



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA**

ORTOPEDIA FUNCIONAL DEL MAXILAR EN EL  
TRATAMIENTO TEMPRANO DE MALOCLUSIONES  
CLASE II POR PROTRUSIÓN, CON USO DE ARCO  
EXTRAORAL.

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

ALINE FLORES CORTÉS

TUTOR: Esp. GABRIEL ALVARADO ROSSANO



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**

A **mis padres** Angélica y Manuel, que siempre han sido mis cómplices, mi motor, mi mayor ejemplo a seguir; motivándome e impulsándome a ser mejor persona en todos los aspectos cada día haciéndome saber cuándo no estoy haciendo las cosas de la mejor manera. Gracias sobre todo por el cariño y el amor que me dan, por creer en mí, por esforzarse para darme lo mejor haciendo que nunca me falte nada y por inculcarme los valores que hicieron forjarme como la persona que soy hoy en día. Muchas gracias por el infinito apoyo que me han dado a lo largo de mi vida para poder llegar a cumplir este sueño; los amo.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por abrirme sus puertas desde la preparatoria, brindándome la oportunidad de cumplir una parte de mis objetivos académicos a través de sus instalaciones y maestros.

A la **Facultad de Odontología** por ser mi segunda casa e inculcarme los valores y conocimientos necesarios para poder desarrollarme como futura profesionalista.

A **mi tutor** el Esp. Gabriel Alvarado Rossano por las clases, paciencia, tiempo, dedicación, guiarme y sobre todo por los conocimientos compartidos.

A **mis abuelos** Marina y Miguel por cuidarme, apoyarme y darme los mejores consejos.

A **mis amigos** David, Bruno y Pamela por el apoyo, las experiencias compartidas en los años de carrera, los buenos y malos ratos y por brindarme siempre su amistad.

A **Leo** por el apoyo incondicional que solo él puede y sabe dar, por ser mi cómplice y una motivación para mí. Gracias por la felicidad que me das, por tu compañía, amor, paciencia, consejos y por estar a mi lado en esta aventura.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRANEOFACIAL.....</b>	<b>10</b>
1.1 Formación ósea.....	10
1.2 Tipos de crecimiento óseo.....	10
1.3 Mecanismos de crecimiento óseo.....	11
1.4 Movimientos de crecimiento.....	11
1.5 Hipótesis de crecimiento craneofacial.....	13
1.5.1 Genética.....	13
1.5.2 Teoría de dominancia sutural.....	14
1.5.3 Teoría de dominancia cartilaginosa.....	15
1.5.4 Teoría de la matriz funcional.....	16
1.5.5 Teoría del servo-sistema.....	16
1.6 Tipos de crecimiento posnatal.....	17
1.6.1 Sutural.....	17
1.6.2 Cartilaginoso.....	18
1.6.3 Intramembranoso.....	18
1.7 Zonas y tipos de crecimiento del complejo craneofacial.....	18
1.7.1 Bóveda craneal.....	18
1.7.2 Base del cráneo.....	20
1.7.3 Complejo nasomaxilar.....	21
1.7.4 Mandíbula.....	23

1.7.5 Tejidos blandos faciales.....	24
<b>CAPÍTULO 2 MALOCCLUSIÓN CLASE II.....</b>	<b>25</b>
2.1 Características clínicas.....	26
2.2 Etiología.....	27
2.2.1 Anomalías de la oclusión por el tamaño de los maxilares.....	28
2.2.2 Macrognatismo.....	28
2.2.3 Micrognatismo.....	28
<b>CAPÍTULO 3 DIAGNÓSTICO CLASE II.....</b>	<b>29</b>
3.1 Criterios para evaluar el crecimiento y desarrollo.....	29
3.1.2 Reloj biológico.....	29
3.1.3 Indicador morfológico.....	30
3.1.4 Indicador puberal.....	30
3.1.5 Indicador psicosocial.....	30
3.1.6 Indicador dental.....	31
3.1.7 Indicador esquelético.....	32
3.2 Diagnóstico.....	34
3.2.1 Estudio de modelos.....	34
3.2.1.1 Análisis de la discrepancia del modelo.....	36
3.2.1.2 Análisis de Moyers.....	38
3.2.2 Estudio cefalométrico.....	39
3.2.2.1 Análisis de Björk – Jarabak.....	41
3.2.2.2 Análisis de McNamara.....	42

<b>CAPÍTULO 4 ORTOPEDIA FUNCIONAL DE LOS MAXILARES</b> .....	45
4.1 Fundamentos.....	45
4.2 Características básicas de la Ortopedia Funcional.....	49
<b>CAPÍTULO 5 TIPOS DE TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE CLASE II</b> .....	51
5.1 Aparatos fijos.....	51
5.1.1 Jasper Jumper.....	51
5.1.2 Forsus Fatigue Resistant Device.....	52
5.1.3 Herbst.....	52
5.2 Aparatos removibles monomaxilares o bimaxilares.....	53
5.2.1 Bionator.....	53
5.2.2 Activador.....	54
5.2.3 Twin Block.....	55
5.2.4 Regulador funcional de Fränkel.....	56
5.2.5 McNamara con tubos para activador.....	57
5.2.6 Teuscher.....	58
5.2.7 Activador de Lehman.....	58
5.2.8 Activador abierto elástico de Klammt. ....	60
<b>CAPÍTULO 6 TRACCIÓN EXTRAORAL</b> .....	61
6.1 Biomecánica.....	62

6.2 Anclaje.....	64
6.3 Función.....	65
6.4 Elección del tipo de anclaje extraoral.....	66
6.4.1 Tracción parietal.....	66
6.4.2 Tracción cervical.....	67
6.4.3 Tracción media.....	67
6.5 Descripción del sistema mecánico.....	68
6.5.1 Arcos.....	68
6.5.2 Bandas con tubos dobles en molares para control de fuerza distal.....	69
6.5.3 Resortes para control de distalamiento.....	69
6.5.4 Bandas elásticas extraorales.....	70
6.6 Acción.....	70
6.7 Indicaciones.....	71
6.8 Fuerza y tiempo de uso.....	72
6.9 Efectos dentoalveolares.....	73
6.10 Centro de resistencia maxilar.....	74
<b>CAPÍTULO 7 Presentación del caso clínico.....</b>	<b>75</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>89</b>

## INTRODUCCIÓN

Las maloclusiones dentales son consideradas como un problema de salud pública, ya que, según la Organización Mundial de la Salud, éstas ocupan el tercer lugar de prevalencia dentro de los problemas de salud bucodental, siendo la maloclusión Clase II la que se encuentra con mayor frecuencia dentro de la población y se caracteriza por presentar una relación molar inferior distal con respecto al molar superior. Ésta es de origen multifactorial, sin embargo, sus causas más importantes son la predisposición genética, los factores extrínsecos, intrínsecos o ambientales.

Debido a esto, es imposible tratar a todos los pacientes por igual, por lo que es fundamental identificar los rasgos presentes en cada caso a través de los auxiliares de diagnóstico, como lo son la cefalometría, la radiografía carpal, modelos de estudio y fotografías clínicas extra e intraorales, etc. para poder realizar un diagnóstico acertado mediante el cual se creará el plan de tratamiento más adecuado para las necesidades en cada paciente.

Actualmente existen varios tratamientos para abordar y corregir este tipo de maloclusión a través de las terapéuticas de la ortopedia funcional del maxilar, fuerza extraoral, extracción terapéutica, aparatología fija, cirugía ortognática, etc.

Siempre se debe tener presente que los tratamientos de las maloclusiones a edades más tempranas tendrán un mejor resultado en un menor lapso de tiempo, como lo es en el caso de la Ortopedia craneofacial, que se encarga de estudiar la armonía dinámica, estética, funcional y biológica del órgano bucal, previniendo, tratando displasias y disgnacias mediante varias terapéuticas que aprovechan los estímulos neuromusculares provenientes de la masticación, deglución, respiración y fonación. El objetivo de ésta es eliminar los factores indeseables durante el crecimiento y el desarrollo fisiológico de las estructuras que componen al sistema estomatognático, actuando directamente sobre el sistema neuromuscular que rige el desarrollo óseo del maxilar y la mandíbula, para lograr un equilibrio morfofuncional de las estructuras del sistema estomatognático.

Una alternativa importante en el tratamiento de las Clases II es el uso de la tracción extraoral, cuyo objetivo es la contención del crecimiento y desarrollo sagital y vertical maxilar, mientras que la mandíbula continúa con su crecimiento. Este tipo de tracción se caracteriza por tener su punto de apoyo en elementos anatómicos ubicados fuera de la cavidad bucal y puede aplicar su fuerza de forma directa sobre el maxilar y sus dientes, o mediante otra aparatología ortopédica con ayuda del arco extraoral.

Este es un aparato mecánico compuesto por dos arcos: uno extraoral y uno intraoral además de que se caracterizan por la utilización de tubos fijados a las bandas colocadas en los primeros molares superiores.

El uso de estos aparatos tiene registro desde el año 1850 cuando Kingsley reporta el primer caso en la literatura en donde utilizó un aparato extraoral generando cambios al ampliar los arcos dentales y redirigir el crecimiento del maxilar. A partir de ese momento y hasta la actualidad, este aparato representa una gran alternativa para el tratamiento en este tipo de maloclusión, siempre y cuando se cuente con la cooperación de los padres y del paciente para obtener grandes resultados.

## **OBJETIVO**

Con el presente trabajo se pretende hacer énfasis en los estudiantes de la carrera de cirujano dentista sobre la importancia, prevención, diagnóstico, tratamiento temprano y oportuno mediante el uso de la aparatología ortodóncica y ortopédica fija o removible de las maloclusiones Clase II a temprana edad para tener un adecuado crecimiento y desarrollo craneofacial.

# CAPÍTULO 1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRANEOFACIAL

El crecimiento y desarrollo craneofacial proviene de una serie de procesos morfológicos y genéticos respecto al aumento de tamaño y la maduración de órganos y tejidos, durante la etapa intrauterina y después del nacimiento. Esto se logra mediante procesos de ajuste donde las regiones tanto del cráneo, como la cara, crecen y se desarrollan con distinto ritmo que otras, modificando sus proporciones para lograr un equilibrio funcional y estructural entre el tejido duro y blando de la región craneofacial.<sup>1</sup>

## 1.1 Formación ósea

El proceso mediante el cual se forma tejido óseo se denomina osificación. Existen dos procesos para la formación de hueso: la osificación directa o intramembranosa, generada a partir de tejido conectivo membranoso y la osificación indirecta o endocondral, que se genera a partir de cartílago.

En el proceso de crecimiento y desarrollo craneofacial, están involucrados estos dos distintos procesos de osificación (óseo y el cartilaginoso), que se van a comportar de manera distinta, según las exigencias funcionales de la zona involucrada.<sup>1, 2</sup>

## 1.2 Tipos básicos de crecimiento óseo

- **Intramembranoso:** La osificación intramembranosa es el proceso de transformación directa de tejido conectivo a hueso y es visto en la formación de huesos dermales o membranosos del esqueleto craneofacial.

El primer paso es la diferenciación de células ectomesenquimales en osteoblastos, éstos sintetizan una matriz extracelular compuesta de colágeno tipo I, proteína no colagenosa y glicoproteínas, las cuales se mineralizan para formar un centro de osificación. La osteogénesis continúa hasta que se encuentra con huesos vecinos y se convierten en articulaciones fibrosas o suturas.<sup>2</sup>

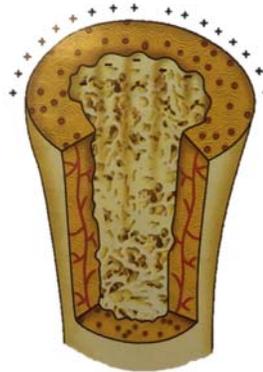
- **Endocondral:** En este tipo de crecimiento óseo, el modelo cartilaginoso semeja la forma final del hueso. El proceso comienza con la migración de células mesenquimales y su diferenciación en condroblastos, los cuales producen una matriz extracelular compuesta por colágena tipo

II, tipo X y proteoglicanos condroitin sulfato. En los huesos largos, la primera referencia de osificación es la formación de un collar óseo perióstico seguido por la hipertrofia y calcificación de condrocitos en la parte media de la diáfisis, acompañado por la penetración del cartílago por vasos sanguíneos.<sup>2</sup>

### 1.3 Mecanismos de crecimiento óseo

El crecimiento óseo es un proceso acumulativo, reabsortivo y de depósito, acompañado de un proceso de remodelado. El crecimiento comienza durante la etapa intrauterina y continúa a lo largo de la infancia y la adolescencia, seguido por una continua actividad de remodelado durante toda la vida del ser humano. Por lo tanto, este mecanismo de crecimiento es activo en los jóvenes, es decir, que en ellos existe más aposición ósea que resorción, mientras que en un adulto prevalece el equilibrio entre los procesos de aposición y resorción; y en los viejos hay una mayor resorción que aposición ósea. Mientras que este crecimiento óseo, se encontrará regido bajo los factores genéticos y funcionales.

En este proceso los huesos crecen por la aposición de hueso nuevo a lado de cada una de las cortezas, en ésta zona se sigue la dirección del crecimiento progresivo y existe una reabsorción del lado contrario (fig. 1). A este proceso se le conoce como “deriva”. Sin embargo, no toda la superficie externa de un hueso es de depósito y la interna de reabsorción, sino que hay zonas con ambos procesos, tanto en la superficie externa como en la interna, que se complementan.<sup>1, 3</sup>



*Fig. 1 Esquema donde se muestra el crecimiento del hueso, mediante la aposición (+) de nuevas capas en la superficie externa y resorción (-) en la interna.*

### 1.4 Movimientos de crecimiento

Conforme un hueso aumenta de volumen, al mismo tiempo se aleja de otros huesos en contacto con él. Estos movimientos están dados por la aposición

de hueso nuevo sobre un lado de la cortical y reabsorción del lado opuesto. El lado de depósito de hueso nuevo sigue la dirección del crecimiento progresivo; el lado contrario sufre una reabsorción.

Durante el crecimiento de los huesos craneofaciales se ven dos tipos de movimientos: 1) Corrimiento por arrastre cortical; y 2) Desplazamiento.<sup>2</sup>

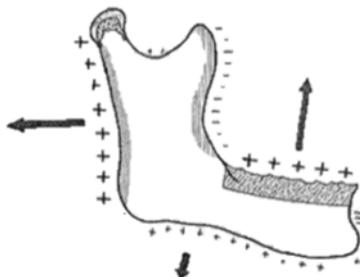
- **Corrimiento por arrastre cortical:** El arrastre es el movimiento de crecimiento hacia la superficie depositaria, resultado de combinaciones de depósito de hueso nuevo en un lado de la lámina cortical y reabsorción en el lado opuesto.

