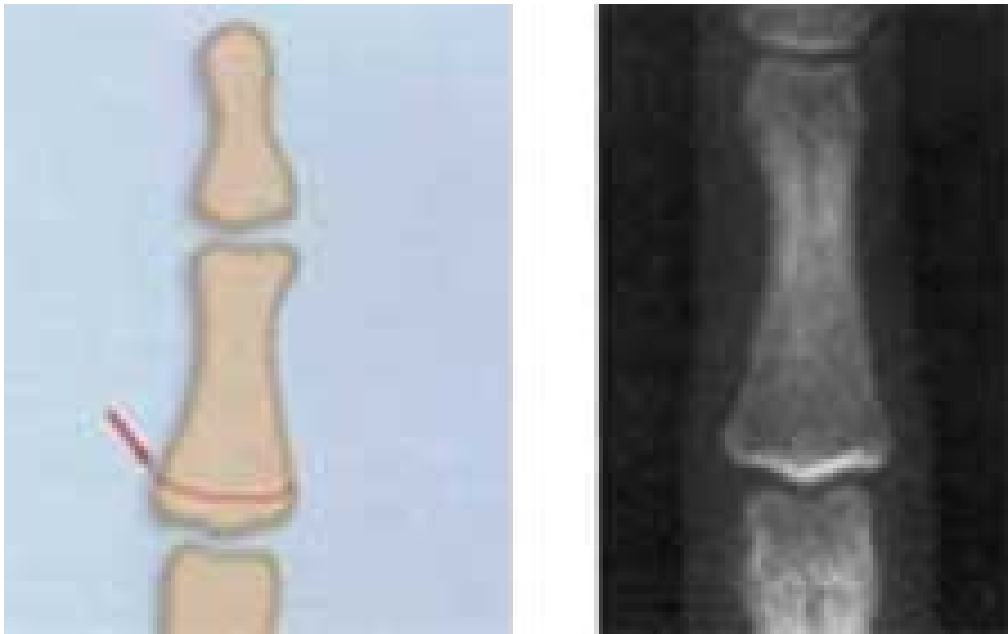
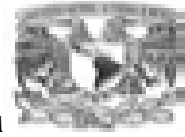


Figura 3.15 Octavo Estadio de Maduración <sup>(7)</sup>



## FASE V - FIN DEL CRECIMIENTO

- NOVENO ESTADIO DE MADURACIÓN (Figura 3.16):

(R u) Osificación total de la diáfisis y epífisis del Radio.  
Al llegar a este estadio, termina la osificación de todos los huesos de la mano y, al mismo tiempo, el crecimiento óseo.<sup>11</sup>

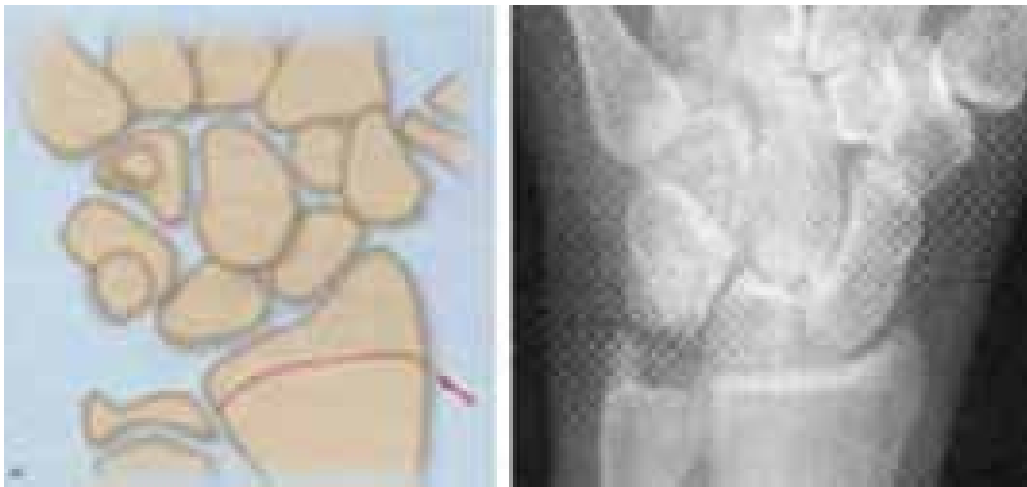
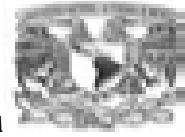


Figura 3.16 Noveno Estadio de Maduración <sup>(7)</sup>



## 3.2 VÉRTEBRAS CERVICALES

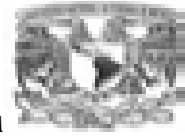
La maduración de las vértebras cervicales es un método apropiado para la evaluación de la maduración ósea de los pacientes, con base en una simple observación radiográfica (en radiografía lateral de cráneo), lo cual disminuye el número de radiografías a tomar ya que esta radiografía se pide al inicio de cualquier tratamiento ortodóntico - ortopédico.

### 3.2.1 ANATOMÍA

La columna vertebral cervical (Figura 3.17), consta de siete vértebras, son las más pequeñas en tamaño de la columna, la espina cervical forma la principal conexión entre el cuello, el tronco y las extremidades.<sup>2</sup>



Figura 3.17 Columna cervical<sup>2</sup>



Las dos primeras vértebras cervicales, Atlas y Axis, anatómicamente presentan rasgos propios y particulares.

**El Atlas** o primera vértebra cervical (Figura 3.18), presenta ausencia del cuerpo vertebral y de la apófisis espinosa, presenta:

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| 1. Tubérculo dorsal                          | 6. Arco anterior                    |
| 2. Arco posterior                            | 7. Tubérculo anterior               |
| 3. Masa lateral                              | 8. Canal arterial                   |
| 4. Carillas articulares                      | 9. Cavidad glenoidea                |
| 5. Carilla articular para Apófisis odontoide | 10. Agujero transverso <sup>2</sup> |

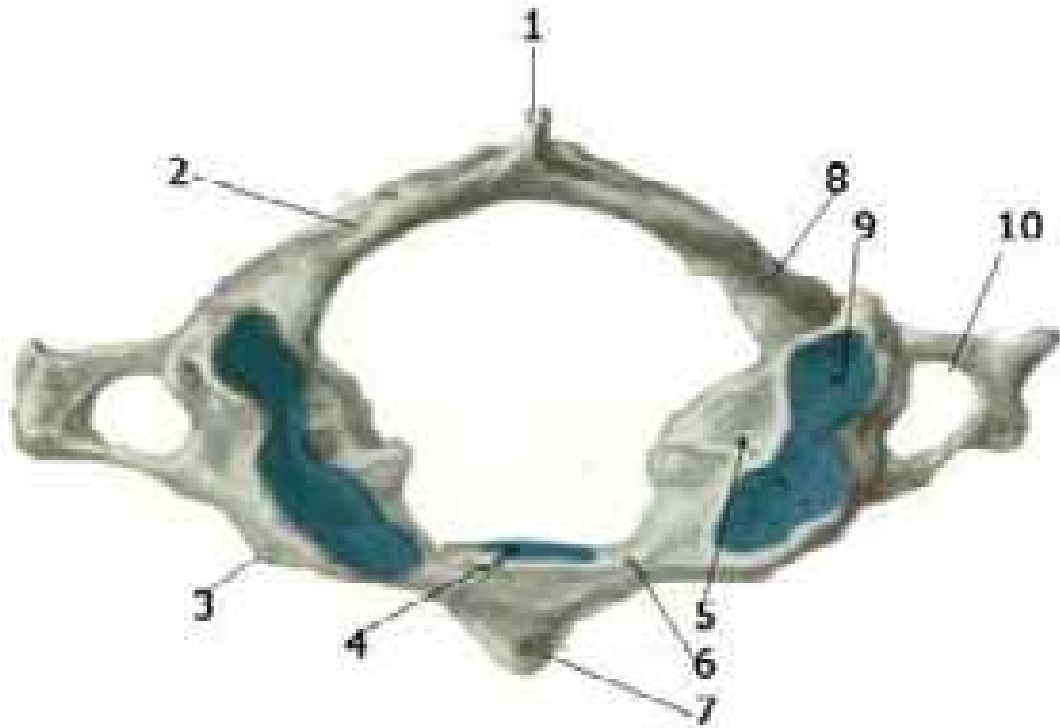
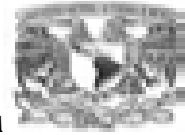


Figura 3.18 Primera vertebra cervical<sup>12</sup>





**El Axis** es la segunda vértebra cervical (Figura 3.19), es el mayor y más fuerte de los segmentos cervicales. Su característica diferencial es la apófisis odontoide propia y única de esta vértebra, su función principal es la servir de pivote de la rotación del Atlas<sup>2</sup>