El arrastre ocurre en toda la zona de crecimiento de un hueso y no está registrado a los centros de crecimiento principales. Éste ocurre simultáneamente con el desplazamiento, pero se distingue de él ya que son modos diferentes de movimiento de todo el hueso como unidad.<sup>2, 4</sup>

- **Desplazamiento:** Es el movimiento de todo el hueso como una unidad. Mientras el hueso crece, se desplaza y reubica en el espacio. Este desplazamiento puede ser de dos tipos:

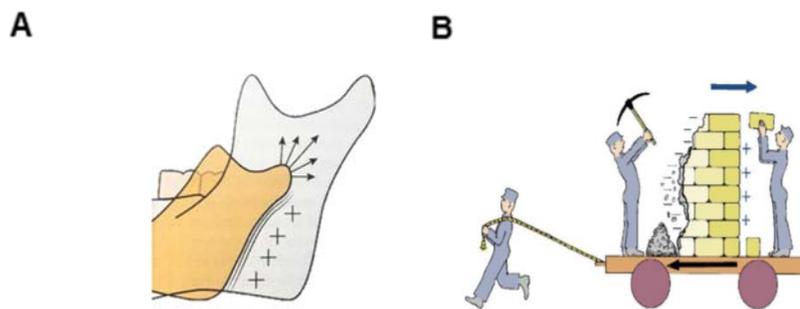
- Primario: es un movimiento físico de todo el hueso, por resorción y depósito; al crecer se va separando de los huesos vecinos, para crear el espacio dentro del que ocurre el crecimiento.
- Secundario: es el movimiento del hueso causado por el crecimiento independiente de otros huesos que pueden ser cercanos o distantes. En éste desplazamiento no se modifica su forma ni su tamaño.<sup>2, 4</sup>

- **Dirección de crecimiento:** La superficie orientada hacia la dirección real del crecimiento recibe depósito nuevo de hueso, mientras que la que se aleja del curso de crecimiento es reabsorbida. Ej. El borde anterior de la mandíbula es reabsortiva y el borde posterior es depositario (fig. 2).<sup>4</sup>



*Fig. 2 Zonas de depósito y reabsorción mandibular.*

- **Remodelado:** Se produce por el movimiento de “deriva” (proceso de depósito y resorción ósea), que hace que el hueso crezca, se desplace y reubique espacialmente. La razón por la cual el hueso debe remodelarse durante el crecimiento es porque sus partes regionales resultan movidas: la derivación mueve cada parte desde un lugar hacia otro, a medida que el hueso crece en su totalidad. Durante la remodelación el hueso modifica su forma y tamaño (fig. 3). Como regla general, la superficie sobre la que ocurre el crecimiento es aposicional, mientras que la opuesta es reabsortiva.<sup>2</sup>



*Fig. 3 A. Remodelación. B. Desplazamiento.*

## 1.5 Hipótesis de crecimiento craneofacial

Existen distintas hipótesis que han tratado de explicar cómo se produce el crecimiento y desarrollo craneofacial, teniendo en cuenta que todas tienen fundamentos y contribuyen en la explicación del tema.<sup>2</sup>

### 1.5.1 Genética

Fue presentada por Van Limborgh. En ella, se explica que el crecimiento craneofacial se hereda en su totalidad, por lo que manifiesta la existencia de un control genético intrínseco, que ejerce su influencia sobre las suturas, periostio y cartílagos. Posteriormente, el autor añadió a su hipótesis la influencia del medio ambiente como un factor a considerar y clasificó los factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo craneofacial en:

- Genéticos intrínsecos. Actúan dentro de cada célula, dándole características propias.

- Epigenéticos. Actúan fuera de la célula y los tejidos, reaccionando con las estructuras en las que intervienen.
- Ambientales. Modifican la morfogénesis que depende del genoma.

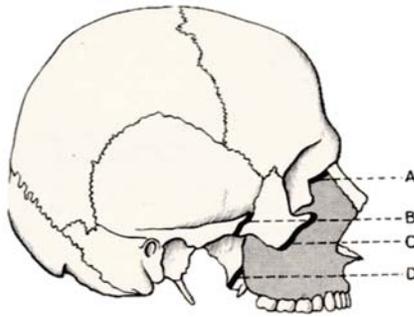
La teoría genética, es de ésta forma controlada por los llamados factores epigenéticos entendidos como modificación en la expresión de genes que no están directamente ligados a una alteración de la secuencia del ADN; es decir, aunque los factores genéticos determinan en gran parte las características de los huesos; existen unos factores externos que logran modificar esos potenciales.<sup>2</sup>

### **1.5.2 Teoría de dominancia sutural**

Esta teoría fue presentada por Harry Sicher y Joseph P. Weinmann. Ambos autores consideraban que los elementos que se encargan de la formación de hueso, como lo son: las suturas, el cartílago y el periostio, son los encargados del crecimiento facial, regidos bajo un control genético intrínseco.

En esta teoría se propuso que el crecimiento del macizo nasomaxilar se debe a los siguientes cuatro pares de suturas: fronto-maxilar, cigomático-maxilar, cigomático-temporal y pterigopalatina (fig. 4). que están localizadas paralelas unas a otras y que logran producir una fuerza que va a separar los tejidos, además de desplazar el complejo hacia adelante y hacia abajo para adaptar su crecimiento respecto a la mandíbula. Con relación a este concepto, Baume denominó centros de crecimiento a los lugares de crecimiento endocondral con una fuerza intrínseca de separación, y sitios de crecimiento a los sitios de formación ósea adaptativa a influencias externas, condición que se observa en las suturas.

Para evidenciar ésta teoría, Sicher realizó estudios con sustancias colorantes, en donde se demostró que las suturas estaban causando la mayor parte del crecimiento. Además de mencionar que el tejido conectivo de las suturas del complejo nasomaxilar y la bóveda, producían fuerzas que lograban separar los huesos.<sup>2, 5</sup>



**Fig. 4** Disposición de las suturas faciales (Sicher). **A.** Sutura frontomaxilar; **B.** Sutura cigomático-temporal; **C.** Sutura cigomático-maxilar y **D.** Sutura pterigopalatina.

### 1.5.3 Teoría de dominancia cartilaginosa

James H. Scott, en 1953 menciona en su teoría que los centros primarios de crecimiento más importantes son los de origen endocondral, asociadas a los cartílagos, ubicados en la base craneal y el septum nasal, enfatizando que la sincondrosis en la base del cráneo y el cartílago del septum nasal son los responsables de dirigir la forma y dirección de la cara a nivel fetal. Este crecimiento se encuentra mediado por factores genéticos intrínsecos presentes en los cartílagos, e influenciados en menor cantidad por factores epigenéticos y ambientales locales; al igual que consideraba a las suturas como centros secundarios de crecimiento regidos por cartílago. Además, propuso que la separación de los huesos confinada a una sutura podría darse después de que ocurre el crecimiento de un órgano asociado, como lo son el cerebro o el ojo. Él se basó en un experimento en el cual realizó la extirpación de un ojo, con lo que demostró que éste no parece ser necesario para la iniciación de la formación ósea de la órbita, sino que, el crecimiento del ojo establece el cambio en tamaño, forma y posición de la órbita.

En esta teoría, el crecimiento de la cara en el período posnatal se ubica en dos fases:

- 1) Desde el nacimiento hasta cerca de los 7 años de edad: Durante la primera fase, el crecimiento es regulado por el cartílago del septum nasal, la base craneal y el cóndilo mandibular. En esta etapa, la dentición decidua está en uso y los músculos faciales son relativamente más activos y desarrollados que los músculos de la masticación.

- 2) Después del séptimo año: Concluye el crecimiento del septum nasal y también el crecimiento en las suturas faciales, marcando la influencia del cartílago condilar como centro importante de crecimiento. En esta fase, el crecimiento del esqueleto facial es predominantemente por aposición y remodelado óseo. Los músculos de la masticación alcanzan su desarrollo completo al final de este período al concluir la dentición permanente que varía según la edad cronológica y la edad dental.

Implicación en el maxilar: En ésta teoría se consideraba que la cápsula que recubre al cartílago del septum nasal, en las primeras etapas del desarrollo de la vida de un niño, genera una tensión importante que sería la responsable del desplazamiento del complejo nasomaxilar y así lograr crecer como una unidad.<sup>2, 5</sup>

#### **1.5.4 Teoría de la matriz funcional**

En 1968, Melvin L. Moss propone una nueva teoría que se opone a la teoría expuesta por Sicher, donde sostenía que la formación del cráneo se da como resultado de las funciones de los órganos adyacentes.

Para Moss el cartílago simplemente daba soporte a las estructuras de la nariz, él realizó estudios clínicos en pacientes con ausencia congénita del septum nasal; donde el desarrollo facial se daba de manera simétrica y había posiciones normales de los procesos alveolares con desarrollo de la dentición normal, aunque con deformaciones nasales a nivel de punta de la nariz. De esta manera rechaza las teorías basadas en las suturas y cartílagos como centros principales y únicos de crecimiento.

Con base en esto, introduce el concepto de matriz funcional que comprende músculos, tejidos blandos, nervios, glándulas, dientes y unidades esqueléticas como huesos, cartílagos y tendones que soportan y protegen la matriz. Por lo que establece que si las funciones que tienen acción en el esqueleto craneofacial como deglución, respiración, articulación de la palabra, etc., no se llevan a cabo de manera adecuada no servirán de estímulo para que el tejido óseo crezca y se desarrolle correctamente.<sup>5</sup>

#### **1.5.5 Teoría del servo-sistema**

Enunciada por Alexander Petrovic y colaboradores, donde describen el crecimiento craneofacial, mediante de la carga genética y su expresión condicionada por los estímulos externos que reciba. Es decir, el crecimiento craneofacial se puede entender como un servosistema que controla automática e inconscientemente el proceso de aposición y reabsorción ósea, dependiendo del estímulo o la información que reciba el sistema. Dicha

respuesta puede ser modificada por un componente intrínseco facial que involucra aspectos genéticos y hormonales.<sup>5</sup>

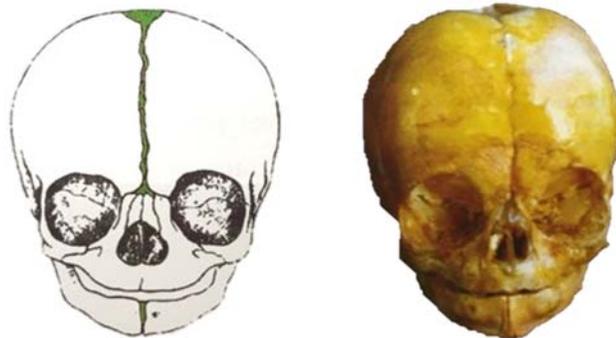
## 1.6 Tipos de crecimiento posnatal

La morfología craneofacial de un recién nacido no es igual a la de un adulto. La porción craneal tiene un mayor desarrollo que la facial, debido a que la bóveda craneal crece con más rapidez acompañando el aumento de tamaño de las estructuras del sistema nervioso central, que termina alrededor de los 5 años, mientras que los huesos y tejidos faciales siguen con el crecimiento durante más tiempo.

En la cara y el cráneo del recién nacido encontramos 3 tipos de crecimiento óseo: sutural, cartilaginoso e Intramembranoso.<sup>1</sup>

**1.6.1 Sutural:** Es un proceso osteogénico con fibras colágenas y tejido conjuntivo, equivalente al crecimiento perióstico o Intramembranoso, adaptado a la tensión. Este crecimiento se produce por la acción de las suturas que conforman el complejo sutural circunmaxilar de Scott, que está comprendido por las suturas: frontomaxilar, cigomaticotemporal, cigomaticomaxilar y pterigopalatina.

En el recién nacido el crecimiento sutural se presenta tanto en la bóveda como en la base craneal y el área facial (fig. 5).



*Fig. 5 Crecimiento sutural posnatal.*

Se encuentra la sutura metópica entre las dos porciones del hueso frontal, que completa su osificación a los 2 años y medio aproximadamente.

También se observa la sutura internasal entre los huesos propios y el frontal, que cierra aproximadamente al año de vida.

La sutura intermaxilar entre la zona de la premaxila, cierra al año de vida.<sup>2</sup>

**1.6.2 Cartilaginoso:** El crecimiento cartilaginoso se encuentra en la base del cráneo, el cartílago del tabique nasal, la sincondrosis y el cóndilo mandibular.

En el área facial del recién nacido se encuentra la sincondrosis mandibular, que separa ambos hemimaxilares inferiores. Esta se cierra prematuramente a los 8 meses y el año de vida, lo que acota el crecimiento en sentido transversal de la mandíbula.<sup>2, 3</sup>

**1.6.3 Intramembranoso (perióstico-endóstico):** La osificación intramembranosa es la que se produce preferentemente en huesos planos. Ésta cubre las superficies interna y externa de los distintos huesos de la cara, y permite su crecimiento tridimensional. En este proceso, algunas células mesenquimatosas que forman las membranas de tejido conjuntivo, son transformadas en osteoblastos formando un centro de osificación alrededor del cual se va formando hueso.<sup>2</sup>

## **1.7 Zonas y tipos de crecimiento del complejo craneofacial**

El crecimiento y desarrollo craneofacial, son procesos morfogénicos orientados hacia un estado de equilibrio funcional y estructural entre las múltiples partes regionales del tejido duro y blando que están en constante crecimiento y cambio.

El esqueleto facial aumenta en todas direcciones durante el periodo de crecimiento postnatal, el aumento en altura es mayor que en profundidad, y que en ancho. La anchura facial es la primera en alcanzar las tres dimensiones y el esqueleto facial por tanto se hace invariablemente más largo y estrecho del nacimiento a la adultez.

Para comprender éste proceso es necesario conocer: 1) las zonas o lugares de crecimiento; 2) el tipo de crecimiento que se produce en ese lugar; 3) los mecanismos de crecimiento y 4) los factores que determinan o controlan dicho crecimiento.<sup>1</sup>

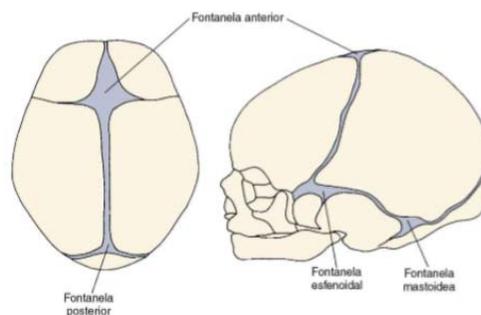
### **1.7.1 Bóveda craneal**

La bóveda craneal está constituida por los siguientes huesos: dos frontales, dos parietales, porción escamosa de hueso temporal, porción escamosa del hueso occipital, huesos wormianos. Estos huesos planos se originan por formación de hueso intramembranoso, sin la intervención de precursores cartilaginosos, con la función de alojar en su interior a la parte superior del

sistema nervioso central, también conocida como encéfalo, que está formada por el cerebro, el cerebelo y el tallo cerebral.

Al nacer, los huesos planos del cráneo se encuentran separados por un tejido conjuntivo intermedio laxo (fig. 6). Estos espacios abiertos, o también llamados fontanelas, permiten que el cráneo se deforme en el momento del parto. Tras el nacimiento, la aposición de los huesos a lo largo de los bordes de las fontanelas va eliminando estos espacios abiertos, hasta llegar a su fusión durante la edad adulta.

La aposición de hueso neoformado en estas suturas es el principal mecanismo para el crecimiento de la bóveda craneal. Aunque la mayor parte de éste crecimiento se da en las suturas como resultado de la tensión que se produce en éstas por el aumento de tamaño en los lóbulos frontales y temporales del cerebro, existe una tendencia a eliminar hueso de la superficie interior de la bóveda craneal, al tiempo que se añade hueso neoformado a la superficie exterior. Esta remodelación de las superficies permite ir modificando el contorno durante el crecimiento. <sup>1, 2, 4</sup>



**Fig. 6** Fontanelas del cráneo de un recién nacido (azul).

Cambios dimensionales:

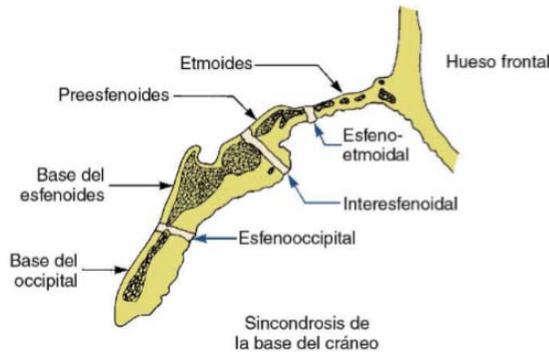
- Anchura: principalmente por la osificación de tejido conjuntivo que prolifera en las suturas: lambdoideal, interparietal, parieto-esfenoidal y parieto-temporal.
- Altura: por el crecimiento de la sutura frontoesfenoidal, parieto-esfenoidal y parietooccipital.
- Longitud, se hace por dos mecanismos:
  - 1) La bóveda craneana aumenta porque está adherida a la base craneal que también crece longitudinalmente.
  - 2) Al activo crecimiento del tejido conjuntivo de la sutura coronal.<sup>4</sup>

## 1.7.2 Base del cráneo

La base del cráneo es la porción cartilaginosa que forma la base del cráneo, y por estar íntimamente ligada a la bóveda craneal, comparten la función de protección del cerebro.

Los huesos de la base del cráneo se forman inicialmente en el cartílago, y estos modelos cartilaginosos se transforman posteriormente en hueso por osificación endocondral.

Sus centros de osificación, aparecen al comienzo de la vida embrionaria, determinando la ubicación definitiva de los huesos basilar, esfenoides y etmoides, que son los formadores de la base del cráneo. Al ir avanzando la osificación persisten entre los centros de osificación, franjas de cartílagos denominadas sincondrosis. Los puntos importantes de crecimiento son: la sincondrosis esfenooccipital, la interesfenoidal y la esfenoetmoidal (fig. 7).<sup>1, 2</sup>



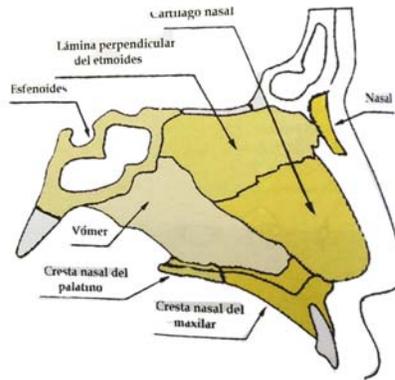
**Fig. 7** Esquema de la sincondrosis, mostrando la localización de los puntos de crecimiento.

Cambios dimensionales:

- Anchura: La base del cráneo aumenta en anchura por crecimiento sutural en:
  - 1) La sutura entre la parte horizontal del ala mayor del esfenoides y la eminencia articular del temporal.
  - 2) La sutura entre el hueso occipital y la apófisis mastoides del temporal.
  - 3) El cartílago que se interpone entre el cuerpo del esfenoides y sus dos alas mayores, cuyo crecimiento produce expansión bilateral.
- Altura: Crece por aposición superficial.
- Longitud: Aumenta principalmente por crecimiento cartilaginoso en las sincondrosis esfenooccipital y esfenoetmoidal. En menor grado por aposición superficial en el frontal y porción escamosa del occipital.<sup>4</sup>

### 1.7.3 Complejo nasomaxilar

El complejo nasomaxilar está conformado por diferentes estructuras cuyo desarrollo y función correctos tendrán influencia en el crecimiento anatómico de la cara. Los huesos que lo integran son: huesos propios de la nariz, vómer, palatino, lagrimal, arco cigomático y maxilar (fig. 8).<sup>2</sup>



*Fig. 8 Parte del conjunto de huesos que conforman en complejo nasomaxilar.*

En el tercio medio facial, el crecimiento se va a producir por el tipo cartilaginoso, intramembranoso y sutural. El crecimiento sutural, se produce por la acción de las mismas que forman el complejo sutural circunmaxilar de Scott, comprendido por las suturas frontomaxilar, cigomaticotemporal, cigomaticomaxilar y pterigopalatina. Este complejo sutural permite el desplazamiento de tipo primario de maxilar, además de formar parte del vector de crecimiento que tiene la cara durante toda su evolución que es hacia adelante y abajo.<sup>2</sup>

En cuanto al maxilar, éste se va a desarrollar tras el nacimiento por osificación intramembranosa.

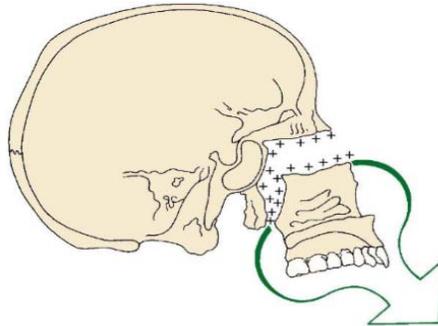
El crecimiento se produce de dos formas: 1) Por aposición de hueso en las suturas que conectan el maxilar con el cráneo y su base, y 2) Por remodelación superficial.

El maxilar debe recorrer en su crecimiento una distancia hacia abajo y hacia fuera en relación con el cráneo y su base. Ésto se lleva a cabo de dos maneras: 1) Por un empuje posterior creado por el crecimiento de la base del cráneo, y 2) Por el crecimiento en las suturas.

Hasta los 6 años, el desplazamiento producido por el crecimiento de la base del cráneo es una parte importante del crecimiento hacia adelante del maxilar, aproximadamente a los 7 años el crecimiento de la base del cráneo se detiene y el crecimiento de las suturas es el único mecanismo que lleva el maxilar hacia delante.

Al producirse este desplazamiento anteroinferior, el espacio entre las suturas se va rellenando por proliferación ósea. Se produce una aposición ósea en

ambos lados de las suturas, por lo que los huesos a los que se une el maxilar también van aumentando de tamaño (fig. 9).<sup>1, 3</sup>

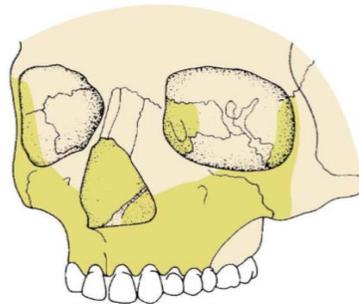


**Fig. 9** A medida que se desplaza al maxilar hacia abajo y hacia delante, va añadiéndose hueso neoformado a ambos lados de las suturas.

El piso de la cavidad nasal y el techo del paladar se mueven verticalmente en relación con las órbitas.

Parte del borde posterior del maxilar es una superficie libre en la región de la tuberosidad. Se va añadiendo hueso a dicha superficie, creando un espacio adicional en el que erupcionan los molares deciduos y los permanentes.

Las superficies frontales del maxilar van remodelándose al tiempo que crece en sentido anteroinferior y se va eliminando hueso en gran parte de su superficie anterior (fig. 10).<sup>1</sup>



**Fig. 10** Zonas de reabsorción (amarillo).

En la cara vestibular del maxilar y en coincidencia con la ubicación aproximada del ápice del incisivo central, se encuentra una zona importante en el crecimiento, llamada punto A, por arriba del cual habrá depósito óseo formando la espina nasal anterior y por debajo, una zona de reabsorción característica de la cara externa del maxilar.

Referente al cambio dimensional en anchura, se produce por una expansión adicional en la cavidad nasal mediante la separación de los dos cuerpos maxilares en la sutura media, desplazamiento lateral y reabsorción ósea en las paredes laterales de la cavidad. Se ha mostrado que este crecimiento en

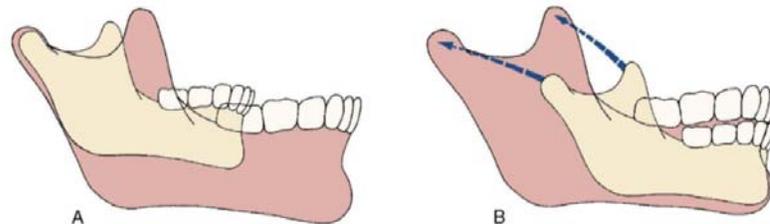
la sutura media continúa hasta la etapa juvenil, entre los 17 y 18 años aproximadamente y paralela a la curva de crecimiento en altura.<sup>3, 4</sup>

#### 1.7.4 Mandíbula

Aunque todavía separada por una sínfisis en la línea media al nacimiento, las dos mitades de la mandíbula se fusionan entre el primero y segundo año de vida y de todos los huesos faciales, la mandíbula muestra la mayor cantidad de crecimiento postnatal, también la mayor variación individual en su morfología.

El patrón general de crecimiento de la mandíbula se puede representar de dos formas:

- Si se toma como referencia al cráneo, el mentón se desplaza hacia abajo y hacia delante.
- Con los experimentos de tinción vital, se observa que los principales puntos de crecimiento de la mandíbula son la superficie posterior de la rama mandibular, las apófisis condilar y coronoides. Se producen muy pocos cambios en la parte anterior de la mandíbula (*fig. 11*).<sup>1</sup>



**Fig. 11 A.** El mentón se desplaza hacia abajo y hacia delante. **B.** Indica la existencia de cambios en el cuerpo y en la zona del mentón, así como un crecimiento y remodelación en la rama mandibular, que la desplazan posteriormente.

Como el complejo nasomaxilar, la mandíbula crece hacia adelante y abajo principalmente como resultado del desplazamiento de todo el hueso. El desplazamiento se produce principalmente al moverse el hueso en sentido anteroinferior acompañado por los tejidos blandos que lo envuelven.

El mentón es una zona de crecimiento casi inactiva. Se desplaza en sentido anteroinferior, ya que el crecimiento se produce realmente en el cóndilo y a lo largo de la superficie posterior de la rama mandibular.

El cuerpo de la mandíbula se alarga al alejarse la rama mandibular del mentón, lo que se produce por eliminación ósea de la superficie anterior de la rama y aposición ósea en la superficie posterior.

El crecimiento en altura permitido por el proceso alveolar para ajustar el desplazamiento hacia abajo del cuerpo mandibular, depende de la dirección y ritmo de crecimiento del cóndilo.<sup>1, 2, 4</sup>

## **1.75 Tejidos blandos faciales**

### **- Crecimiento de los labios**

Los labios se retrasan respecto del crecimiento del maxilar y la mandíbula en el período anterior a la adolescencia y entonces experimentan un brote de crecimiento para igualarse. Debido a que la altura de los labios es relativamente corta durante los años de dentición mixta, la separación labial en reposo es máxima durante la infancia y disminuye en la adolescencia.<sup>1</sup>

### **- Crecimiento de la nariz**

El crecimiento del hueso nasal se completa aproximadamente a los 10 años. Posteriormente, el crecimiento se hace únicamente a expensas del cartílago y los tejidos blandos.

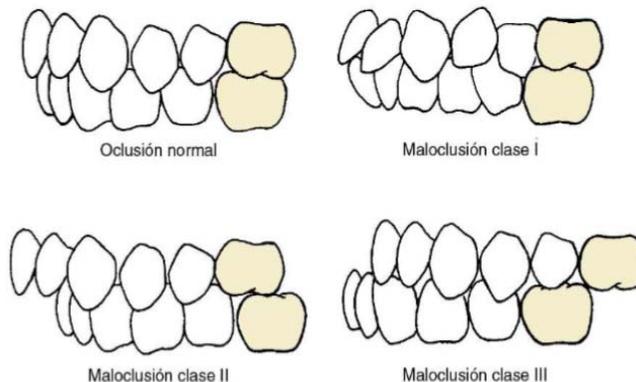
Como consecuencia de esto, la nariz se vuelve más prominente en la adolescencia. Los labios se encuentran enmarcados por arriba por la nariz y por abajo por el mentón, los cuales se vuelven más prominentes con el crecimiento adolescente y postadolescente.<sup>1</sup>

## CAPÍTULO 2. MALOCLUSIONES CLASE II

Se puede definir a las maloclusiones como las variaciones morfológicas dentolabiales, capaces de afectar al estado de salud óptimo del aparato estomatognático en sus vertientes morfológica, funcional o estética, y que en función del grado de desarrollo podrán o no estar asociadas a condiciones patológicas. Según la Organización Mundial de la Salud, las maloclusiones ocupan el tercer lugar de prevalencia dentro de los problemas de salud bucodental, luego de la caries dental y de la enfermedad periodontal.<sup>7</sup>

Edward H. Angle, describió en 1890 la clasificación de las maloclusiones basándose en las relaciones oclusales de los primeros molares:

- Clase I: relaciones normales entre los molares, si bien la línea de oclusión es incorrecta por malposición dental, rotaciones u otras causas.
- Clase II: molar inferior situado distalmente en relación con el superior, línea de oclusión sin especificar.
- Clase III: molar inferior situado mesialmente en relación con el molar superior, línea de oclusión sin especificar (fig. 12).<sup>1, 6</sup>



**Fig. 12** Oclusión normal y clases de maloclusión según la definición de Angle.

### Clase I

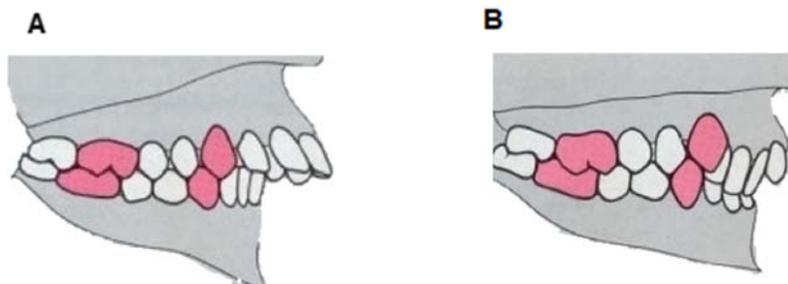
Son aquellas maloclusiones en donde existe una relación molar normal, sin embargo, uno o más dientes pueden encontrarse en oclusión lingual o vestibular debido a malposición dentaria ocasionada por anomalías en sentido vertical o transversal o por una desviación sagital de los incisivos.

## Clase II

La maloclusión Clase II (distoclusión) es la más frecuente dentro de la población, y se caracteriza porque la cúspide mesiovestibular del primer molar superior ocluye por delante del surco mesiovestibular del primer molar inferior.<sup>1, 6</sup>

Existen 2 divisiones de la Clase 2:

- Clase II división 1: existe proinclinación de los incisivos superiores, en la cual la mordida probablemente sea profunda, el perfil retrognático y el resalte excesivo.
- Clase II división 2: existe una inclinación hacia palatino de los incisivos centrales superiores y función labial anormal (fig. 13).<sup>1</sup>



*Fig. 13 A. Clase II división 1. B. Clase II división 2.*

## Clase III

Aquellas maloclusiones en las cuales el molar inferior se encuentra situado mesialmente respecto al primer molar superior.