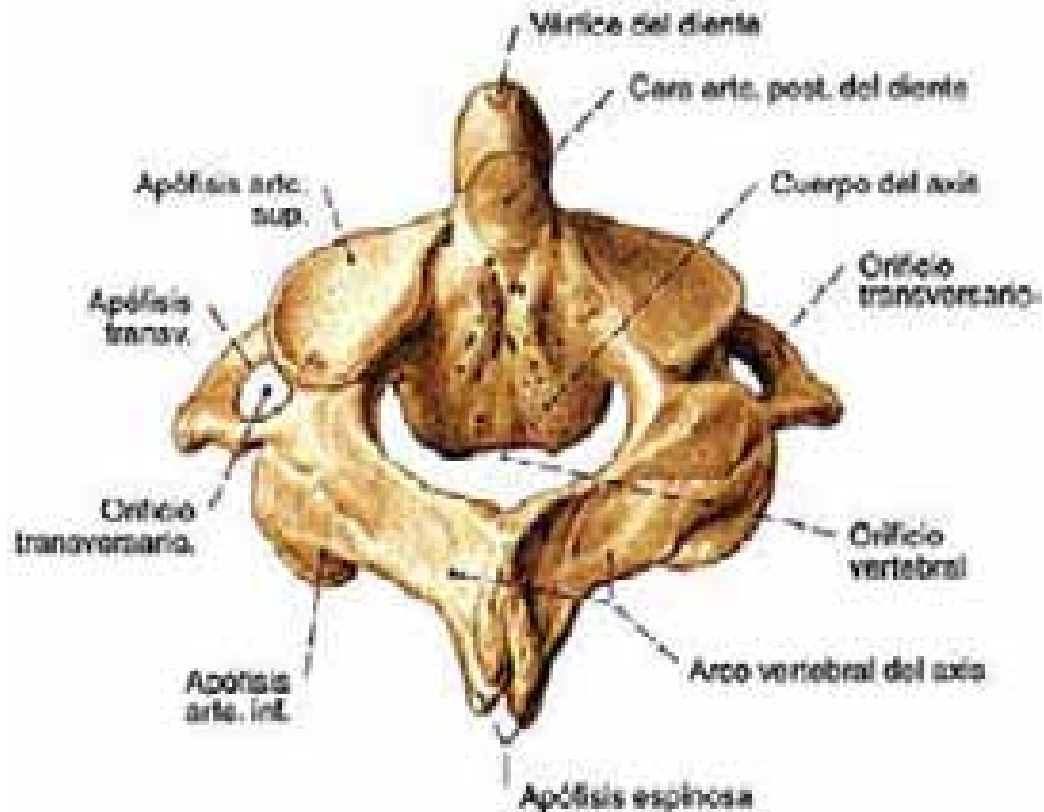
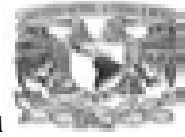


Figura 3.19 Segunda vértebra cervical<sup>2</sup>



Las restantes vértebras cervicales (Figura 3.20), presentan una anatomía similar entre sí.

Caracteres comunes:

- |                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 1. un cuerpo                | 5. dos laminas vertebrales     |
| 2. un orificio vertebral    | 6. cuatro apófisis articulares |
| 3. dos apófisis transversas | 7. dos orificios transversales |
| 4. apófisis espinosa        | 8. dos pedículos <sup>2</sup>  |

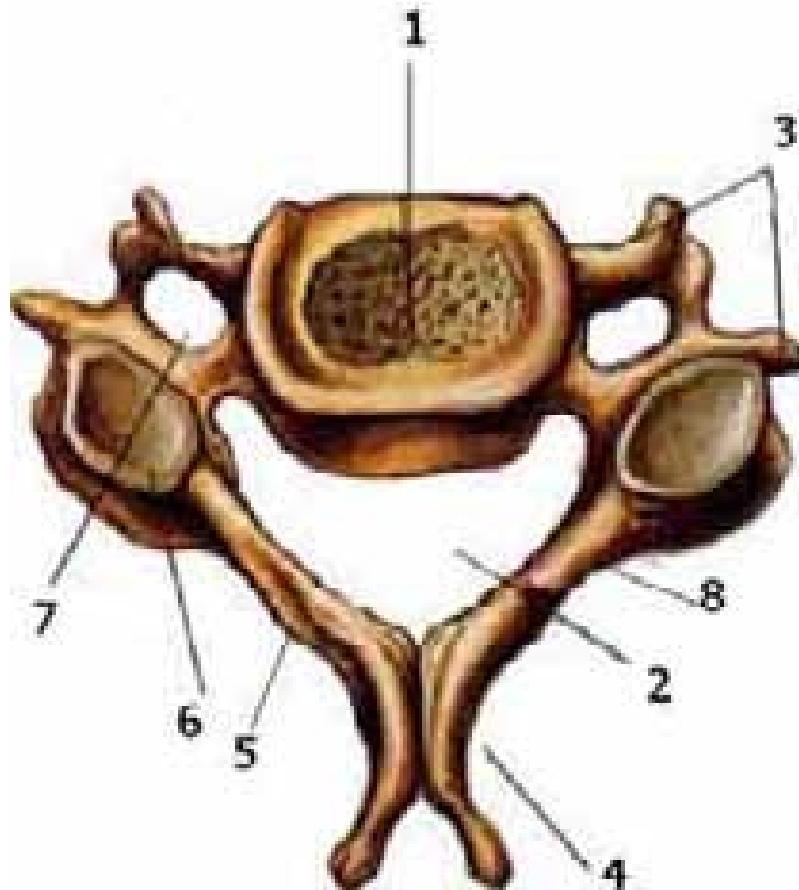
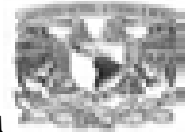


Figura 3.20 Vertebra cervical<sup>3</sup>



### 3.2.2 MÉTODO DE EVALUACION DE BACCETTI Y MC NAMARA

La maduración de las vértebras cervicales es un método apropiado para la evaluación de la maduración ósea de los pacientes, en base a una observación radiográfica, cefalografía lateral, (que es utilizada de forma rutinaria para elaborar el diagnóstico y formular el plan de tratamiento ortodóntico) y sin exposición adicional a los rayos X, como sería el caso de la radiografía digito-palmar.<sup>13</sup>

Este método provee al ortodoncista una herramienta para ayudarlo a determinar el potencial de crecimiento de sus pacientes y aplicar una terapéutica en el momento ideal.

En el análisis visual del estudio de Hassel y Farman, se observaron 2 variables para determinar el estadio de maduración ósea: la concavidad en el borde inferior de la vértebra y la apariencia que se describe de cuatro formas.<sup>13</sup>

**Trapezoidal** (Figura 3.21): El borde superior descende desde la parte posterior a la anterior.<sup>13</sup>

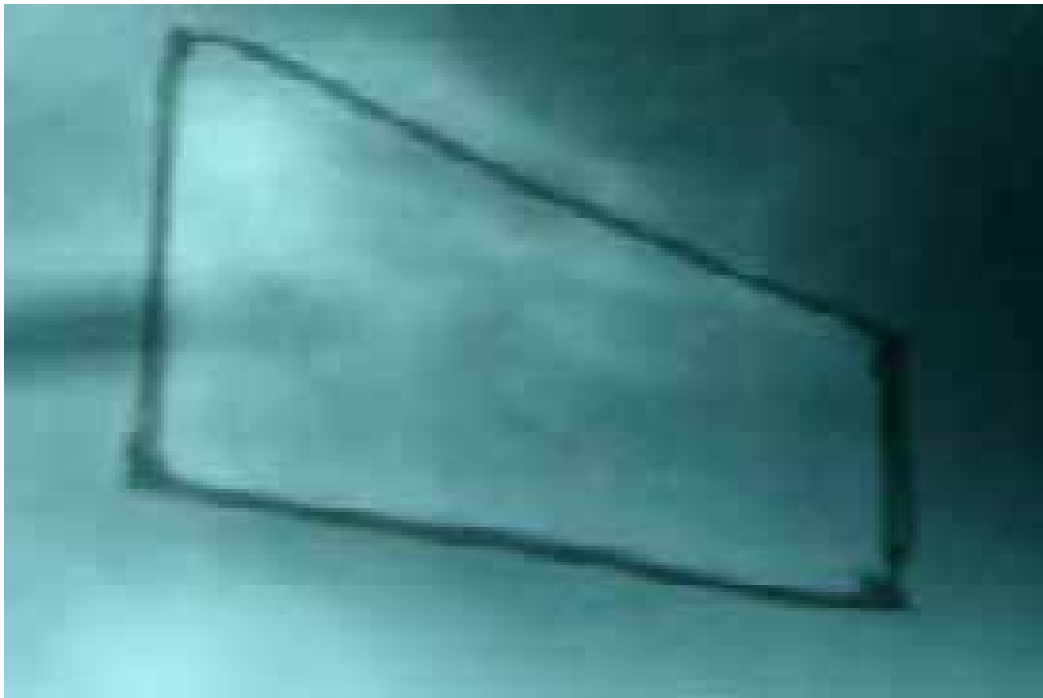


Figura 3.21 Forma trapezoidal<sup>13</sup>



**Rectangular Horizontal** (Figura 3.22): La altura de los bordes anterior y posterior es igual, pero la longitud de los bordes longitudinales es mayor que la de los bordes verticales (la anchura es mayor que la altura).<sup>13</sup>



Figura 3.22 Forma rectangular horizontal<sup>13</sup>

**Cuadrada** (Figura 3.23): Todos los bordes longitudinales y verticales son iguales o parecidos en longitud.<sup>13</sup>



Figura 3.23 Forma cuadrada<sup>13</sup>

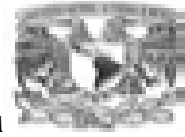


**Rectangular Vertical** (Figura 3.24): La altura de los bordes anterior y posterior son iguales, pero los bordes superior e inferior tienen menor longitud que los bordes anterior y posterior (bordes verticales).<sup>13</sup>



Figura 3.24 Forma rectangular vertical<sup>13</sup>

La aparición de una concavidad claramente visible en el borde inferior de C3 es una característica anatómica que en la mayoría de los casos indica que el individuo está en la etapa inmediatamente anterior al punto máximo del crecimiento mandibular.<sup>13</sup>



Baccetti realizó una modificación en los estadios de maduración de las vértebras cervicales del Hassel y Farman, los cuales se describen a continuación:<sup>13,14</sup>

**ESTADIO I (CMVS I): INICIACIÓN** (Figura 3.25):

- Se espera una muy importante cantidad de crecimiento puberal.
- Los bordes inferiores de los cuerpos vertebrales de C2, C3 y C4 son planos.
- Los bordes superiores presentan un declive de posterior a anterior. (forma trapezoidal).
- Se alcanzará un el pico de crecimiento mandibular no antes de dos años.<sup>7,13,14</sup>