### 2. 1 Características clínicas

- **Clase II división 1:** Se caracteriza por el aumento del resalte y la inclinación de los incisivos superiores hacia vestibular, en la cual la mordida probablemente sea profunda. Existe un impedimento del sellado labial por lo que es frecuente que el paciente mantenga su boca entreabierta estando en oclusión habitual.

Típicamente hay un músculo mentoniano hiperactivo, que se contrae intensivamente para elevar el orbicular de los labios y efectuar el sello labial, con un labio superior hipotónico y el inferior hipertónico.<sup>2,9</sup>

- **Clase II división 2:** El resalte está reducido y la corona de los incisivos superiores inclinada hacia lingual. Se caracteriza por profundidad anormal de la mordida, labioversión de los incisivos laterales superiores y función labial más normal. Además de presentarse un biotipo meso o endomorfo, la mayoría presenta una convexidad facial normal y perfiles agradables pudiendo ser rectos o ligeramente convexos.

La división 1 y la división 2 tienen un rasgo en común: el primer molar inferior, está en distal de la posición que le correspondería ocupar para una normal interrelación oclusal.<sup>2,9</sup>

## 2.2 Etiología

La mayoría de las maloclusiones esqueléticas moderadas, suelen ser principalmente por causas hereditarias, o por causas genéticas, de origen desconocido, adquiridas por problemas funcionales, hábitos, enfermedades, desnutrición y por traumatismos. Así es el caso de la mayoría de las maloclusiones Clase II, en las que suele existir un patrón heredado de déficit mandibular; sin embargo, pueden ser más severas por la presencia de factores ambientales.<sup>8</sup>

- **Clase II división 1:**  
Puede deberse a una displasia ósea, a un movimiento hacia delante del arco dentario y los procesos alveolares superiores, o a la combinación de factores esqueléticos o dentarios. Además, suele estar relacionado con factores extrínsecos, por ejemplo: hábitos como la succión digital o de chupón, la interposición del labio inferior, con succión o no de este el cual es un freno patológico para el desarrollo de la arcada mandibular y un estímulo para la protrusión maxilar, así como el hábito respiratorio que influye por la repercusión de la boca entre abierta en el funcionamiento estomatognático.<sup>2,9</sup>
- **Clase II división 2:**  
Aún no es del todo conocida, aunque se sabe que existe un fuerte componente hereditario, en donde el rasgo común en los miembros de una misma familia, es la retroinclinación de los incisivos. Otras hipótesis

tienden a explicar el importante papel que tiene la musculatura, en la determinación de la inclinación de los incisivos tras la erupción.<sup>2, 9</sup>

### **2.2.1 Anomalías de la oclusión por tamaño de los maxilares**

Se consideran como una maloclusión esquelética, ocasionada por una desarmonía entre el maxilar y la mandíbula. Existen dos tipos de éstas anomalías: macrognatismo y micrognatismo.<sup>2</sup>

### **2.2.2 Macrognatismo**

Esta condición se caracteriza por el tamaño excesivo tanto de maxilar, como la mandíbula, siendo con mayor frecuencia en la mandíbula. Además, puede presentar otros signos clínicos como piezas dentales de mayor tamaño (macrodoncia) y macroglosia. También puede estar relacionada a alguna alteración sistémica, como el aumento de la secreción de la hormona de crecimiento por hiperfunción de la hipófisis.

Si se llega a presentar en edades tempranas, se le denomina gigantismo y si aparece en la adultez, se le denomina acromegalia.<sup>2</sup>

### **2.2.3 Micrognatismo**

Es una alteración que se presenta como una disminución en el tamaño inferior al normal, en maxilar o mandíbula, siendo más afectada la mandíbula. Generalmente está asociado a otras patologías, como los síndromes que involucran al primer arco branquial.<sup>2</sup>

## **CAPÍTULO 3 DIAGNÓSTICO EN CLASE II**

Las maloclusiones de la Clase II, son las frecuentes en la población, por lo que para obtener un diagnóstico adecuado se requiere de hacer una buena historia clínica, tener modelos de estudio, registros interoclusales, radiografías (lateral de cráneo y ortopantomografía) y fotografías tanto intraorales como extraorales para crear un plan de tratamiento de acuerdo a las necesidades y requerimientos que tiene el paciente, y así lograr resolver su problema de función, estabilidad y estética.<sup>9</sup>

### **3.1 Criterios para evaluar el crecimiento y desarrollo**

Los términos crecimiento y desarrollo en muchas ocasiones se utilizan como sinónimos, sin embargo, cada uno de ellos tiene un significado diferente. Crecimiento se refiere a un incremento de las dimensiones de la masa corporal. Se da como resultado de hiperplasia (aumento de cantidad de células) e hipertrofia (aumento en el tamaño de la célula) de los tejidos del organismo.

El desarrollo es un proceso en el que ocurren cambios en el tamaño y forma del cuerpo, en la complejidad de las funciones fisiológicas y en la maduración biológica. Por lo que el crecimiento y la maduración en el ser humano, es resultado de la interrelación genético-ambiental, la cual determina que en la población general existan niños con diferentes ritmos de crecimiento y maduración: tardíos, promedio y tempranos. Por esta razón, las medidas de la madurez fisiológica son usadas en vez de la edad cronológica, ya que ésta no siempre permite evaluar el desarrollo y maduración del paciente. Por lo que se recurre a determinar la edad biológica mediante el cálculo de la edad ósea, dental o de maduración sexual.<sup>2, 10</sup>

#### **3.1.2 Reloj biológico**

La edad cronológica del paciente interviene escasamente en el pronóstico de los cambios que se producen con el crecimiento y desarrollo, por lo cual se valora mediante de la edad biológica. Esta se calcula a partir de la edad ósea, dentaria, morfológica, psicosocial y de maduración sexual. Es de suma importancia tener en cuenta que cada persona tiene su propio ritmo y tiempo para crecer, algunos crecen antes y otros lo hacen más tarde, por eso es importante conocer las variaciones individuales, para poder predecir los periodos de aceleración y desaceleración del crecimiento para aplicar las terapéuticas adecuadas en el momento indicado.<sup>2, 10</sup>

### **3.1.3 Indicador morfológico**

Este indicador se mide mediante el peso y la talla, ya que son buenos indicadores del crecimiento, además de la nutrición adecuada, ya que pueden determinarse por la comparación de los valores actuales del niño con los de las curvas de crecimiento ponderoestaturales, en relación con la edad cronológica. Estos datos nos permiten conocer si el paciente se encuentra dentro de los parámetros normales para su edad y establecer un aproximado de su crecimiento en el que es probable que permanezca durante toda su vida. Bjork y col. (1967) indicaron que la edad de máximo crecimiento en altura o talla es un criterio de maduración importante. Sin embargo, en relación con la predicción de la edad de la futura aceleración de la tasa de crecimiento, tiene un valor clínico limitado porque el uso de este indicador de maduración necesita un seguimiento continuo del paciente, lo cual no siempre es posible lograrlo, ya que muchos de ellos llegan en una etapa puberal a consulta y no se tienen los registros de las alturas anteriores para determinar en qué momento se da el máximo incremento que corresponde al pico en altura. (Flores y col., 2005).

Además, diferentes alteraciones pueden afectar el crecimiento normal, como lo son las alteraciones sistémicas a nivel endócrino, las de carácter metabólico y del desarrollo, las diferencias nutricionales y las diferentes enfermedades infecciosas.<sup>1,2</sup>

### **3.1.4 Indicador puberal**

Se entiende como pubertad al período del crecimiento y desarrollo del ser humano en el cual, éste adquiere la capacidad de procrear y deja la etapa de la niñez para pasar a la etapa adulta. En esta etapa se dan grandes cambios referente a las características neuro-endocrinas, es decir, se produce el desarrollo en los órganos sexuales y caracteres secundarios, en conjunto con el incremento de la velocidad del crecimiento. Este incremento del crecimiento puberal se inicia en las niñas de los 10 a los 12 años y de 12 a 14 años en los niños, con un margen de variación aproximado de 6 años. Sin embargo, el inicio y fin de ésta etapa tiene gran variabilidad, ya que está determinada por factores hereditarios, pero modulada por la acción ambiental.

Por esta gran variabilidad de la edad cronológica, con respecto a la maduración sexual, hace que este indicador de crecimiento tenga un limitado valor de predicción del futuro pico máximo de crecimiento.<sup>2, 10</sup>

### **3.1.5 Indicador psicosocial**

Así como el cuerpo evoluciona hasta alcanzar una etapa relativamente estable, caracterizado por la finalización del crecimiento y la madurez de los

órganos, así, la vida mental puede concebirse como la evolución hacia una manera de equilibrio, representada por la adultez.<sup>2</sup>

Según Piaget, existen diferentes etapas del niño y el adolescente, que es de suma importancia valorar y tener en cuenta.

- **Del nacimiento a los dos años:** En ésta etapa la vida mental se reduce al ejercicio de reflejos, como el de succión. Después alcanza la inteligencia práctica o sensoriomotriz, que básicamente consiste en manipulación de objetos.
- **De los 2 a los 7 años:** Inicia la socialización con la aparición del lenguaje. Predomina la intuición y el egocentrismo sobre la lógica.
- **De los 7 a los 12 años:** Comienza a desarrollarse la personalidad. Pasa a dejarse el egocentrismo y se produce la construcción de la lógica.
- **Adolescencia:** La personalidad culmina en ésta etapa. Comienza el pensamiento formal y la reflexión.

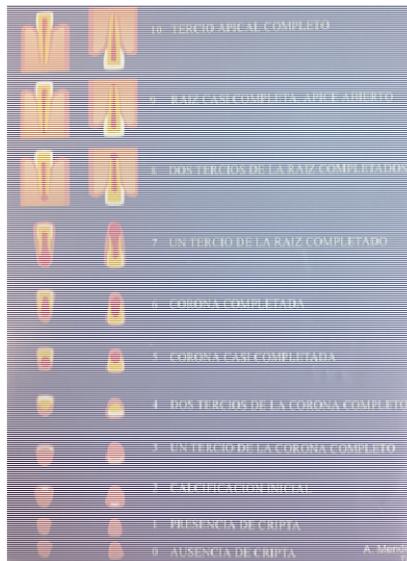
Estos signos de la conducta adolescente se pueden observar en la práctica clínica y, por lo tanto, orientar al clínico a percibir que el paciente está en etapa de aceleración de crecimiento.<sup>10</sup>

### **3.1.6 Indicador dental**

Se ha evaluado la relación de la erupción y calcificación dental, con las etapas de crecimiento como un parámetro clínico importante a considerar en la etapa más apropiada para realizar el tratamiento ortopédico.

Según Bjork (1967), la aparición del segundo molar en los niños, puede coincidir con el pico de crecimiento, y en las niñas 13 meses después del máximo puberal, aunque generalmente la erupción dentaria comienza antes en los varones. Sin embargo, las diferencias que existen en cuanto al sexo, la variación de la edad en la que comienza la erupción dentaria.

Con la radiografía panorámica podemos descubrir la formación, la calcificación y la erupción de las piezas dentarias. Para ello, las tablas de Nolla (1960) nos ayudan a conocer los estados de formación, calcificación y erupción dentaria con respecto a la edad cronológica (fig. 14).<sup>2, 10</sup>

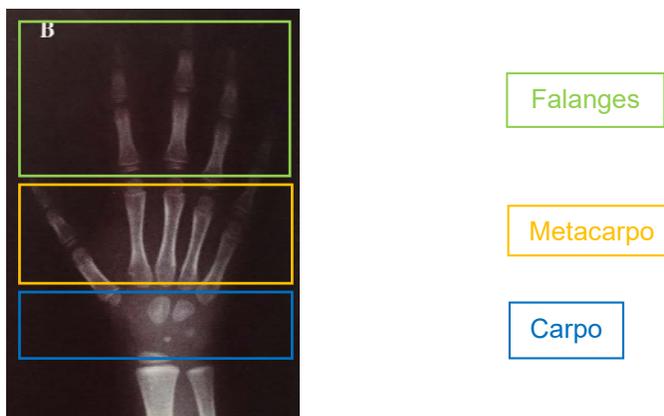


**Fig. 14** Estadios de desarrollo descritos por Carmen M. Nolla.

### 3.1.7 Indicador esquelético

La maduración esquelética se refiere al grado de desarrollo de osificación de un hueso. Durante el crecimiento, el hueso pasa por una serie de cambios que pueden ser evaluados radiográficamente. Por lo tanto, la maduración esquelética está determinada por la evaluación radiográfica de una o más áreas del cuerpo. Estas radiografías, que por facilidad, estandarización y reproducibilidad se han utilizado por ser las más adecuadas para esta valoración. Entre ellas están: la radiografía carpal para observar la maduración de los huesos de la mano y muñeca; y la telerradiografía lateral para observar la maduración de las vértebras cervicales.<sup>11</sup>

- **Análisis de la maduración de los huesos de la mano en la radiografía carpal:** Es el método estándar para evaluar el crecimiento, ya que en ésta se observan un gran número de huesos y epífisis en desarrollo, en donde se pueden seguir los cambios a través de los años a medida que el individuo crece. Además de que determina el tiempo más adecuado para comenzar el tratamiento en el paciente. Para hacer una correcta interpretación, es necesario conocer que la mano consta de 27 huesos, de los cuales surgen tres grupos: carpo (8 huesos), metacarpo (5 huesos) y falanges (14 huesos); también se toman en cuenta el radio y el cúbito, ya que también se visualizan en esta radiografía (fig. 15).<sup>2, 12</sup>



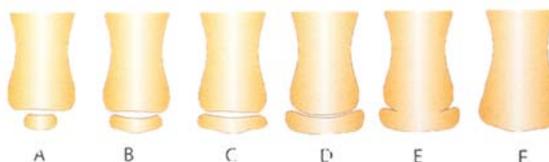
**Fig. 15** Radiografía carpal mostrando los 3 grupos que conforman los huesos de la mano.

La madurez ósea se determina a los 9 años de edad por el grado de mineralización de los huesos del carpo. Después de ésta edad, la madurez se determina por el desarrollo de los huesos metacarpianos y falanges.<sup>12</sup>

La aparición del hueso sesamoideo está muy relacionada con el inicio del crecimiento puberal. Esto se comprobó en un estudio realizado por Bjork y Helm (1967), ya que afirmaron que éste hueso aparece un año antes que el pico mayor de crecimiento o coincide con él, pero nunca aparecerá después.

Además, Bjork (1972) y Grave y Brown (1976) establecieron estadios de osificación, de acuerdo a la osificación de la epífisis:

- Estadio 1: Epífisis igual ancho que la diáfisis.
- Estadio 2: También llamado de capuchón, en donde la diáfisis es rodeada por la epífisis a modo de capuchón.
- Estadio 3: La epífisis se osifica por completo con la diáfisis.