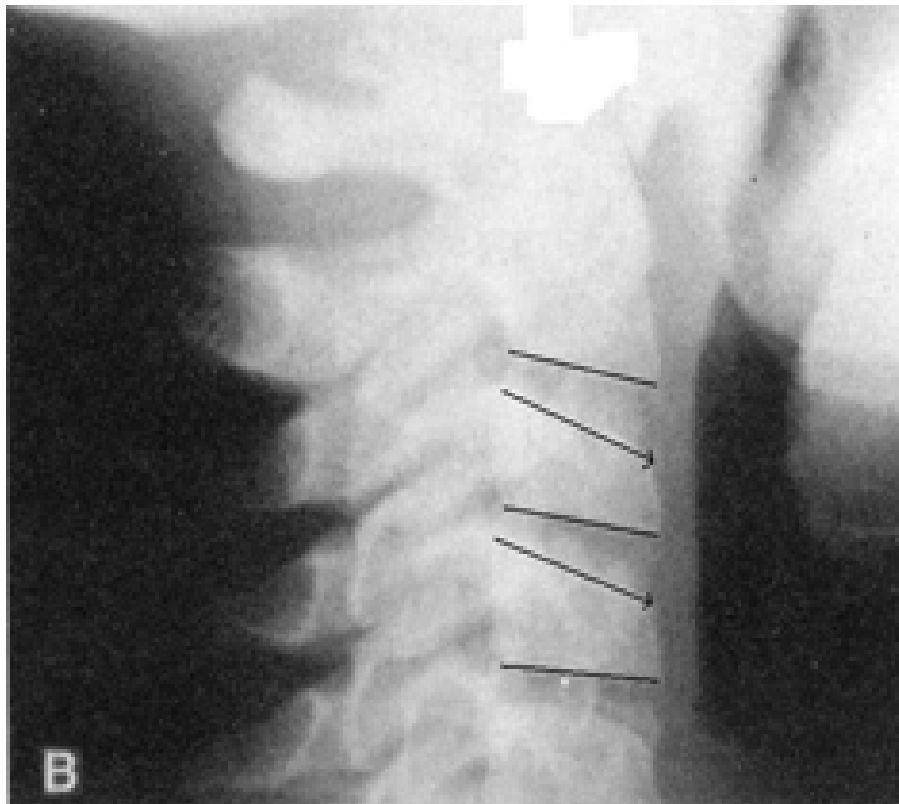
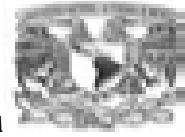


Figura 3.25: Iniciación.<sup>13</sup>



**ESTADIO II (CMVS II): ACELERACIÓN** (Figura 3.26):

- Se espera una importante cantidad de crecimiento.
- Comienzan a aparecer concavidades en los bordes inferiores de C2 y C3.
- El borde inferior del cuerpo vertebral de C4 es plano.
- Los cuerpos vertebrales de C3 y C4 son de forma trapezoidal.
- Se alcanzara el pico de crecimiento mandibular no antes de un año después de este estadio.<sup>7, 13,14</sup>

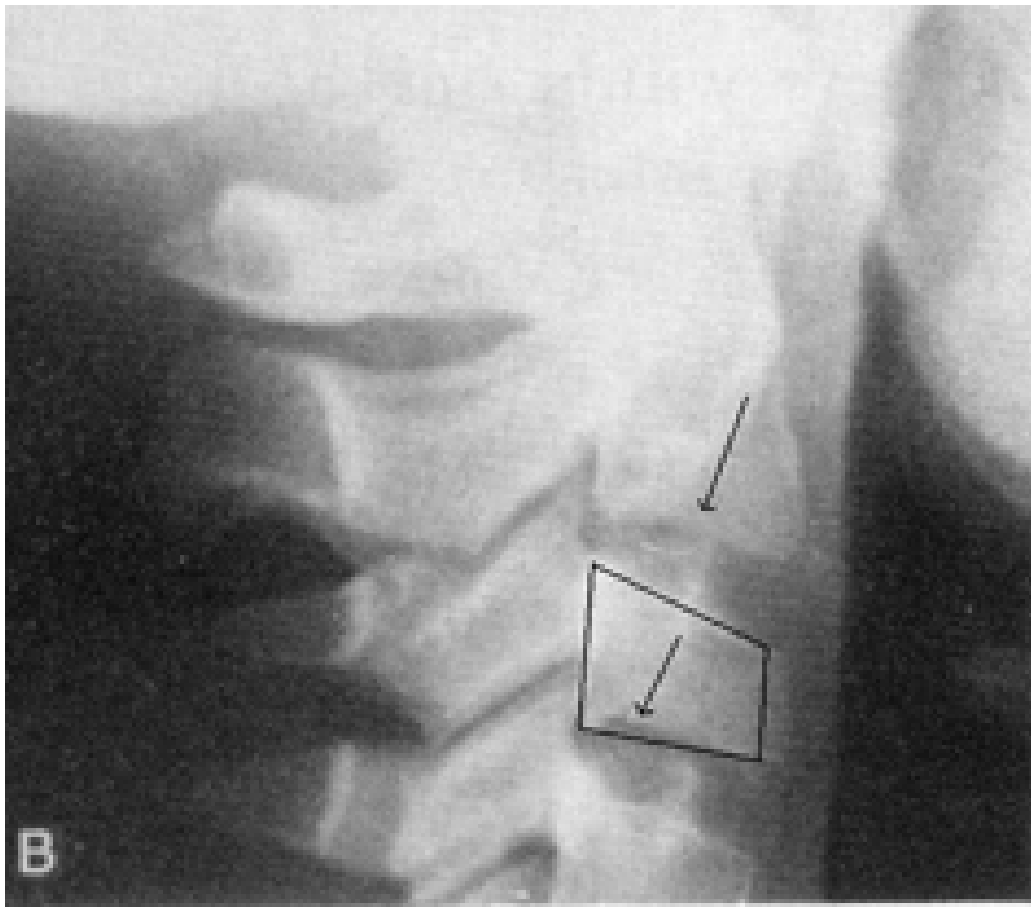
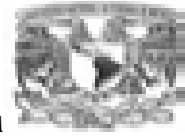


Figura 3.26: Aceleración<sup>13</sup>



**ESTADIO III (CMVS III): TRANSICIÓN** (Figura 3.27):

- Los bordes inferiores de C2 y C3 presentan concavidades.
- Las formas de los cuerpos de C3 y C4 son trapezoidales o rectangular horizontal
- El pico de crecimiento mandibular podría ocurrir dentro de este estadio.<sup>7,13,14..</sup>

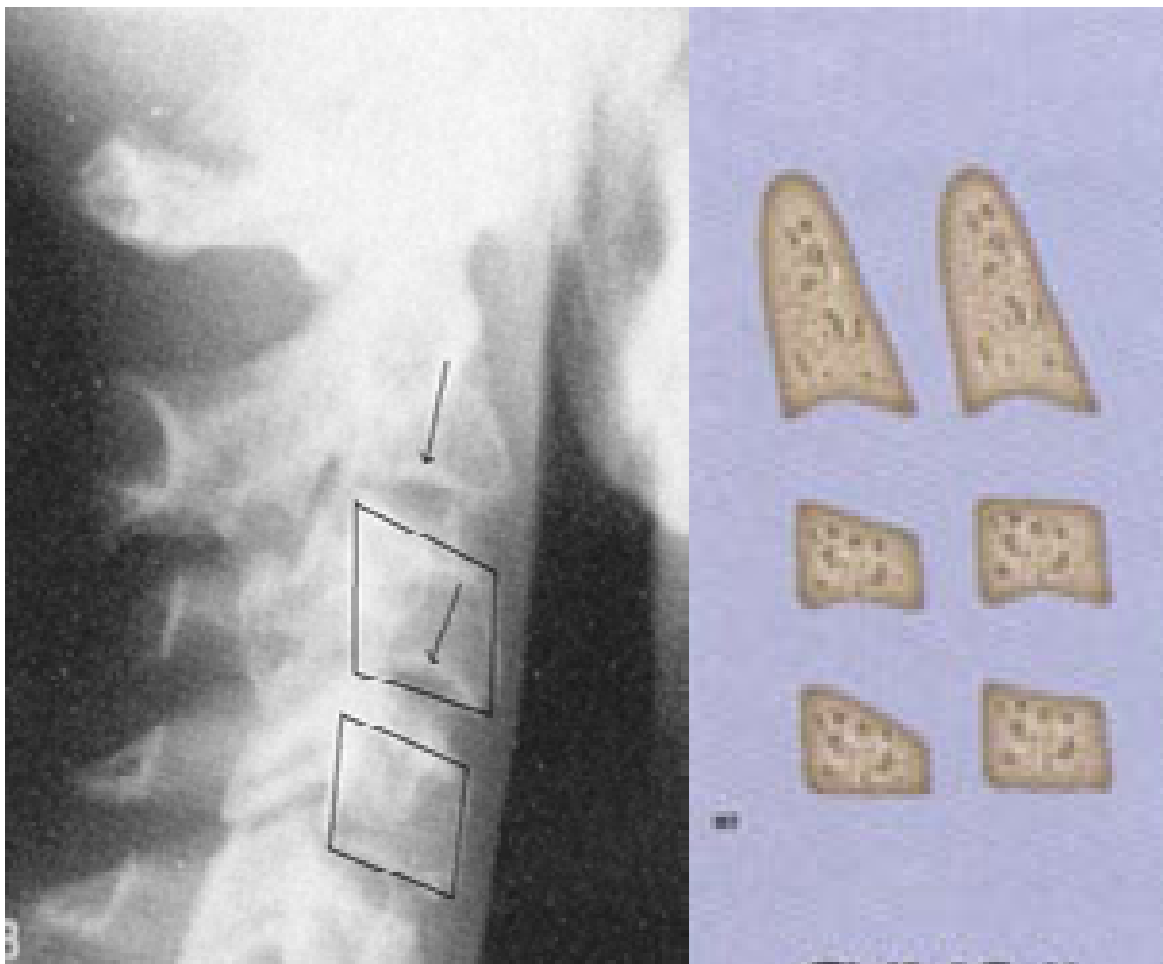
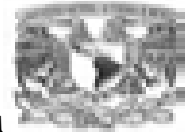