**Fig.16** Estadios de la osificación de la epífisis. **A.** Aparición de la epífisis, **B.** Incremento lateral, **C.** Ancho de la epífisis igual a la diáfisis, **D.** Capuchón, **E.** Inicio de la fusión, **F.** Fusión completa.

El periodo de aceleración del crecimiento se manifiesta entre el período de osificación del sesamoideo y el inicio del estadio 2 de la segunda falange del

dedo medio. Por lo tanto, ubicando este período, se pueden realizar la mayoría de los tratamientos.<sup>6, 12</sup>

## **3.2 Diagnóstico**

Para tener una adecuada planeación y elección del tratamiento de ortodoncia, ya sea preventiva, interceptiva o correctiva, se necesitan registros diagnósticos que nos brinden información sobre las condiciones que presenta el paciente al momento de la valoración inicial. Estos registros pueden ser modelos de estudio, estudio cefalométrico, estudio facial y por imágenes.<sup>12</sup>

### **3.2.1 Estudio de modelos**

Los modelos de estudio, son registros obtenidos de impresiones tomadas al paciente y contruidos en yeso que nos reproducen la forma anatómica de la cara oclusal de los dientes superiores e inferiores, la forma y simetría de los arcos, alineamiento dentario, giroversiones, anomalías de forma y tamaño, línea media, inserción de los frenillos, morfología de las papilas interdentes y la forma del paladar.<sup>1, 3</sup>

Además de ser uno de los métodos más utilizados para el diagnóstico por su costo, sencillez y fidelidad, también son utilizados para la presentación del caso clínico, así como un comparativo en la evaluación del progreso del tratamiento y los resultados obtenidos al finalizarlo, así como en la planificación del tratamiento, ya que podemos realizar mediciones que nos determinan la relación entre la cantidad de espacio en el arco alveolar y la cantidad de espacio necesario para que todos los dientes estén alineados adecuadamente. Este análisis, puede realizarse tanto en dentición permanente y dentición mixta.<sup>3</sup>

Estos modelos se caracterizan porque deben estar perfectamente recortados y pulidos; además, se deben almacenar porque son parte del expediente clínico y no se utilizan para trabajos de laboratorio, ya que no están hechos para éste fin.<sup>12</sup>

En el estudio de modelos se revisan los 3 planos del espacio de las arcadas dentales superior e inferior, así como la relación intermaxilar. Estos planos son:

- Plano medial del rafé (sagital).
- Plano de la tuberosidad (vertical).
- Plano oclusal (transversal).<sup>3</sup>

Este estudio se puede dividir en:

**Análisis individual de las arcadas dentarias.** La forma y tamaño de las arcadas, van de la mano con la estética y el biotipo facial. Por lo tanto, una arcada de forma cuadrangular corresponde a un biotipo endomorfo; una arcada triangular corresponde a un biotipo ectomorfo y una forma ovoide, corresponde a un mesomorfo. Sin embargo, esto puede estar alterado por factores ambientales y funcionales. Un ejemplo de esto es al encontrar una arcada triangular y profunda en un biotipo endomorfo, debido a la respiración bucal, deglución atípica o algún tipo de hábito.

Además, se debe revisar si existe alguna anomalía en la posición de los dientes, es decir, la existencia de alguna protrusión o retrusión.<sup>2</sup>

**Análisis de las anomalías dentarias.** Se debe revisar si existe alguna anomalía de: número, ya sea por dientes supernumerarios o agenesias; de forma y tamaño: respecto a la forma, se pueden presentar dientes con fusión y de tamaño, puede ser un aumento (macrodoncia) o disminución en el ancho mesiodistal (microdoncia); y de posición en sentido vertical u horizontal: en sentido vertical, para su evaluación se debe de tomar el plano oclusal como punto de referencia para revisar la existencia de algún diente en infraposición o supraposición. En este caso, se debe de tener en cuenta la edad del paciente para valorar si no se completó correctamente la etapa de erupción. En sentido horizontal, se revisa si existen malposiciones dentarias, ya sea que la erupción haya sido en sentido vestibular, como lingual, mesial o distal, así como las giroversiones.<sup>2</sup>

**Análisis de las relaciones intermaxilares.** En sentido transversal, se observa la línea media dentaria, para evaluar la coincidencia o no entre la arcada superior e inferior, pudiendo confirmarlo al compararla con la línea media esquelética.

En sentido vertical, se toma como punto de referencia el plano oclusal para registrar el valor del overbite, que debe de ser de 3 a 4 mm, ya que es el parámetro habitual. Cuando el valor está disminuido se puede considerar como mordida abierta, y si está aumentado, como una mordida profunda o sobremordida. Este a su vez, se relaciona con la curva de Spee, y se mide en el modelo inferior, haciendo pasar un plano desde la cúspide vestibular del último molar al borde incisal del incisivo, tomando como valor la zona más profunda de la curva que presentan los molares y premolares. Su valor normal debe de ser de 1.5 mm, en el caso de que la curva esté muy pronunciada en el sector anterior, da como resultado una sobremordida y cuando es invertida el resultado es una mordida abierta.<sup>2</sup>

### 3.2.1.1 Análisis de la discrepancia del modelo

Este análisis en la dentición permanente, se realiza únicamente en el modelo inferior por razones mecánicas y funcionales relacionadas a la propia edificación ósea. Para poder realizarlo, obligatoriamente se necesita el modelo de yeso inferior, ficha de cartulina, compás de punta seca, lápiz, goma y regla milimetrada.

En este análisis, para saber la discrepancia de modelo es necesario medir el espacio disponible (ED) y el espacio requerido (ER). El espacio disponible corresponde al tamaño del hueso basal, que abarca entre mesial del primer molar permanente de un lado a mesial del primer molar permanente del lado opuesto. Para obtener esta medida, se utiliza el compás de punta seca, colocándolo en mesial del primer molar permanente hasta la papila del canino y el primer premolar. La apertura resultante del compás se pasa a la ficha de cartulina para su medición, y se continua este procedimiento, en pequeños segmentos, hasta llegar a mesial del primer molar permanente del lado opuesto (fig. 17).<sup>3</sup>



**Fig. 17** Medición del espacio disponible en modelo inferior con ayuda del compás de punta seca.

En el caso de que lleguen a existir diastemas, estos se van a medir individualmente (fig. 18).



**Fig. 18** Medición individual de los diastemas con ayuda del compás de punta secas.

Otra forma de obtener el espacio disponible en el modelo es con ayuda de un alambre de latón. Este se contornea en el arco, de mesial del primer molar

permanente de un lado a mesial del primer molar permanente del lado opuesto, siempre teniendo en cuenta que se debe de pasar por el mayor número posible de puntos de contacto. Después, se traslada el alambre a la regla milimetrada para medir el valor en milímetros (fig. 19).



*Fig. 19 Medición del espacio disponible con ayuda del alambre de latón.*

Mientras que el espacio requerido, es la suma del mayor diámetro mesiodistal de los dientes permanentes comprendidos de mesial del primer molar permanente de un lado a mesial del primer molar permanente del lado opuesto. Esto se obtiene midiendo el diámetro mesiodistal de cada diente individualmente y se traslada a la ficha de cartulina para su medición. Una vez teniendo todos los valores, se suman para obtener el espacio requerido total (fig. 20).<sup>3</sup>



*Fig. 20 Medición del espacio requerido, midiendo el diente mesiodistal diente a diente con ayuda del compás de punta seca.*

Una vez teniendo ambas mediciones, se procede a calcular la discrepancia de modelos, que es obtenida por la diferencia entre el espacio disponible y el espacio requerido ( $DM = ED - ER$ ). La resultante conseguida nos da tres posibilidades que pueden ser:

- **Positiva:** Significa que el espacio disponible es mayor que el espacio requerido, por lo que existe espacio de sobra para el correcto acomodamiento de las piezas dentarias.

- **Negativa:** Esto significa que el espacio disponible es menor que el espacio requerido. Es decir, falta espacio para la correcta ubicación de las piezas dentarias.
- **Nula:** Esto significa que el espacio disponible es igual al espacio requerido.<sup>2, 3</sup>

### **Análisis de dentición mixta**

Para fines del análisis, deberán estar presentes en boca los cuatro primeros molares permanentes, así como los incisivos superiores e inferiores permanentes. En esta dentición, se pueden realizar los análisis por medio de dos métodos: estadístico y radiográfico; con el fin de predecir el tamaño de los dientes permanentes no erupcionados, y si estos tendrán suficiente espacio en el arco óseo para su correcta erupción.<sup>3</sup>

#### **3.2.1.2 Análisis de Moyers**

Este análisis se realiza por medio del análisis estadístico, en donde Moyers dividió el arco en el segmento anterior que abarca únicamente los incisivos permanentes y el segmento posterior, donde están incluidos los caninos, primeros y segundos molares temporales.

La técnica utilizada para éste análisis consta de obtener el espacio disponible anterior (EDA), que se consigue con ayuda del compás de punta seca, colocándolo en la línea media, haciendo la apertura hasta mesial del canino temporal. La apertura obtenida se traslada a la ficha de cartulina para su medición. Este procedimiento se repite del lado opuesto (fig. 21).



*Fig. 21 Medición del espacio disponible anterior con ayuda del compás de punta seca.*

El espacio requerido anterior (ERA) se obtiene midiendo la mayor distancia mesiodistal de cada incisivo permanente, seguido de trasladarlo a la ficha (fig. 22). Referente al espacio posterior, se coloca la punta del compás en mesial del primer molar permanente y se abre hasta mesial del canino deciduo,

transfiriendo la medida a la ficha; realizando el mismo procedimiento para el lado opuesto.<sup>3</sup>



**Fig. 22** Medición del espacio requerido anterior con ayuda del compás de punta seca.

Una vez teniendo éstas mediciones se procede a ubicar los valores en dos distintas tablas de probabilidades para predecir el tamaño del canino permanente, del primer y segundo premolar. Estas tablas fueron propuestas por Moyers.<sup>3</sup>

### 3.2.2 Estudio cefalométrico

La cefalometría radiográfica se comenzó a utilizar en el año 1934, por Hofrath en Alemania y Broadbent en E.U.A. con el fin de valorar las proporciones dentofaciales y la maloclusión conociendo los principales componentes funcionales de la cara y relacionándolos entre sí.

Como se sabe, uno de los principales objetivos del tratamiento ortodóncico es obtener un perfil armónico en el paciente, para esto es necesario tener en la radiografía los tejidos blandos y duros del mismo. En ésta radiografía debe existir una buena visualización de los tejidos blandos y las vías aéreas, además de que debe apreciarse en su totalidad el perfil blando del paciente; el cuerpo del hueso hioides debe apreciarse entre la tercera y cuarta vértebra, además, se debe visualizar una ligera convexidad en la columna cervical. Por lo que este análisis nos va a servir como:

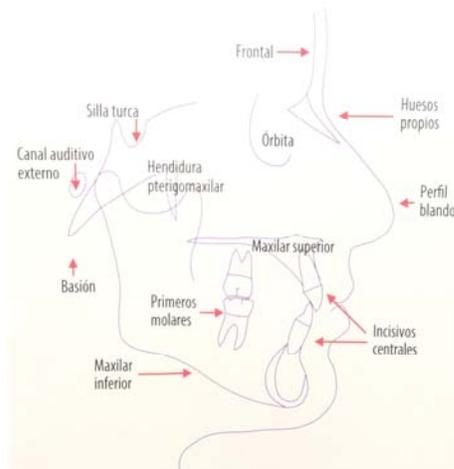
1. Descripción anatómica y morfológica.
  - A) Comparación del paciente con normas ya preestablecidas.
  - B) Comparación con ideales de estética.
2. Análisis.
3. Diagnóstico.
4. Predicción.
5. Planeación terapéutica.
6. Evaluación pre y post tratamiento.<sup>12, 13</sup>

Para realizar un análisis cefalométrico es de suma importancia el conocimiento de la anatomía craneofacial, ya que ello es la única forma en que se puede examinar las imágenes radiográficas a partir de las cuales se obtiene un diagnóstico y el plan de tratamiento.

Regularmente, este análisis no se efectúa sobre la propia radiografía, sino que se realiza un trazado donde destacan ciertos puntos anatómicos. El primer paso de éste análisis consiste en ubicar las estructuras anatómicas. Éstas son usadas como referencia de localización en una estructura física o como la inserción de los planos sobre las cuales se generarán las mediciones.

Las estructuras anatómicas que se trazan son:

- **Perfil blando:** Se toma desde la inserción del cabello hasta el cuello.
- **Frontal y huesos propios de la nariz:** Se marca el contorno del frontal, incluida la glabella, la articulación con los huesos propios de la nariz o sutura frontonasal.
- **Silla turca:** Pertenece al hueso esfenoides y se traza la apófisis clinoides y su contorno.
- **Basión:** Punto más anteroinferior del foramen magnum del occipital.
- **Conducto auditivo externo:** Se ubica por detrás del cóndilo mandibular.
- **Órbita:** Se ubica por detrás del globo ocular.
- **Fosa pterigomaxilar:** Está conformada por la tuberosidad del maxilar y el borde posterior de la apófisis pterigoides.
- **Maxilar:** Se traza el incisivo central, la zona alveolar, la espina nasal anterior, el piso de la fosa nasal, la espina nasal posterior y la bóveda palatina.
- **Mandíbula:** Se traza todo su contorno incluyendo el cóndilo, la apófisis coronoides, los bordes de la rama, los incisivos y primeros molares y la sínfisis junto con sus corticales externa e interna (fig. 23).<sup>2</sup>



**Fig. 23 Anatomía cefalométrica.**

Actualmente existen varios tipos de análisis cefalométricos, pero los más utilizados habitualmente son:

### 3.2.2.1 Análisis de Björk - Jarabak

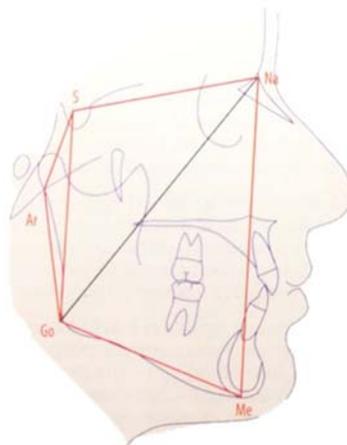
En 1969, Björk estudió el comportamiento de las estructuras craneofaciales a lo largo del crecimiento. Este trabajo se basó en 300 niños de 12 años y de 200 soldados de 21 a 23 años, en los que tomó 90 mediciones aproximadamente. Después, Jarabak modificó éste análisis y demostró que teniendo en cuenta los aspectos que influyen en el crecimiento craneofacial, como lo son la magnitud, el potencial de crecimiento y la dirección, se puede crear un plan de tratamiento. Además del uso del polígono N-S-Ar-Go-Gn, para evaluar las relaciones de altura facial anterior y altura facial posterior.<sup>2, 12</sup>

Los puntos cefalométricos a ubicar en este análisis son:

- **Na** (Nasion): localizado en el límite anterior de la sutura frontonasal.
- **S** (Silla turca): localizado en el centro de la silla turca.
- **Ar** (Articular): localizado en el borde posterior del cóndilo mandibular y el contorno exocraneal del clivus.
- **Go** (Gonion): localizado en la intersección del borde posterior de la rama ascendente y del cuerpo mandibular.
- **Me** (Menton): es el punto más inferior de la sínfisis mandibular.