Figura 3.27 Transición<sup>7, 13</sup>





**ESTADIO IV (CMVS IV): DESACELERACIÓN** (Figura 3.28):

- Los bordes inferiores de C2, C3 y C4 presentan concavidades.
- Los cuerpos vertebrales de C3 y C4 son de aspecto rectangular horizontal.
- El pico de crecimiento mandibular se ha producido entre 1 y 2 años antes de este estadio<sup>7,13,14</sup>

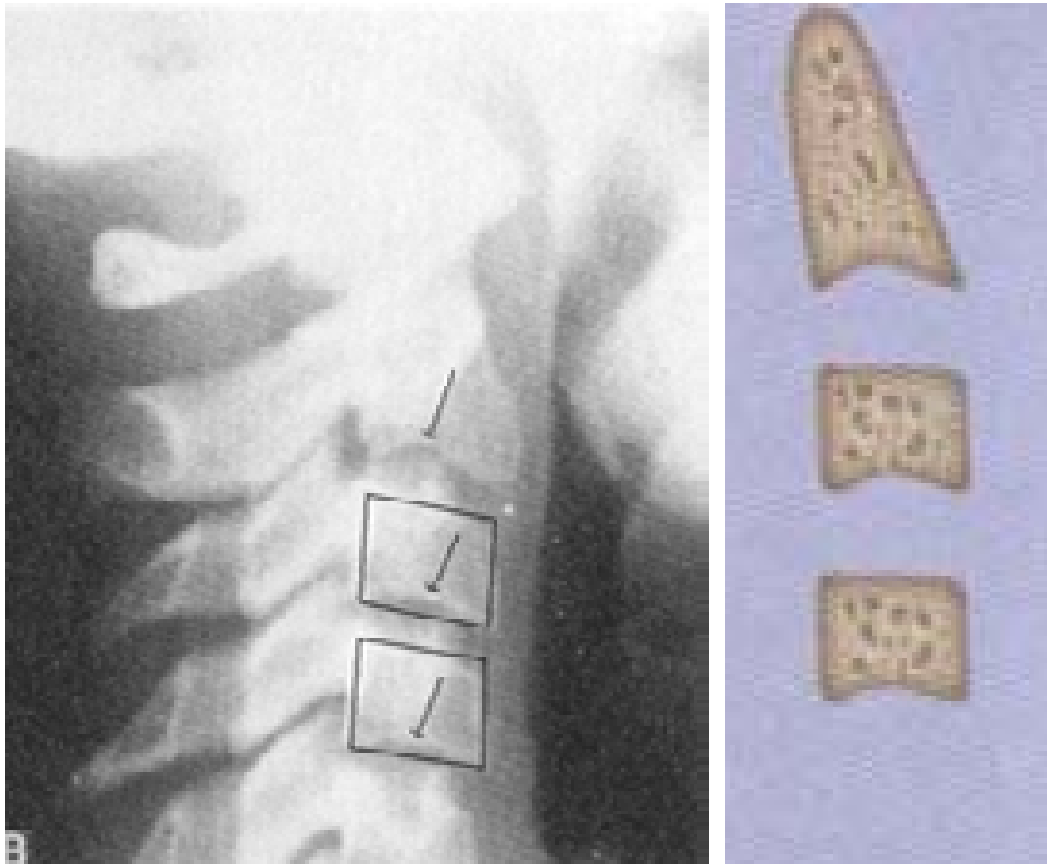
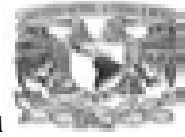


Figura 3.28:Desaceleración.<sup>7, 13</sup>



**ESTADIO V (CMVS V): MADURACIÓN** (Figura 3.29):

- Se acentúan las concavidades de los bordes inferiores de los cuerpos vertebrales de C2, C3 y C4.
- Los cuerpos vertebrales de C3 y C4 son cuadrados.
- El pico de crecimiento mandibular se ha producido 2 años antes de este estadio.<sup>7,13,14</sup>

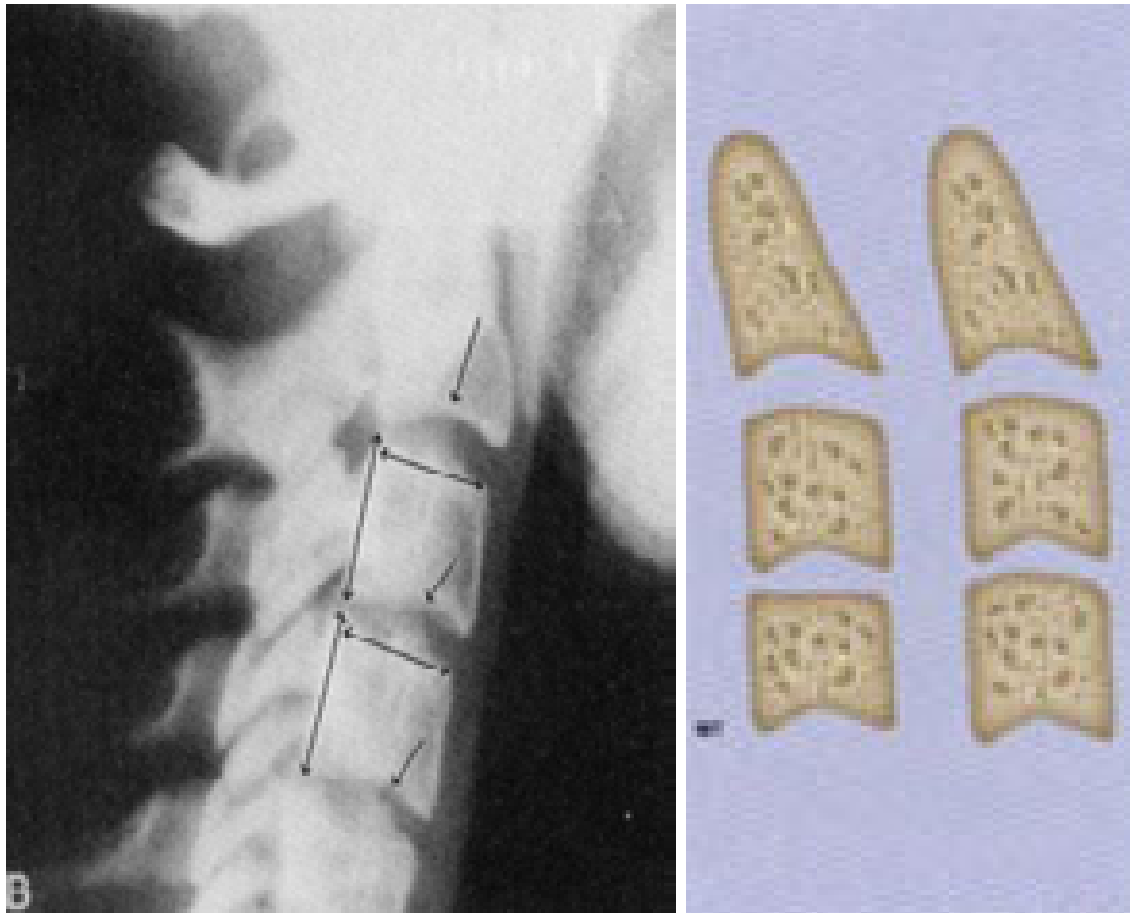
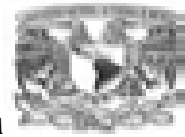


Figura 3.29 Maduración.<sup>7, 13</sup>



**ESTADIO VI (CMVS VI: FINALIZACIÓN** (Figura 3.30):

- El crecimiento se completó.
- Las concavidades de los bordes inferiores de C2, C3 y C4 se acentuaron.
- Las alturas de los cuerpos vertebrales de C3 y C4 son mayores que su ancho su forma es rectangular vertical.
- El pico de crecimiento mandibular se ha producido más de 2 años antes de esta observación.<sup>7,13,14</sup>

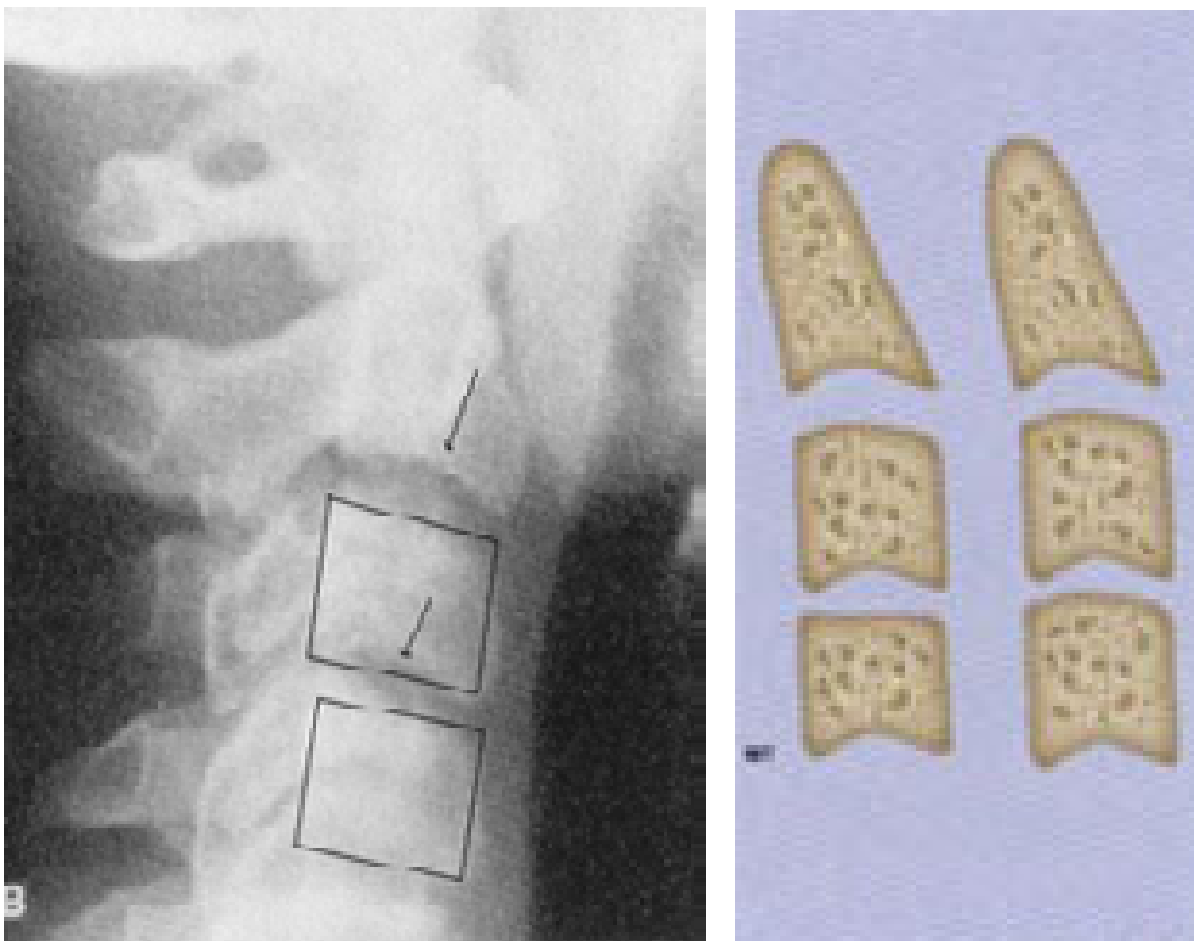
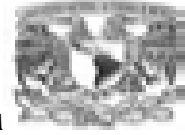


Figura 3.30: Finalización.<sup>7, 13</sup>



## CAPÍTULO IV

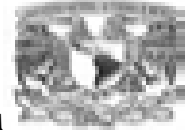
### APLICACIÓN CLÍNICA

Debido a la escasez de información que integra los estadios de maduración ósea con los tratamientos ortopédicos esta revisión se basará en las recomendaciones de la revisión publicado por “ la revista Latinoamericana de ortodoncia y ortopedia” de Tedaldi, J. Calderón, R.<sup>15</sup> para ilustrar la aplicación clínica del registro e interpretación de la radiografía carpal con la aparatología ortopédica entendiendo que no trata, de determinantes absolutas y que son solo recomendaciones o guías que orientan y ayudan a tomar decisiones al clínico sobre tiempos o posturas de tratamiento para problemas ortopédicos dentofaciales.

#### 4.1 RECOMENDACIONES PARA TRATAMIENTO DE LAS MAOLOCLUSIONES SEGÚN EL TIEMPO INDICADO POR EL ANALISIS CARPAL

Es importante destacar la diferencia entre ortodoncia y ortopedia para facilitar la comprensión. Éstos términos, con frecuencia mal utilizados para tipificar el tipo de aparatología a utilizar (fija o removible), hacen referencia al tipo de cambio que se desea producir. Así la Ortodoncia implica terapias destinadas a producir el movimiento de uno o más dientes en sus bases óseas (hueso alveolar), mientras que la Ortopedia está destinada a producir cambios a nivel esquelético, estimulando o redirigiendo el crecimiento de las bases óseas alteradas. Existe aparatología fija, removible y/o terapias mecánicas y miofuncionales tanto para producir efectos ortodóncicos como ortopédicos.

Para realizar el tratamiento ya sea con aparatología ortodóncica u ortopédica debemos conocer el momento oportuno para iniciar los procedimientos según la indicación de un análisis de maduración (indicador biológico de madurez esquelética) como puede ser la radiografía digito-palmar. Por ejemplo, si aplicamos una terapia ortopédica luego de que el paciente ha culminado su proceso de crecimiento, obviamente no lograremos resultados ortopédicos exitosos como tal (estimulación o modificación del patrón de crecimiento óseo); a su vez, si implementamos un tratamiento muy tempranamente, por ejemplo si intentamos estimular el crecimiento sagital mandibular en la fase de espera (Estadios 1 y 2 según Grave-Brown) los resultados ortopédicos serán mínimos, pues el efecto ortopédico depende de manera absoluta del potencial de crecimiento del individuo y en la mandíbula este comenzará mas tardíamente. No obstante, cualquier aparatología



ortopédica (funcional o no) utilizada en un paciente esqueléticamente maduro puede producir movimientos ortodóncicos secundarios (movimientos dentarios dentro de sus bases óseas sin alterar tamaño ni forma esquelética) gracias tanto a la capacidad remodelativa de los procesos alveolares como a que el diseño de los aparatos es de tipo dentosoptado, aún cuando no sean los efectos más indicados.

El tiempo es una dimensión importante a la hora de trabajar la ortopedia maxilofacial, ya que hacerlo en el momento ideal nos garantiza la eficiencia y efectividad del tratamiento. Si se conoce el momento del pico de crecimiento craneo-facial se puede disminuir la duración del tratamiento. De la misma manera, si se aplica una terapia ortopédica finalizando o luego de finalizado el crecimiento craneofacial, no se conseguirán cambios esqueléticos importantes.

Las malposiciones dentarias pueden corregirse independientemente de la fase o estadio de crecimiento en que se encuentre el paciente, a diferencia de los problemas esqueléticos que sí dependen del potencial de crecimiento.

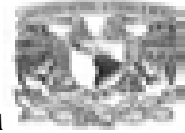
Determinar el tiempo no nos dice cuánto va a crecer el complejo craneofacial pero sí nos dice cuando puede aumentar la velocidad y ritmo de crecimiento en un tiempo determinado.

Los niños con discrepancias maxilares suelen beneficiarse de la aplicación de técnicas para modificar el crecimiento. La clave de la modificación del crecimiento radica en iniciar el tratamiento cuando todavía queda crecimiento suficiente.

El niño siempre está creciendo, en algún momento de la adolescencia ocurre el pico o brote de crecimiento y hay que detectarlo con un indicador biológico de madurez esquelética.

Debemos conocer si el niño se encuentra antes del pico de crecimiento, en el pico o después del pico, y saber en qué momento o fase del crecimiento conviene aplicar las diferentes terapias o tratamientos tendientes a corregir las maloclusiones con tendencias de crecimiento alteradas.

Siguiendo las recomendaciones de Baccetti, a continuación se enumeran algunas maloclusiones y los posibles tratamientos (a manera enunciativa) indicando en cada caso el estadio de maduración carpal en el que sería más recomendable que debieran iniciarse, según el siguiente formato presentado a manera de ejemplo:



**[Estadios 3-6]** indica que se debe iniciar el tratamiento entre los estadios 3 y 6.

**[Estadios 1-3 o 4-5]** indica que el tratamiento produce mejores resultados ortopédicos cuando se inicia dentro del rango indicado en negritas (en este caso entre los estadios 1 y 3), pero también puede iniciarse dentro del segundo rango indicado, con menores efectos ortopédicos (en este caso entre los estadios 4-5)

**[Estadios 3-5 -> 8]** indica que el tratamiento debe iniciarse entre los estadios 3 y 5 y continuarse mínimo hasta el estadio 8

**[Estadios 3-5 -> 9+]** indica que el tratamiento debe iniciarse entre los estadios 3 y 5 y prolongarse más allá del estadio 9

Si se inicia el tratamiento antes o después del rango indicado en cada caso, no se obtendrá el efecto ortopédico deseado.

En los casos en los que el tratamiento sea estrictamente ortodóncico o no dependa del estadio de maduración ósea, no se indicará. No obstante, pudiera depender de otros factores como son: tipo de dentición (temporal-mixta-permanente), tiempo y secuencia de erupción, presencia de hábitos, etc.

En todos los casos es necesario que el clínico conozca de manera precisa el tipo de maloclusión, características cefalométricas, antecedentes familiares, presencia de hábitos o problemas miofuncionales, etc.<sup>15</sup>

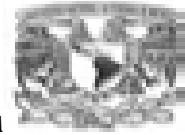
#### **4.2 RECOMENDACIONES PARA MALOCLUSIONES CLASE I.**

En el tratamiento de las maloclusiones clase I se pueden utilizar diversas técnicas, cada una con unos principios deferentes, pero con objetivos similares.

El apiñamiento y la malposición de los dientes son los más frecuentes en las maloclusiones clase I. El tratamiento del apiñamiento generalmente radica entre la expansión y la extracción.

#### **Vías para corregir las deficiencias de espacio.**

- Ahorrar espacio en el periodo de transición antes de que se complete la erupción de la dentición permanente
- Recuperar el espacio perdido por la migración o erupción anómala de algunas piezas



- Expansión transversa de las arcadas
- Desgastar los dientes en su cara mesial o distal
- Extraer piezas permanentes (Extracción Seriado – Terapéutica)

Cuando la maloclusión clase I está acompañado de problemas esqueléticos transversales se recomienda:<sup>15</sup>

Expansión ortopédica - Expansión Rápida Maxilar (ERM).