Después de tener los puntos marcados se trazan los siguientes planos que conforman el polígono de Jarabak:

- **Na - S**: Base craneal anterior.
- **S - Ar**: Base craneal posterior.
- **Ar - Go**: Altura de la rama.
- **Go - Me**: Longitud del cuerpo mandibular.
- **Na - Me**: Altura facial anterior.
- **S - Go**: Altura facial posterior.
- **Na - Go**: División del ángulo goniaco (fig. 24).<sup>2, 13</sup>



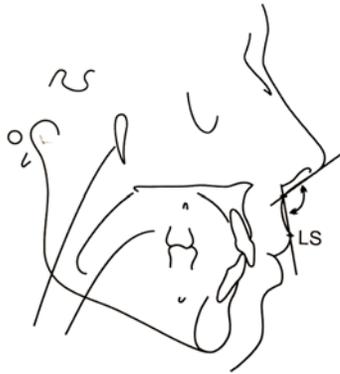
*Figura 24 Puntos y planos cefalométricos de Björk – Jarabak.*

### 3.2.2.2 Análisis de McNamara

El análisis de McNamara fue publicado en 1983 con el principal objetivo de realizar el diagnóstico cefalométrico del esqueleto facial, considerando la proporción geométrica entre la dimensión sagital y vertical del maxilar, así como de la mandíbula, mediante el empleo del denominado triángulo de McNamara (Co - A, Co - Gn, ENA - Me).<sup>2</sup>

Para la evaluación de los tejidos blandos se mide el ángulo nasolabial y la inclinación del labio superior.

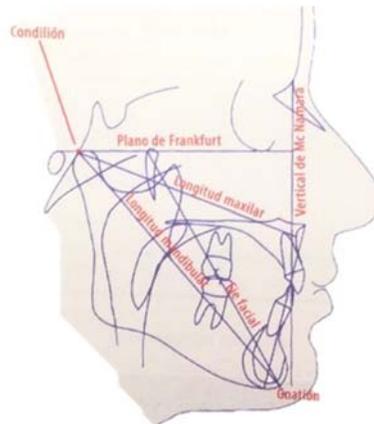
- **Ángulo nasolabial**: se obtiene por medio del trazado de una línea tangente a la base de la nariz y de otra al labio superior (fig. 25).
- **Inclinación del labio superior**: en éste análisis McNamara menciona que se debe formar un ángulo de 14°. A partir de éste valor se puede considerar un ángulo agudo, normal y obtuso.<sup>3</sup>



**Fig. 25** Ángulo nasolabial.

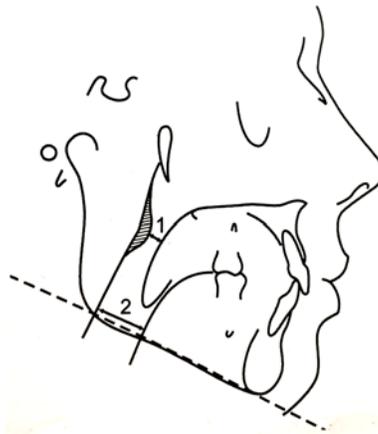
Para la evaluación de los tejidos duros tenemos:

- **Longitud maxilar y longitud mandibular:** Estas medidas se utilizan para establecer una relación entre la profundidad de la cara y la mandíbula. Esta se va a medir desde el punto condilión que es el más posterosuperior del cóndilo mandibular, y el punto A, que corresponde al largo del maxilar; y cuando se mide del punto condilión al gnatión, se obtiene el largo de la mandíbula.
- **Altura facial anteroinferior (AFAI):** Mide la distancia que existe entre la espina nasal anterior (ENA) y el punto menton (Me). Se refiere a la dimensión vertical y está relacionada con la posición de la mandíbula. Con el valor de una AFAI disminuido, la mandíbula se encuentra posicionada más adelante sagitalmente; y al contrario con una AFAI aumentada, la mandíbula se posiciona más hacia abajo y hacia atrás.<sup>2</sup>
- **Ángulo del eje facial:** Se construye con la línea Nasion – Basión y el eje facial. El eje facial se traza desde el punto más posterosuperior de la fosa pterigomaxilar (PTM) al Gnatión (Gn). Como resultado de éste ángulo, si el resultado es de 90° nos indica un crecimiento armónico; si es menor indica un crecimiento vertical y si está aumentando indica un crecimiento horizontal (fig. 26).<sup>2,3,13</sup>



**Figura. 26** Puntos y planos de McNamara.

- **Análisis de las vías aéreas:** Se realiza por medio de dos medidas para poder evaluarlas: 1. Nasofaringe, que se mide linealmente de un punto de la pared posterior del paladar blando hasta la pared posterior de la faringe; y 2. Orofaringe, evaluada por la anchura de la faringe en el punto en donde el borde posterior de la lengua cruza con el borde inferior de la mandíbula hasta la pared posterior de la faringe (fig. 27).<sup>3</sup>



**Fig. 27** Vías aéreas: 1. Nasofaringe y 2. Orofaringe.

## **CAPÍTULO 4 ORTOPEDIA FUNCIONAL DE LOS MAXILARES**

Desde el punto de vista etimológico, la palabra ortopedia proviene del prefijo griego “orthós” que significa recto o derecho y del sufijo “paidós”, que significa niño.

La ortopedia funcional de los maxilares fue definida en el primer Congreso Internacional de Ortopedia Maxilar en el año de 1967, como la especialidad estomatológica que estudia la armonía dinámica, estética, funcional y biológica del órgano bucal, previniendo y tratando disgnacias mediante terapéuticas que aprovechan los estímulos neuromusculares. Estas terapéuticas no siempre son mediante aparatos, pero cuando éstos son necesarios, requieren para su selección, construcción y manejo clínico: métodos específicos de diagnóstico para las variadas posibilidades de cambio de postura terapéutica; el uso de sistemas propios de anclaje y la actuación de forma característica sobre los dientes según sus puntos de contacto.<sup>2, 14</sup>

### **4.1 Fundamentos**

El objetivo de la ortopedia funcional de los maxilares, es eliminar interferencias indeseables durante el crecimiento y el desarrollo fisiológico de las estructuras que componen al sistema estomatognático, actuando directamente sobre el sistema neuromuscular que rige el desarrollo óseo del maxilar y mandíbula, el cual puede conseguir llevar a los dientes a que ocupen correctamente sus posiciones tanto funcionales como estéticas. Esto con el fin de crear nuevos reflejos posturales que mantenga la armonía del sistema estomatognático para obtener la eficacia masticatoria, que conducirá a un correcto funcionamiento del sistema digestivo.

La OFM, surgió principalmente por dos razones clínicas: la primera, porque la ortodoncia fija y removible no eran capaces de solucionar los problemas de oclusión causados por las discrepancias de crecimiento; y la segunda, porque la ortodoncia fija y removible no conseguía tratar favorablemente a los niños, entre otras razones, porque fue creada principalmente para el tratamiento en adolescentes. Por lo que a través de los años se realizaron varias publicaciones sobre el tema, por ejemplo, aquellas sobre aparatos de Balters, Fränkel, Herren, Hotz, Woodside, Bimler, Klammt, y Korkhaus. Estas publicaciones condujeron a la creación de nuevos aparatos funcionales.

Al hablar de ortopedia funcional, está implícita la actuación directa sobre la dinámica mandibular, muscular, facial y ósea. Para esto se utilizan cuatro fuerzas naturales: la del crecimiento y desarrollo; de erupción; de postura y movimientos de la lengua y, por último, la de movimientos de la mandíbula.<sup>14</sup>

Según Wilma Simões, los principios fundamentales de la ortopedia funcional son:

1. Excitación neural (EN).
2. Cambio de Postura (CP).
3. Cambio de postura terapéutico (CPT).

### **1er. Principio: Excitación neural (EN).**

El equilibrio del sistema estomatognático se consigue a partir de la excitación neural correcta de articulaciones, músculos, periodonto, mucosa, periostio y otras estructuras como resultado de estímulos provocados por los Aparatos Ortopédicos Funcionales (AOF) empleados dentro de patrones idóneos de tiempo, intensidad y calidad, aprovechando la velocidad de conducción del impulso nervioso más conveniente para la obtención de mejores resultados clínicos en el menor tiempo posible.

Las estructuras involucradas en realizar las funciones de masticación, deglución, mímica, fonación y respiración están entre las más ricas del cuerpo respecto a terminaciones nerviosas, y para el buen desarrollo anatomofuncional, es necesario un correcto desempeño de dichas estructuras. Por lo que la excitación neural en diferentes intensidades, sobre diferentes estructuras, es el punto de partida en un tratamiento ortopédico funcional, además de ser el principio fundamental común en las técnicas de Balters, Fränkel, Bimler, Planas y Simões Network. Todos éstos métodos excitan de manera diferente en una determinada región del sistema estomatognático, pero actúan fundamentalmente modificando la postura, la posición mandibular y sobre el tono neuromuscular.

El criterio utilizado para poder evaluar la acción del aparato a usar, según la excitación neural es:

- De la propiocepción de la ATM, además de los músculos de lateralidad y propulsión según la mayor o menor posibilidad de estos movimientos y del contacto incisivo.
- De la propiocepción del periodonto según la mayor o menos posibilidad de la relación con los arcos dentarios.
- De la propiocepción lingual según la mayor libertad de movimientos de este órgano en el espacio oral funcional.
- De la propiocepción de los músculos del vestíbulo oral y exterocepción de la mucosa del vestíbulo oral según la posibilidad de actuación en esta región.

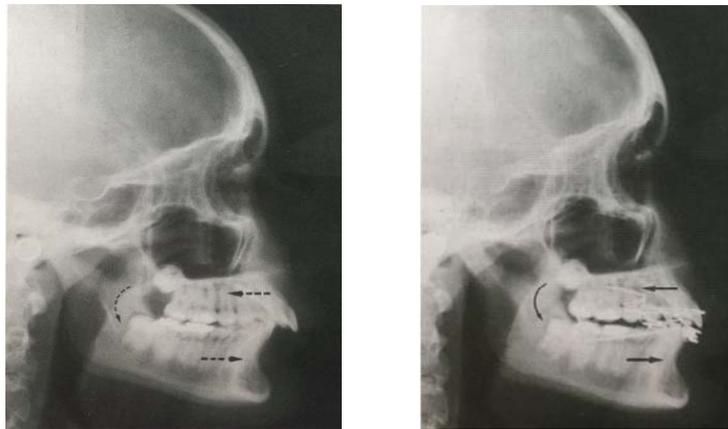
- De la exterocepción de la mucosa en la región frontal del paladar duro según la posibilidad de cambiar la actuación de la lengua sobre esta región.<sup>14</sup>

## **2do. Principio: Cambio de postura (CP).**

Los aparatos ortopédicos funcionales pueden actuar siempre bimaxilarmente, modificando la posición de la mandíbula para obtener mejores y más rápidos resultados clínicos.

El 40% del cuerpo humano está constituido por músculos, los cuales son estructuras de movimiento. La coordinación de estos movimientos está a cargo del sistema neuromuscular y se expresa a través de reflejos, cuyo objetivo primordial es dar respuestas funcionales de la masticación, deglución, fonación, mímica, respiración, postura y movimiento. Por lo tanto, los estímulos propioceptivos son importantes, ya que para la postura y el movimiento se utilizan los músculos y articulaciones.

El movimiento es una modificación de postura. Ésta es la posición de la mandíbula respecto al maxilar cuando están en posición de reposo o también llamada postural, donde existe un espacio libre entre las arcadas dentarias, por lo que no hay contactos dentarios. Esto se condiciona por el equilibrio de los músculos elevadores y depresores de la mandíbula. La mayor parte del tiempo, la mandíbula adapta esta posición, por lo que se afirma que el tono neuromuscular es uno de los principales modeladores del crecimiento óseo. Por lo que los aparatos ortopédicos funcionales actúan de tal manera que modifican las relaciones existentes, con el fin de condicionar una nueva postura (fig. 28).<sup>14</sup>



**Fig. 28** Radiografías laterales de cráneo del antes y después del Cambio de Postura Terapéutico con uso de Aparato Ortopédico Funcional de Bimler.

### 3er. Principio: Cambio de Postura Terapéutico (CPT).

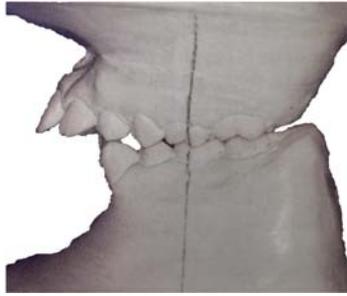
El Cambio de Postura Terapéutico debe ser realizado dentro de los límites fisiológicos individuales, que tiene como consecuencia un resultado más rápido si fuera posible el contacto entre los incisivos de una determinada área. Esta área de contacto debe ser:

- En el tercio incisal superior de las caras palatinas y vestibulares de los incisivos superiores e inferiores, respectivamente (fig. 29).
- Alcanzar el mayor número posible de incisivos, de acuerdo a cada caso.
- El cambio de postura terapéutica se realiza en 2 etapas y el tratamiento tendrá resultados más lentos cuando la mandíbula avanza más de 7 mm en el sector posterior en el nivel de molares para llegar a la Determinada Área de contacto entre los incisivos antagonistas (fig. 30 y 31).

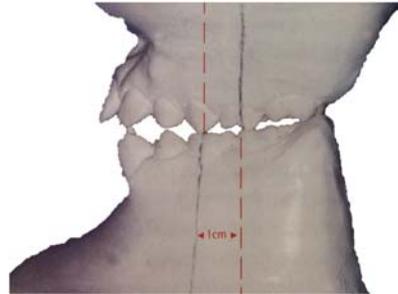


**Fig. 29** Área de contacto en el tercio incisal superior de las caras palatinas y vestibulares de los incisivos superiores e inferiores, respectivamente.

En la posición de reposo mandibular, el sistema nervioso central recibe más información por el aumento de la sensibilidad estática de los receptores que en la posición de intercuspidad máxima, por lo tanto, se deben seguir las consideraciones del tercer principio fundamental para lograr mejores resultados y en un lapso de tiempo más corto. Debe ser, hasta determinada área de contacto entre los dientes anteriores: tercio incisal superiores de las caras palatinas y vestibulares de los incisivos superiores e inferiores respectivamente.<sup>14,15</sup>



**Fig. 30** Modelo de estudio en caso de Clase II, división 1 antes de realizar el Cambio de Postura Terapéutica.



**Fig. 31** Modelo de estudio en caso de Clase II, división 1, en Cambio de Postura Terapéutica en el intento de contacto en Determinada Área, con avance de 1 cm en el sector posterior. Sugiriendo éste sea en 2 etapas.