**[Estadios 1-3 o 4-5]**

Expansor tipo Hyrax (Figura 4.1)  
Expansor tipo Haas (Figura 4.2)

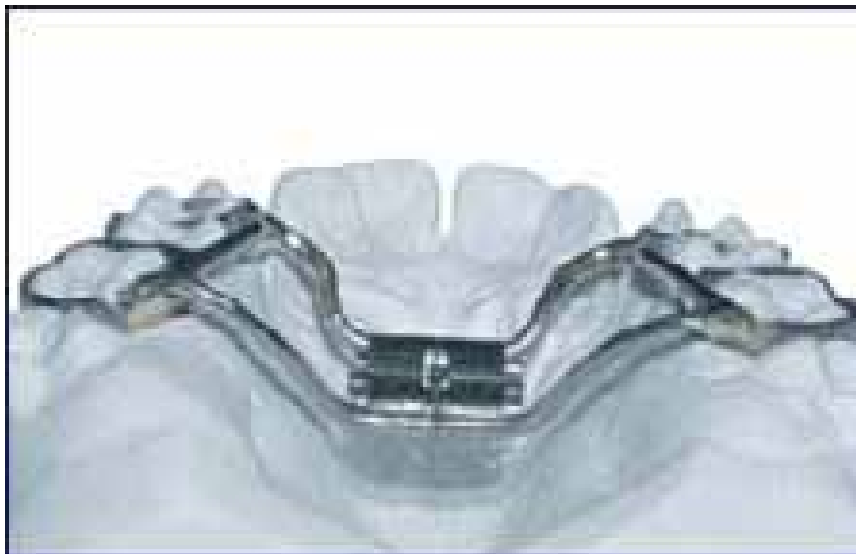
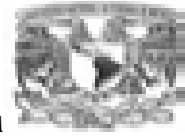


Figura 4.1 Expansor tipo Hyrax <sup>16</sup>



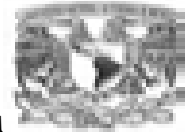
(Figura 4.2) Expansor tipo Haas<sup>17</sup>

El tiempo ideal para corregir la deficiencia transversal maxilar mediante expansión rápida es antes del estadio 5 (antes de la pubertad o pico de crecimiento), preferiblemente entre los estadios 1 al 3, pero el estadio 4 también es bueno, Cuando se expande el maxilar tempranamente antes del pico se logra un efecto dental y esquelético mostrando cambios eficaces en toda la sutura palatina media (intermaxilar) de lo contrario si se hace en un tiempo tardío posterior al estadio 5 solo se conseguirá un vuelco dental y no una expansión esquelética porque ya no se abre mas la sutura. Se logra una compensación dental y no un efecto esquelético. El estadio 5 es la última oportunidad para lograr una expansión ortopédica del maxilar superior mediante la separación rápida de la sutura media palatina.

A nivel de la mandíbula, la sutura media se suelda en los primeros meses de vida siendo imposible separarla mediante fuerzas ortopédicas convencionales.

La doble protrusión y la doble retrusión son otras formas no tan frecuentes de maloclusiones clase I que pudieran requerir terapias ortopédicas cuando son diagnosticadas a tiempo, o correcciones quirúrgicas luego de alcanzada la madurez esquelética. Si se desea estimular o frenar el crecimiento sagital de los maxilares debe tomarse en cuenta el pico circumpuberal durante el cual el potencial de crecimiento se encuentra en su mayor expresión, especialmente a nivel mandibular.





Para estimular el crecimiento sagital de los maxilares en caso de doble retrusión: maxilar superior **[Estadios 1-3]**, mandíbula **[Estadio 4'7]**; para frenar el crecimiento sagital de ambos maxilares en caso de doble protrusión: **[Estadio 3'8-9]**.<sup>15</sup>

#### 4.3 RECOMENDACIONES PARA MALOCLUSIONES CLASE II

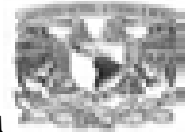
Las maloclusiones clase II se pueden presentar esqueléticamente con prognatismo maxilar, retrognatismo mandibular o ambas.

La clase II por protrusión esquelética maxilar es tratada con fuerzas ortopédicas extraorales con Face Bow (Arco extraoral ) (Figura 4.3) para controlar el crecimiento excesivo del maxilar , y se recomienda iniciar el tratamiento en el estadio 3 (comienza a acelerarse el crecimiento), manteniéndolo hasta el estadio 8 o 9 (fin del crecimiento) si es necesario. **[Estadio 3->8-9]**.

La clase II ósea más común se presenta con retrusión mandibular y deficiencia transversal del maxilar.



(Figura 4.3) Arco extraoral <sup>7</sup>



Por lo general se presentan problemas transversos y sagitales que deben tratarse por separado porque los momentos son diferentes y usan aparatos ortopédicos diferentes. Se recomienda usar un aparato ortopédico para el problema transverso (ej. Expansor Rápido) **[Estadios 1-3]** y otro para la retrusión mandibular (ej. Posicionador) **[Estadio 4->7]**.

La dimensión transversal se encuentra generalmente alterada en clase II. Con frecuencia se observa discrepancia entre el maxilar superior y el inferior por deficiencia del maxilar superior desde el punto de vista esquelético y por lo tanto necesita un aparato que realice expansión esquelética como el expansor rápido ERM.

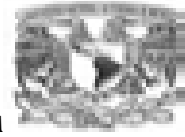
Dentro de algunos expansores maxilares rápidos se encuentran el Haas (Fig.4.2) y el Hyrax (Fig.4.1) **[Estadios 1-3]**. Algunas veces cuando existe una clase II leve, una vez que se expande el maxilar superior la retrusión mandibular se corrige, la mandíbula se posiciona adelante espontáneamente en clase I, pero los casos severos requieren una terapia ortopédica funcional. Se sugiere sobreexpandir el maxilar superior.

La expansión rápida maxilar puede realizarse entre los **[Estadios 1-3]**, e iniciar la corrección de la clase II mediante ortopedia funcional en el **[Estadio 4]**, momento en el que comienza el crecimiento acelerado de la mandíbula;

Los aparatos funcionales estimulan el crecimiento suplementario de la mandíbula, la reposicionan hacia adelante estimulando el crecimiento condilar; cuando son usados en el estadio adecuado del paciente trabajan favorablemente y logran un aumento mandibular.

Dentro de algunos aparatos funcionales para el tratamiento de la clase II tenemos: **[Estadio 4->7]**.<sup>15</sup> ( Figuras 4.4,4.5,4.6,4.7,4.8,4.9,4.10,4.11,4.12).

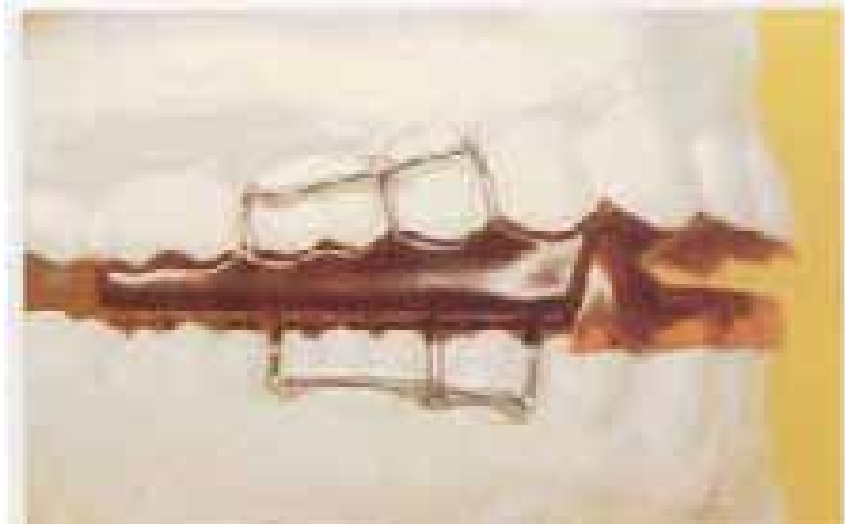
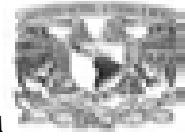
- Activador



- (Figura 4.4) Bionator<sup>18</sup>



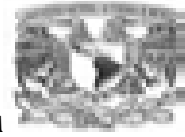
- (Figura 4.5) Activador Abierto de Klammt<sup>19</sup>



- (Figura 4.6) Bloques Gemelos<sup>20</sup>



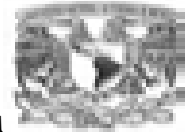
- (Figura 4.7) Frankel I<sup>21</sup>



• (Figura 4.8) Frankel II <sup>21</sup>



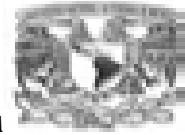
• (Figura 4.9) Bimler tipo A <sup>16</sup>



• (Figura 4.10) Bimler tipo B<sup>16</sup>



• (Figura 4.11) Aparato de Herbst<sup>16</sup>



- (Figura 4.12) Posicionador Mandibular Quirós-Crespo<sup>15</sup>

- Pistas Planas clase II

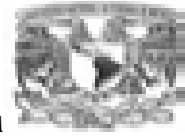
El tiempo ideal para incrementar o estimular el crecimiento mandibular y corregir la clase II mediante aparatos funcionales es el estadio 5 (o finales del 4) en el pico o brote de crecimiento puberal que concuerda con el crecimiento del mandibular hasta el estadio 7. Se recomienda terminar el tratamiento después del 7.

En el periodo del pico la mandíbula crece más en milímetros que antes o después del mismo, por eso es importante comprender cuál es el momento del pico para trabajar en el, iniciando el tratamiento.