## 4.2 Características básicas de la Ortopedia Funcional

Existen 3 características básicas que son:

### 1. Soporte dentario.

Los Aparatos Ortopédicos Funcionales son de anclaje bimaxilar y no dependen únicamente de soporte dental, pudiendo estar sueltos completamente dentro de la cavidad oral, ya que actúan por medio de transmisores de los estímulos funcionales provenientes de la lengua, la musculatura perioral, deglución y las demás funciones orales.

Los dientes van a ser elementos fundamentales para que éstos aparatos puedan apoyarse por el hecho de que actúan bimaxilarmente, pero cuando se tiene que corregir alguna anomalía como las giroversiones, se requiere utilizar accesorios que tocan los dientes convenientemente.

### 2. Tratamiento precoz.

En cuanto mayor sea el tiempo en que se tengan los reflejos patológicos, mayor será el tiempo requerido para el tratamiento y las posibilidades de anularlos o sustituirlos serán menores, ya que las estructuras

neuromusculares y óseas responden más rápida y correctamente a la terapia cuanto más joven sea el organismo.

Es importante diagnosticar e interceptar el circuito patológico en el momento más oportuno, ya que una lesión crea otra; ellas se extienden en cadenas y se conocen como lesiones de compensación, además de que se pueden extender hacia la columna vertebral, ocasionando que se modifique la postura del cuerpo o hasta la manera de caminar. Algunas de las otras lesiones de compensación que también se pueden suscitar son: problemas auditivos y respiratorios ocasionados por maloclusiones. Además, como ya se mencionó anteriormente no dependen únicamente de la presencia de los dientes, por lo que no es necesario esperar a que erupcionen todos los dientes permanentes para comenzar el tratamiento.

Nuestro trabajo como especialistas en el sistema estomatognático es vigilar todo el desarrollo, evitando o corrigiendo los problemas que puedan surgir.

### **3. Porcentaje de extracciones.**

El uso de Aparatos Ortopédicos Funcionales no evita la posibilidad de extracciones, pero reduce significativamente la necesidad de que se extraigan piezas dentales para completar el tratamiento.

Todo método terapéutico que esté asociado a elevado porcentaje de requerir extracciones, no debe ser considerado como ortopédico funcional. Esto es porque el uso de estos aparatos, ofrecen en numerosos casos, mayores oportunidades de conseguir el desarrollo suficiente para así evitar las extracciones y conseguir el equilibrio del sistema masticatorio.

Si se toma en cuenta el hecho de que el tratamiento puede ser realizado en fases más precoces, pues el anclaje es bimaxilar, se entiende por qué los Aparatos Ortopédicos Funcionales ofrecen, en numerosos casos, mayores oportunidades de conseguir el desarrollo suficiente para evitar las extracciones y alcanzar, igualmente, el equilibrio del sistema masticatorio que impide la recidiva.<sup>14.15</sup>

## CAPÍTULO 5 TIPOS DE TRATAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE CLASE II

### 5.1 Aparatos fijos

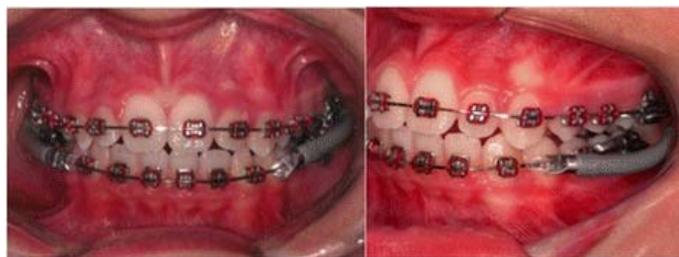
Los aparatos fijos son “la primera división” de la aparatología ortodóncica. Son los únicos que, debidamente utilizados, pueden realizar todo tipo de movimientos, tales como los de enderezamiento y torsión, corporales o en masa y rotaciones.<sup>16</sup>

#### 5.1.1 Jasper Jumper

Es un aparato ortopédico que fue diseñado por James Jasper en 1987, con el objetivo de ser utilizado como tratamiento efectivo en pacientes con un diagnóstico de Clase II.

Este aparato está hecho a base de un módulo de fuerza intraoral flexible, similar al aparato Herbst y es considerado como una muy buena opción, debido a la gran tolerancia que presentan los pacientes al utilizarlo.<sup>17,18</sup> Su acción se basa en mantener la mandíbula en una posición protruida aplicando fuerzas continuas y ligeras (fig. 20). Su mecanismo de acción puede ser como el de una tracción extraoral maxilar, como un activador o una combinación de ambos dependiendo de cómo sea activado, y entre algunos de sus resultados podemos encontrar la limitación del crecimiento anterior del maxilar, la retracción dentoalveolar de la dentición maxilar, el movimiento distal de los molares maxilares, el prognatismo mandibular y la mejoría en las relaciones maxilomandibulares; siendo útil en los casos en que el crecimiento ha terminado o está próximo a terminar.

Weiland y Bantleon, reportaron que la corrección de la maloclusión en la Clase II con el uso de éste aparato fue lograda por cambios esqueléticos en un 40% y dentales 60%.<sup>19</sup>



**Fig. 32** Aparato Jasper Jumper.

### 5.1.2 Forsus Fatigue Resistant Device

Es un aparato funcional fijo que fue desarrollado por Bill Vogt en el año 2006. Está conformado por barras y resortes de níquel titanio, que se encuentran cubiertos por plástico para proteger los tejidos blandos.<sup>21</sup> Va insertado en el primer molar superior y al arco mandibular, a distal del canino o al bracket del primer premolar (fig. 33). Este aparato es más flexible que el Herbst y se ha utilizado para mantener la mandíbula en una constante posición anterior, para tratamiento de Clase II en la dentición temprana.<sup>19,22</sup> Su uso tiene efectos en las relaciones oclusales debido al movimiento distal e intrusivo que existe en los molares superiores y al movimiento mesial de los molares inferiores, con retrusión de los incisivos superiores y la protrusión de los incisivos inferiores. La retrusión y protrusión que ocurre en los incisivos superiores e inferiores, reduce el overjet. Además, este aparato al aplicar una fuerza hacia abajo y atrás de la mandíbula, causa una pequeña rotación posterior e incremento de la altura facial anterior inferior.<sup>21</sup>



*Fig. 33 Aparato Forsus.*

### 5.1.3 Herbst

Es un aparato ortopédico, fijo y rígido, diseñado por Emil Herbst en 1905, buscando obtener un salto de mordida; pero fue modificado por Hans Pancherz y fue más utilizado a finales del año 1970, pretendiendo producir un crecimiento condilar; en 1980 McNamara le realizó un cambio más, adicionando una férula acrílica con el fin de evitar la vestibularización de los incisivos inferiores. Todas éstas modificaciones tenían el propósito de corregir una Clase II debido a un retrognatismo mandibular. Este aparato consta de un mecanismo de acción en el cual, el paciente no pueda cerrar en relación céntrica. Esto significa que la mandíbula se encontrará en una posición adelantada durante todo el día, creando un estímulo para el crecimiento mandibular (fig. 34). Además de tener un mecanismo telescópico que permite el reposicionamiento anterior de la mandíbula cuando el paciente está en oclusión.<sup>19</sup>

Cerca del 50% de los efectos del tratamiento se dan por movimiento dental, principalmente por el movimiento adelante y arriba de la dentición posterior. Mientras que esqueléticamente hay un incremento en la protrusión mandibular durante el tratamiento, que se debe a tres procesos adaptativos en la ATM: 1. Incremento en el crecimiento condilar debido a su remodelación, 2. Desplazamiento anterior de la fosa glenoidea gracias a un proceso de aposición y reabsorción y 3. Posicionamiento anterior del cóndilo.



*Fig. 34 Aparato Herbst.*

## **5.2 Aparatos removibles monomaxilares o bimaxilares**

Los aparatos removibles en ortodoncia, generalmente son confeccionados en acrílico de curado rápido (autopolimerizable), además de que pueden llevar aditamentos para su confección. Son aquellos en que el paciente puede colocarlos o removerlos con facilidad para su limpieza. Con ellos se pueden aplicar presiones controladas sobre los dientes que se desee desplazar, mediante la acción de elementos mecánicos activos, tales como: resortes, arcos, tornillos y demás. Estas fuerzas son, en su totalidad mecánicas, y actúan directamente desplazando a los dientes, sin tener nada en común con las fuerzas creadas por la acción de los músculos, que participan en las funciones de masticación, deglución, fonación y otras.<sup>16</sup>

### **5.2.1 Bionator**

El Bionator es un aparato bimaxilar desarrollado en 1952 por William Balters, basado en el activador de Andresen, catalogado por él mismo como un dispositivo de ortodoncia funcional integral.<sup>16</sup>

Este es un aparato dentosoportado, que se ha utilizado con el objetivo principal de establecer un equilibrio de los músculos y producir cambios significativos en las estructuras óseas, dentales y faciales a través del desplazamiento de la mandíbula anteriormente, cambia la dirección del crecimiento condilar; mientras que en el maxilar no se encuentra ninguna modificación significativa; además del control de la sobremordida, la modificación de la erupción dental, y la mejora del perfil. Consta de un arco palatino de forma ovoidal con la

función de sustituir al acrílico en la zona del paladar, además de un arco vestibular en la arcada superior que va por delante del primer premolar, contorneándose hacia gingival y luego hacia atrás, hasta mesial del primer molar permanente, para después bajar hacia gingival de la arcada inferior, subiendo a nivel de los caninos para pasar por el tercio medio de la cara vestibular de los incisivos (fig. 32).<sup>24</sup> La utilización de este arco, disminuye la acción de los buccinadores sobre los dientes posteriores.

El resto de la estructura interna se cubre con acrílico, además de que la mitad de las caras oclusales de los molares también pueden ser cubiertas con acrílico, liberándolo cuando se desee producir extrusión o movimientos.<sup>16,25</sup>



*Fig. 32 Aparato Bionator de Balters.*

### **5.2.2 Activador**

El Activador es uno de los primeros aparatos utilizados en la Ortopedia Funcional. Fue utilizado originalmente por Andresen en 1908, partiendo de los conceptos propuestos por Kingsley en el año 1880, quien introdujo el principio de adelantar la mandíbula en pacientes con retrognatismo, lo que permitiría corregir la relación sagital maxilar sin inclinar los incisivos inferiores. Sin embargo, hasta el año 1938, Andresen y Häupl deciden llamar al aparato funcional con el nombre de “Activador” debido a su capacidad para activar las fuerzas musculares. Este aparato es pasivo, el cual debe quedar suelto en boca y consta de una placa removible superior y otra inferior que se encuentran unidas entre sí a nivel del plano oclusal.<sup>16</sup> Constituye un bloque unido de acrílico que feruliza la relación intermaxilar obligando a la mandíbula a desplazarse hacia delante (fig. 33).

Su mecanismo de acción es propulsar la mandíbula retrognatica hacia delante y abajo, activando la musculatura y estructuras circundantes. Esta acción es transferida también a los dientes a través del propio aparato, ejerciendo una acción de retrusión sobre la arcada superior y potenciando el crecimiento del hueso mandibular. Esta adaptación que se crea involucra a los cóndilos, los cuales, para adaptarse al avance mandibular, crecen en dirección

posterosuperior con el fin de mantener la integridad de las estructuras que conforman a la articulación temporomandibular.<sup>25</sup>



**Fig. 35** Aparato activador.

### 5.2.3 Twin Block.

Es un aparato funcional utilizado para la corrección de las desarmonías esqueléticas y oclusales en pacientes Clase II caracterizados por el retrognatismo mandibular. Fue desarrollado por el doctor escocés William J. Clark en 1988 mencionando que los bloques de mordida en una inclinación de 45°, modificarán la inclinación del plano oclusal induciendo el desplazamiento funcional mandibular.<sup>16,27</sup> El aparato consiste en unos planos de inclinados hechos de acrílico colocados sobre bloques de mordida oclusales, lo que obliga a la mandíbula a ir hacia adelante en el cierre, produciendo adaptaciones esqueléticas y dentoalveolares (fig. 36).

Su principal objetivo es inducir un alargamiento de la mandíbula por el estímulo de crecimiento en el cartílago condilar, pero otros de sus resultados son el incremento en longitud total mandibular y en la altura de la rama, reducción del overjet debido a la protrusión de los incisivos inferiores y la inhibición leve del crecimiento maxilar. Su uso debe ser las 24 horas del día en un periodo de 9 a 12 meses, en pacientes que estén durante el pico de crecimiento, teniendo resultados en un periodo corto de tiempo.<sup>27,28</sup>



**Fig. 36** Aparato twin block.

#### 5.2.4 Regulador funcional de Fränkel.

Es un aparato funcional que fue desarrollado por el doctor R. Fränkel en Alemania durante los años 60. Su acción principal es mediante la estimulación mucoperiostica, a diferencia del mecanismo de acción de otros aparatos, éste no está diseñado para poder mover a los dientes ejerciendo presión sobre ellos, sino que libera a éstos y a sus estructuras adyacentes de las presiones musculares, ocasionando cambios terapéuticos. Entre los resultados que se obtienen utilizándolo, encontramos el aumento del espacio intraoral en sentido transversal y sagital, posicionamiento anterior de la mandíbula, mejoramiento del tono muscular y establecimiento de un sellado oral adecuado.<sup>29</sup>

El aparato tiene algunos rasgos comunes que se van modificando de acuerdo a la necesidad del paciente. Cuenta con un escudo vestibular que tiene como función principal la separación de los carrillos de los rebordes, evitando que la presión de los músculos buccinadores se aplique sobre la región dentoalveolar posterior; almohadilla labial para eliminar la presión que produce la hiperactividad del músculo mentoniano, evitar el contacto del labio inferior y de los incisivos inferiores; arco lingual con el fin de mantener la mandíbula en la posición adecuada; arco vestibular, asa canina, arco palatino que sirve para unir las partes posteriores del aparato; arco de protrusión que permite mantener la posición de los incisivos superiores o protruirlos si es necesario<sup>16</sup> (fig. 37).<sup>24</sup>



**Fig. 37** Regulador de Fränkel I.

Según la maloclusión se dividen en:

- Regulador de Fränkel Ia: consta de un arco labial superior, inferior y palatino. Utilizado en pacientes con Clase II, división 1.
- Regulador de Fränkel Ib: consta de un escudo lingual y resorte de protrusión. Utilizado en pacientes con Clase II, división 1.
- Regulador de Fränkel Ic: consta de un escudo vestibular con tonillo para adelantar la mandíbula. Utilizado en pacientes con Clase II, división 1.

- Regulador de Fränkel II: consta de un escudo lingual con resorte de protrusión y arco superior. Utilizado en pacientes con Clase II, división 1 y 2 (fig. 38)<sup>16</sup>



**Fig. 38** Regulador de Fränkel II.

- Regulador de Fränkel III: consta de dos escudos laterales, dos labiales, alambre de unión, arco labial inferior, de protrusión superior, palatino y planos elevados de acrílico (fig. 39).<sup>24</sup>



**Fig. 39** Regulador de Fränkel III.

- Regulador de Fränkel IV: consta de escudos labiales inferiores, arco labial superior, palatino y apoyos oclusales. Utilizado para mordida abierta en normoclusión.