Por todo lo antes mencionado se recomienda tratar esta maloclusión en dos fases o tiempos

En el primer tiempo la deficiencia transversal maxilar si es que existiera **[Estadios 1-3]**

En el segundo la retrusión mandibular **[Estadio 4->7]**



#### 4.4 RECOMENDACIONES PARA MALOCCLUSIONES CLASE III

Es necesario realizar un buen diagnóstico dento-esquelético antes de instaurar un tratamiento para una maloclusión clase III, pues estas maloclusiones pueden ser dentarias exclusivas (Maxilar superior e inferior en clase I, relación molar y canina en clase III), esqueléticas exclusivas (Maxilar superior e inferior en clase III, relación molar y canina en clase I), o dento-esqueléticas (Maxilares en clase III o con tendencia hacia clase III, relación molar y canina en clase III)

El tratamiento temprano puede ser de gran utilidad cuando no se trata de casos severos, en los cuales podemos intervenir ante los primeros indicios de la maloclusión en un paciente con antecedentes familiares de clase III esquelética. **[Estadios 1-4->9+]**

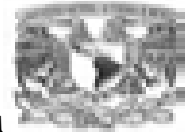
El uso de aparatología sencilla es útil en casos de problemas incipientes en dentición temporal o mixta temprana. Tales aparatos son:

- Plano inclinado: (Figura 4.13) Para el tratamiento de la mordida cruzada anterior.<sup>15</sup>



(Figura 4.13) Plano inclinado <sup>15</sup>





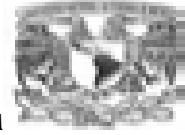
- Pistas directas de resina fotocurada: Para escalones mesiales observados en la relación molar
- Placas acrílicas con arco de Eschler (Figura 4.14) **[Estadios 1-4->9+]**: Utilizados como interceptores o como correctores de la maloclusión, se le pueden agregar resortes o un tornillo expansor.



(Figura 4.14) Arco de Eschler<sup>7</sup>

Aparatos funcionales que también son recomendados en el tratamiento temprano de la clase III **[Estadios 1-4->9+]**:

- Bimler de progenie o tipo C para el tratamiento de la mordida cruzada anterior donde no exista apiñamiento severo. Se construye en mordida constructiva a tope; estimula el crecimiento anterior del maxilar y la protrusión dentaria superior.
- Simoes Network 3, con indicaciones y efectos similares al Bimler tipo C, se utiliza cuando el origen del problema es funcional.
- Pistas Planas Indirectas para clase III o mesiocclusiones. Estimula el crecimiento anterior del maxilar y produce rotación mandibular hacia abajo y atrás. Contraindicado en casos de altura facial anterior aumentada.



Todos estos aparatos mencionados funcionan como aparatos interceptivos.

Esqueléticamente en la maloclusión clase III se pueden presentar problemas sagitales en el maxilar, en la mandíbula o una combinación de ambos con deficiencia en el maxilar y exceso de crecimiento mandibular; también se puede observar deficiencia transversal.

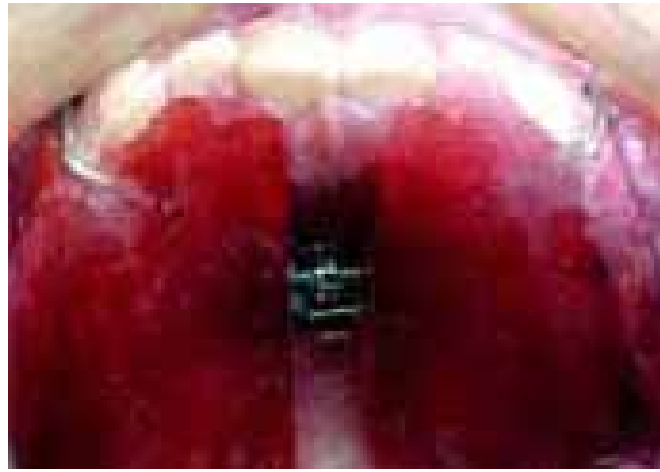
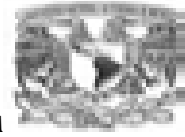
En esta maloclusión el componente genético es muy fuerte en las relaciones familiares, los hermanos e hijos pueden presentar el mismo problema.

Con el tratamiento se busca corregir o modificar el patrón de crecimiento; si no se trata, la maloclusión de clase III empeora con el tiempo y no se autocorrigue.

El crecimiento de la mandíbula en la clase III es diferente que en la clase I. Una mandíbula crece normalmente en longitud 5 a 5.55 mm en el pico de crecimiento; en la clase III la cantidad de crecimiento en longitud es mayor: 8 a 8.5 mm aproximadamente y el pico de crecimiento dura más de un año o año y medio; la cantidad de crecimiento es diferente que en la normoclusión y el brote de crecimiento ocurre más tarde y dura más tiempo, esto es importante para planificar, hacer el tratamiento y al mandar al paciente al cirujano en los casos necesarios. Después del estadio 9 en la clase III la mandíbula sigue creciendo, en especial en los hombres. Si la clase II se remite al cirujano para avance mandibular a los 18 o 19 años de edad, la clase III por prognatismo mandibular se debe remitir al cirujano a los 23 o 25 años porque el crecimiento continúa y se mantiene después de la pubertad en un determinado nivel.

Cuando existe deficiencia transversal y sagital del maxilar superior el protocolo a seguir para convertir una maloclusión clase III a clase I es el siguiente:

Expansión rápida maxilar (Haas Modificado) (Figura 4.15) **[Estadios 1-3]**



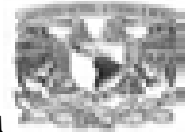
(Figura 4.15) Expansor Rápido de Haas Modificado con Ganchos de Protracción<sup>22</sup>

Corrección ortopédica con la máscara facial (Figura 4.16) **[Estadios 1-3]**



(Figura 4.16) Máscara de Protracción tipo Petit<sup>22</sup>

Retención con un aparato retractor mandibular removible **[Estadio 4-6->9+]**



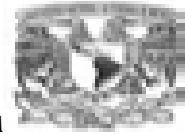
Se recomienda usar en la primera parte del tratamiento un expansor maxilar rápido (RME Figura 4.15) **[Estadios 1-3]** con férula acrílica oclusal del estilo Mcnamara, pero también se puede usar cualquier otro con bandas. Se debe activar el expansor rápido maxilar una vez al día hasta que las cúspides linguales de los molares superiores estén en contacto con las cúspides vestibulares de los molares inferiores y ocurra un exceso de expansión casi al borde de tijera. El expansor se usa activamente durante 1 mes aproximadamente pero luego permanece en la cavidad oral hasta que se retire el arco facial por lo que se mantiene en boca 1 año y unos meses aproximadamente.

La segunda parte del tratamiento consiste en colocar una máscara facial para protruir el maxilar (Figura 4.16) **[Estadios 1-3]**. El último día de la activación del expansor maxilar se debe colocar la ortopedia correctiva con la máscara facial y dejar el expansor en boca todo el tiempo que se use la máscara facial. Se recomienda sobre corregir sagitalmente y conseguir un overjet de 4 a 5 mm positivo y no detenerse en tope a tope.

El tratamiento precoz **[Estadios 1-3]** antes del pico de crecimiento es el ideal para obtener buenos resultados. Se sugiere iniciar lo más temprano posible entre los estadios 1 y 3 donde se logra una buena protracción maxilar. El tiempo adecuado tiene importancia en la región anatómica que se quiere tratar usando el arco facial, en este caso sería la región posterior del maxilar, a nivel de las suturas palatino maxilar y pterigopalatina incitando el crecimiento sagital, se estimula la región posterior del maxilar cuando es halado por la máscara facial, se busca que crezca a ese nivel por respuesta de la sutura y el maxilar se desplace hacia adelante. Cuando la clase III se trabaja tempranamente se tiene control de la mandíbula, el arco facial provoca la protracción del maxilar superior y restringe el crecimiento de la mandíbula, teniendo así acción sobre el maxilar y sobre la mandíbula.

Cuando la maloclusión clase III se trata tardíamente (entre los **estadios 4 y 7**) no se puede hacer protracción del maxilar en forma significativa, solo se logrará protrusión dental.

Después de la pubertad no tendremos ningún efecto esquelético maxilar pero sí sobre la dentadura y sobre la mandíbula, aun así se recomienda corregir al paciente en este tiempo usando el arco facial. La máscara facial de protracción ejerce una fuerza de reacción sobre la mandíbula gracias al apoyo sobre el mentón, al tiempo que ejerce una acción de protracción en este tiempo sobre la dentadura maxilar compensando en muchas ocasiones la deficiencia maxilar.<sup>15</sup>

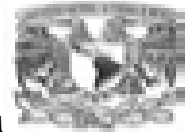


. Los pacientes clase III son difíciles de corregir por lo tanto se recomienda:

- Usar un buen protocolo de tratamiento
- Antes del tratamiento hacer un análisis de predicción para saber qué pacientes no se van a poder corregir ortopédicamente e irán a cirugía.
- Realizar la expansión rápida seguida con el uso del máscara facial **[Estadios 1-3]**
- Sobrecorregir sagitalmente por lo menos hasta lograr 5 mm de sobremordida horizontal positiva (overjet)
- Usar el máscara facial aunque el pronóstico sea reservado en algunos pacientes

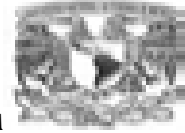
En la tercera parte del tratamiento exitoso de las maloclusiones clase III se indica un aparato retractor mandibular removible. Cuando se considera el momento oportuno para detener el tratamiento, después de quitar la máscara facial y el expansor rápido maxilar se debe colocar por uno o dos años un aparato de retención. Entre los más indicados están el Bimler progenie o tipo C, SN3 con arco de Eschler, o una sencilla placa acrílica superior con expansor bilateral, retenedores de Adams y Arco de Eschler. Este retenedor actuará como un tope que evita que la mandíbula trate de adelantarse, actúa como un aparato funcional para posicionar la mandíbula.

También el Regulador de Funciones de Frankel III es útil para corregir maloclusiones clase III caracterizadas por retrusión esquelética maxilar leve donde no hay prognatismo mandibular. **[Estadios 1-3->8-9]**<sup>15</sup>



## **5. CONCLUSIONES**

La oclusión normal no depende exclusivamente de las relaciones interdentes sino que está íntimamente relacionada con el tamaño, forma y posición de los huesos de la cara y base del cráneo, en especial los maxilares y el hueso temporal. Al inicio del desarrollo de la dentición temporal se establece una oclusión “transitoria” que se verá afectada con el paso de los primeros años de la infancia y la pubertad por varios factores, entre los cuales quizás el más determinante sea el crecimiento esquelético. Dicho crecimiento no ocurre de manera constante y a un mismo ritmo durante el paso del tiempo, ni de manera simultánea en todas las estructuras óseas, de



allí la importancia de conocer la forma, ritmo y tiempo de crecimiento de cada hueso del complejo craneofacial, y de disponer de indicadores de maduración esquelética confiables y sencillos para poder valorar el potencial de crecimiento de cada paciente en cualquier momento de su infancia o adolescencia. A su vez es determinante conocer las bondades y limitaciones de las diferentes opciones terapéuticas ortopédicas en estrecha relación con el potencial de crecimiento del paciente.

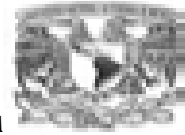
Si el crecimiento sólo se puede modificar mientras se está produciendo, el tratamiento mediante modificación del crecimiento será más eficaz cuando el paciente esté creciendo más rápidamente.

El análisis carpal ha mostrado ser un método sencillo y eficaz para determinar el estadio de maduración esquelética de los pacientes con maloclusiones dentoalveolares, y al estar basado en una radiografía de la mano y muñeca, por su lejanía de las gónadas y del resto del cuerpo, y por tratarse de huesos poco compactos y poco radiopacos requiriendo baja intensidad de radiación y muy bajo tiempo de exposición (0.2 segundos) resulta un método seguro, poco invasivo, muy preciso en cuanto a la determinación del grado de maduración esquelética, e inocuo ante la necesidad de repetirlo varias veces durante cortos períodos de la infancia de cada paciente.

Podemos referir también el análisis de la maduración de las vértebras cervicales que es un método más reciente y apropiado para la evaluación de la maduración ósea de los pacientes, en base a una observación radiográfica, cefalografía lateral, (que es utilizada de forma rutinaria para elaborar el diagnóstico y formular el plan de tratamiento ortodóntico) y sin exposición adicional a los rayos X,<sup>13</sup>

El manejo del análisis de maduración ósea es de vital importancia para el clínico encargado de diagnosticar y tratar maloclusiones dentoalveolares, para poder indicar los tratamientos adecuados en el momento oportuno, pudiendo así, y sólo así, esperar los efectos ortopédicos que cada terapéutica ofrece.

Tal como lo afirma Proffit "en la modificación ortopédica del crecimiento se aplican dos principios importantes. En primer lugar, parece obvio, aunque a veces se pasa por alto, que sólo se puede conseguir una modificación clínicamente significativa en pacientes que siguen creciendo. Por consiguiente, a todos los efectos prácticos, la modificación del crecimiento se debe efectuar antes o durante el estirón puberal. Aunque es cierto que los maxilares siguen creciendo tras la pubertad, la cuantía de dicho crecimiento



(1 o 2 milímetros como máximo) rara vez permite corregir las discrepancias maxilares que causan la maloclusión esquelética.”

A manera de resumen enunciativo más no limitativo a continuación se enumeran los diferentes estadios de maduración carpal y algunos de los tratamientos que hayan su mayor efectividad en cada uno de dichos estadios:

### **Estadios 1 al 3:**

- Expansión Ortopédica Maxilar Rápida – Aparato de Hyrax, Haas.
- Protracción Maxilar Extraoral con máscara facial
- Estimulación de crecimiento anterior del maxilar mediante Modelador de Frankel III, Bimler de progenie, SN3, Pistas Planas Indirectas para clase III.

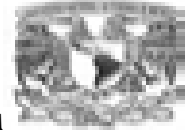
### **Estadio 3:**

- Control del crecimiento anteroposterior excesivo del maxilar superior mediante fuerzas ortopédicas extraorales con Arco Facial, y de la mandíbula mediante arco de Eschler y/o mentonera. (mantener tratamiento hasta los estadios 7-9)

### **Estadio 4:**

- Estimulación de crecimiento horizontal mandibular por avance mediante aparatología funcional (mantener terapia hasta el estadio 7 mínimo) - Activador, Bionator, Activador Abierto de Klammt, Bloques Gemelos, Frankel I para clase II div 1 de Angle, Frankel II en las maloclusiones clase II div 1 y 2, Bimler tipo A para clase II div 1, Bimler tipo B para clase II div 2, Simoes Network 1 y 4 para Clase II, Aparato de Herbst, Posicionador Mandibular Quirós-Crespo, Pistas Planas Indirectas para el tratamiento de las maloclusiones clase II o distoclusiones y Directas con resina fotocurada como tratamiento interceptivo en dientes temporales.
- Expansión Ortopédica Maxilar Rápida – Aparato de Hyrax, Haas. Si se inicia en este estadio o posterior, habrá cada vez mayor volcamiento vestibular de los dientes y menor crecimiento óseo sutural.





**Estadio 5:**

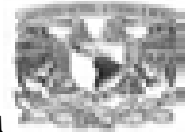
- Rotación Anterior Mandibular mediante Aumento de Dimensión Vertical Posterior - Mentonera con tracción vertical + Bloque de Mordida, Posicionador Mandibular Quirós-Crespo en mordida constructiva con aumento vertical posterior.

**Estadios 6 al 8:**

- Tratamientos ortopédicos iniciados en esta fase producirán pocos o ningunos cambios a nivel esquelético. La mayoría de los cambios logrados serán dentarios o dentoalveolares.

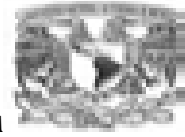
**Estadio 9:**

- A partir de este estadio el crecimiento natural se ha detenido. Las terapias o aparatos ortopédicos no producirán cambios en el crecimiento óseo. Pueden lograrse modificaciones miofuncionales, posturales, control de hábitos y movimientos ortodóncicos.<sup>15</sup>



## 6. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ross H. M., Romrell K. **HISTOLOGÍA TEXTO Y ATLAS A COLOR** 2ª.ed. México: Editorial Panamericana 1999.
  2. Fuentes S., R., Lara G.S **CORPUS ANATOMÍA HUMANA GENERAL** 6ª.ed. México: Editorial Trillas, 1997. Vol. 1
  3. Águila F. J. **TRATADO DE ORTODONCIA**, 1ª.ed. Caracas Venezuela: Editorial Actualidades Medico Odontológicas Latinoamérica, 2000.Vol. I Y II.
  4. Vellini F.F. **ORTODONCIA DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN CLÍNICA**, 1ª.ed.Brasil: Editorial Artes Médicas Latinoamérica.2002.
  5. Gutiérrez M. J. y cols. **MANUAL DE PRÁCTICAS CLÍNICAS PARA LA ATENCIÓN INTEGRAL DEL ADOLESCENTE**, Cuba, MINSAP. 20002
  6. Proffit W. y, cols. **ORTODONCIA CONTEMPORANEA TEORÍA Y PRÁCTICA** 3ª ed. España: Editorial Mosby and elsiver science, 2004.
  7. D´Escriván S.L. **ORTODONCIA EN DENICIÓN MIXTA**. 1ª.ed., Caracas, Venezuela: Editorial Actualidades Medico Odontológicas Latinoamérica 2007
  8. Galiano R.A. y cols. **DICCIONARIO ILUSTRADO DE TÉRMINOS MÉDICOS**.
- <http://www.iqb.es/cbasicas/anatomia/es000.htm>
- 9.-Latarjet M.R. Anatomía Humana., 3ª.ed.Buenos Aires, Argentina: Editorial Panamericana, 1999.
  - 10.- <http://www.edufuturo.com/fotosRemote.php?id=15479> img.
  - 11.-Quirós A.O. **BASES BIOMECÁNICAS Y APLICACIONES CLÍNICAS EN ORTODONCIA INTERCEPTIVA**. 1ª. ed. Caracas: Editorial. Actualidades Medico Odontológicas Latinoamérica C.A., 2006
  - 12.- <http://www.sabanet.unisabana.edu.co/.../atlas.htm>



13.-BACCETTI, L.; FRANCI, T.; McNAMARA, J. Jr. **MANDIBULAR GROWTH AS RELATED TO CERVICAL VERTEBRAE MADURATION AND BODY HEIGHT.** Pub. Med. American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedics. USA. 2000 Vol. 118, N° 3.

14.-Franchi, Baccetti, De toffol, Polimeni, Cozza**PHASES OF THE DENTITION FOR THE ASSESSMENT OF SKELETAL MATURITY: A DIAGNOSTIC PERFORMANCE STUDY.** Pub. Med American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedics. USA. 2008 Vol. 133, N° 3.

15.-Tedaldi J., Calderon R. **TRATAMIENTO DE MALOCLUSIONES SEGÚN EL ESTADIO DE MADURACIÓN CARPAL,** Revisión bibliográfica. Revista Latinoamericana De Ortopedia y Ortodoncia.

[http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/trat\\_maloclusiones.asp](http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/trat_maloclusiones.asp).

16.- <http://www.o-atlas.de/images/k6s12b2.jpg>

17.- <http://www.scielo.org.pe/.../reh/v16n1/a10fig02a.jpg>

18.- <http://www.johnsdental.com/.../bionator/Bionator.JPG>

19.- [http://www.o-atlas.de/esp/kapitel5\\_156.php](http://www.o-atlas.de/esp/kapitel5_156.php)

20.-[http://scielo.isciii.es/img/rcoe/v7n4/img/clinico1\\_f11.gif](http://scielo.isciii.es/img/rcoe/v7n4/img/clinico1_f11.gif)

21.- <http://www.o-atlas.de/images/k5s28b22.jpg>

22.- Pacheco, V., Rodríguez E., Casasa, R **CORRECCIÓN DE UNA MALOCLUSIÓN CLASE III CON ORTOPEDIA-ORTODONCIA.** Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría.

[http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2004/correccion\\_maloclusion\\_ortopedia\\_ortodoncia.asp](http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2004/correccion_maloclusion_ortopedia_ortodoncia.asp).