### **5.2.5 McNamara con tubos para activador.**

Es un aparato disyuntor dentosoportado, que distribuye la fuerza al maxilar sólo por medio de la aplicación de la fuerza a los dientes de anclaje. Este aparato es utilizado para la expansión rápida del maxilar y presenta acrílico en las caras oclusales, actúa como un bloque de mordida de tal manera que controla el crecimiento craneofacial, pudiendo inhibir el crecimiento alveolar y la erupción de los dientes posteriores, con menor inclinación axial y extrusión de los dientes; además de un tornillo expansor localizado paralelamente a la sutura palatina media, con el objetivo de romper la resistencia ofrecida de ésta, estimulando el crecimiento en el maxilar.

El resultado de este aparato es producir un aumento en la dimensión transversal del hueso basal maxilar y aumentar la longitud del arco disponible (fig. 40).<sup>30</sup>



*Fig. 40 McNamara con tubos para activador.*

### **5.2.6 Teuscher**

Teuscher, U. en el año 1978, sugiere que el crecimiento vertical puede ser alterado por las fuerzas extraorales por lo que diseñó este aparato que es un activador acrílico sencillo y fuerte. El diseño de éste, incluye resortes de torsión en los incisivos superiores que se puede adaptar a las necesidades del paciente (fig. 41). El clínico puede elegir el contacto con la mucosa en el maxilar inferior (aletas linguales inferiores) y la extensión del acrílico inferior anterior sobre los bordes incisales en las superficies labiales de los incisivos inferiores. La presencia de tubos de anclaje extraoral en la región premolar permite, si se desea, el uso de un anclaje extraoral de tracción alta. La barra transpalatina se sustituye por acrílico en el paladar excepto en la zona frontal superior, para permitir la torsión de los incisivos superiores.<sup>19</sup>



*Fig. 41 Activador de Teuscher.*

### **5.2.7 Activador de Lehman**

Este aparato es una combinación de activador y casco, desarrollado por R. Lehman y se puede combinar con aparatología fija en pacientes con maloclusión Clase II. Este se encuentra conformado por los siguientes

componentes: una placa base acrílica, que lleva dos arcos externos rígidamente fijos y un arco de propulsión mandibular, dos tubos activadores y un tornillo central bidimensional. La placa acrílica maxilar cubre al paladar y se extiende sobre las superficies oclusales e incisales de los dientes maxilares, hasta el tercio oclusal de sus superficies bucales y labiales. Además, esta placa se encuentra equipada con dos arcos exteriores incrustados a los que se puede aplicar una tracción occipital. Esta tracción se aplica a través de una cinta para la cabeza sujeta a los arcos externos, que se fijan en la parte anterior del aparato; la dirección y fuerza de la tracción extraoral deben diseñarse de acuerdo a las necesidades individuales de cada paciente. Un ejemplo de esto es que un arco exterior largo y poco inclinado puede mejorar una rotación en el sentido de las agujas del reloj del complejo maxilar, mientras que un arco externo corto y muy inclinado es más efectivo en la intrusión del incisivo superior. En los casos donde la mandíbula presenta un crecimiento deficiente, la tracción extraoral se usa solo con fines de anclaje, mientras que la activación gradual de los resortes en “S” estimulará a la mandíbula para tomar una posición más anterior. También, es posible la expansión sobre el arco maxilar en casos de discrepancias transversales mediante un tornillo de expansión incrustado en la placa acrílica del paladar.

Mientras que el escudo lingual mandibular consiste en una parte acrílica con un arco de soporte que se encuentra conectado a la placa maxilar mediante dos resortes en forma de “S” (fig. 42).<sup>32</sup> Según R. Lehman, estos resortes se activan aproximadamente 2 mm cada 4 a 6 semanas, para lograr un avance gradual de la mandíbula.

Las indicaciones de uso para este aparato son en pacientes con potencial de crecimiento, cuando se necesite controlar el crecimiento vertical maxilar, en sonrisa gingival, cuando existe compresión maxilar transversal, en dentición temporal y mixta. Mientras que sus contraindicaciones son: utilizarlo en el término del crecimiento óseo, en dentición permanente, cuando el tercio medio se encuentre disminuido, cuando exista prognatismo mandibular, en alteraciones sistémicas y del desarrollo.<sup>31</sup>



**Fig 42** Activador de Lehman.

### 5.2.8 Activador abierto elástico de Klammt

Es un aparato ortopédico bimaxilar, desarrollado por el doctor alemán George Klammt en el año 1953, como una elección en el tratamiento temprano de maloclusiones Clase II. Es llamado activador por inducir el posicionamiento anterior de la mandíbula y estimular la actividad de los músculos faciales; elástico, por inducir la expansión de las arcadas dentarias, mejorar la forma del arco y alineamiento de los dientes anteriores, y abierto por proporcionar un espacio adecuado para la lengua y permitir que exista un contacto de ésta con el paladar.<sup>33</sup>

Está confeccionado con acrílico que va de canino hacia el último molar tomando parte superior e inferior, de tal manera que quedan dos aletas que unen y posicionan la mandíbula con respecto al maxilar, estas aletas se unen por medio de un resorte de Coffin que le va a dar estabilidad y al mismo tiempo elasticidad de la cara mesial del canino, sale un arco con prolongaciones hacia distal que puede llegar hasta el segundo premolar y de ahí realizar un elipse que se apoyará en los dientes anteriores, además de llevar resortes en los incisivos superiores e inferiores que dependerán de los movimientos que se deseen realizar.<sup>34</sup> (fig. 43).<sup>35</sup>

El uso de este aparato tiene mejores resultados sobre todo cuando se emplea en las edades comprendidas entre los 11 y 14 años, etapa donde se completa la dentición permanente y se produce el mayor crecimiento, esto acorta el tiempo de tratamiento y se obtienen resultados favorables tanto estéticos como intrabucales.<sup>33</sup>



**Fig. 43** Aparato abierto elástico de Klammt con escudo retrolabial inferior.

## CAPÍTULO 6 TRACCIÓN EXTRAORAL

La tracción extraoral es comúnmente utilizada como tratamiento para corregir la protrusión maxilar donde el propósito es limitar su crecimiento hacia adelante, mientras que la mandíbula continúa con su crecimiento y mover los molares distalmente.<sup>35</sup> Estos aparatos se pueden dividir en: arcos faciales y anclaje extraoral. Los aparatos faciales se caracterizan por la utilización de tubos fijados a las bandas colocadas en los primeros molares superiores. Mientras que los de anclaje extraoral son aquellos que toman el punto de apoyo en elementos anatómicos que se ubican fuera de la cavidad bucal y aplican su fuerza de forma directa sobre el maxilar o sus dientes, esto con el objetivo de tratar a los pacientes con maloclusiones dentales y esqueléticas.<sup>12,37</sup> El uso de estos aparatos tiene registro desde el año 1802 cuando Cellier, utilizó un apoyo fuera de boca localizado en la parte posterior y superior de la cabeza para inmovilizar la mandíbula. A partir de ese momento varios autores le secundaron, como:

Gunnel (1822), construyó una mentonera para poder guiar el crecimiento mandibular.

Kingsley (1866), fue considerado el precursor del anclaje extraoral al reducir una protrusión con este tipo de aparato.

Angle (1907), después de utilizar esta técnica, lo sustituyó por elásticos intermaxilares para el tratamiento de maloclusiones Clase II.

Oppnhein (1930), reintrodujo el anclaje extraoral tras varios años de estar en desuso, utilizando fuerzas leves e intermitentes.

Kloehn (1961), utilizando la región cervical como punto de apoyo, defendió la utilización de éste aparato como un excelente medio de control para poder dirigir el crecimiento dentoalveolar.

Interlandi (1962), utilizó el anclaje cérvico-occipital (IHG), cuyo casquete lleva su nombre.

Graber (1970), refiere que el uso del aparato extraoral tiene una excelente función en la corrección de las maloclusiones Clase II y III de Angle.

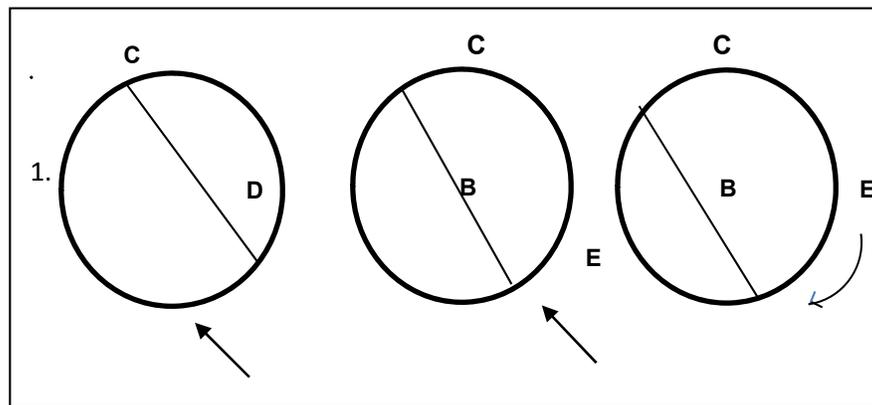
Jacobson (1979), publicó sus resultados de un trabajo, en donde demostró cómo actúan las fuerzas extraorales sobre dientes y huesos basales, principalmente cuando estas fuerzas son asimétricas.

En las épocas más actuales, Ricketts y otros ortodoncistas investigaron la acción de esas fuerzas tomando en cuenta factores determinantes como la duración, dirección e intensidad de la fuerza.<sup>3,37</sup>

## 6.1 Biomecánica

El agente del tratamiento ortopédico con arco extraoral es la fuerza de tracción, por lo que hay que conocer los fundamentos de ésta.

- **Mecánica analítica:** explica las fuerzas y los sistemas de ésta. Para tener claros éstos principios, Gould utilizó un modelo teórico para registrar el movimiento de una rueda que gira alrededor de un eje arreglado, donde observó que la dirección del movimiento depende de la relación de la fuerza aplicada al eje de rotación. Esta rotación fue a favor de las manecillas del reloj: cuando la fuerza es aplicada por debajo del eje y en sentido contrario de las manecillas del reloj; cuando la fuerza es por arriba y no existe rotación: cuando la fuerza interseca al eje (fig. 44).<sup>12</sup>

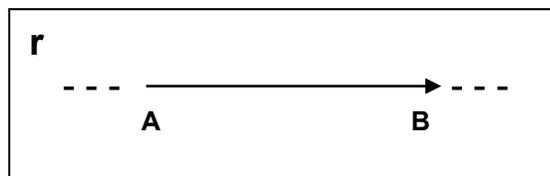


*Fig. 44* Movimiento de una rueda, al aplicarle una fuerza. A) Esta gira sobre su eje (B), si la línea de acción (C) pasa por encima, gira hacia arriba y adelante (D), si pasa por debajo gira hacia abajo y atrás (E), si C pasa por B no se presenta rotación.

- **Eje de rotación:** Es el centro alrededor del cual rota una estructura, en este caso molares y maxilar.
- **Fuerza:** El sistema de fuerza utilizado en los aparatos de tracción extraoral respetan algunos fundamentos mecánicos.<sup>3</sup> Por lo que la fuerza es definida como toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de provocar una variación al movimiento de un cuerpo. Este concepto fue adaptado en ortodoncia por el profesor A. E. Monti como “el elemento activo por medio del cual se efectúan los desplazamientos dentarios en ortodoncia”<sup>35</sup> y en ella tenemos que distinguir:

- a) La intensidad o potencia: es la cantidad de fuerza que se expresa en gramos.
- b) El punto de aplicación: son los molares superiores con bandas y tubos los que reciben la fuerza por medio del arco extraoral; los cuales a su vez la transfieren al maxilar.
- c) La línea de acción: es la dirección en la que se moverán los molares o el maxilar.
- d) La dirección de dicha fuerza: es la orientación de la fuerza que se aplica respecto al eje de rotación de los molares y el maxilar.<sup>12</sup>

Esto se representa mediante un vector AB que es una flecha cuya longitud representa la intensidad de la fuerza. El punto A, que es el origen del vector, se le llama punto de aplicación, la flecha en el extremo B indica el sentido hacia donde se dirige la fuerza (vestibulolingual, mesiodistal, etc.) (fig. 45).<sup>37</sup>



*Fig. 45. Representación gráfica de fuerza.*

- **Vector:** La fuerza se representa por medio de éste, que es una flecha donde la cabeza muestra la dirección, el cuerpo, la línea de acción y el largo, la magnitud de la cantidad medida que representa ese vector.
- **Un sistema de fuerza:** Es una combinación de vectores.
- **Momento de fuerza:** Es una medida de la tendencia de dicha fuerza a mover o rotar un cuerpo alrededor un punto fijo.
- **Sistema de fuerza:** Al actuar una fuerza, ésta no ocurre aislada ya que existen varias combinaciones de las fuerzas que actúan sobre las estructuras donde se está aplicando y existen categorías diferentes, que son:
  - a) Fuerza actuante: Es producida por los elásticos extraorales.
  - b) Fuerza recíproca: Que actúa sobre el punto de apoyo fuera de la cavidad bucal.
  - c) Fuerza diferencial: Son las fuerzas actuantes igual y opuestas desarrolladas por un elemento activo simple de un aparato. En este

caso, la cinta elástica presiona el cuello o cráneo, por lo que este extremo recíproco se estabiliza y el arco extraoral actúa sobre los molares.

- d) **Fuerza de resistencia:** Está dada por las fibra intraalveolares de los molares y suturas del complejo craneofacial, entre otras estructuras para el tratamiento ortopédico, los molares deben resistir la fuerza actuante y transmitirla al maxilar.<sup>36,37</sup>

## 6.2 Anclaje

El anclaje es la resistencia que distintas estructuras óseas o dentarias ofrecen hacia el cambio de forma o posición por la acción de fuerzas ortodóncicas. El profesor Monti lo definió como “el elemento anatómico que soporta la fuerza”.<sup>36</sup> Este elemento puede estar dado por dientes, encía, paladar o zonas extrabucuales como son las regiones cervical, occipital y parietal; aunque el anclaje ideal es el que se obtiene únicamente extrabucalmente, existen dos tipos más, el intraoral y el mixto.<sup>3</sup>

- 1) Anclaje intraoral:** es aquel que posee todos sus elementos de resistencia dentro de boca. Cuando se usa este anclaje, se utilizan generalmente los dientes como apoyo. La mayor parte de resistencia de este anclaje dependerá de:

- a) Del número de piezas dentarias incluidas en el mismo anclaje.
- b) De la superficie radicular en contacto con el hueso alveolar a través del periodonto.
- c) De la inclinación de los ejes dentarios de las piezas que constituyen el anclaje.
- d) Del contacto de los dientes de anclaje con sus adyacentes.
- e) De la oclusión.
- f) De los planos inclinados y su relación con las fuerzas musculares.
- g) De la edad del paciente y su estado general.

A su vez, este anclaje puede ser unimaxilar o intermaxilar.

**A. Unimaxilar:** Posee todos sus elementos de resistencia ubicados solamente en maxilar o mandíbula. Este se subdivide en:

- a) **Anclaje primario:** Es aquel en que se apoya el aparato, construido generalmente por los primeros molares

b) Anclaje secundario: Está representado por el arco o elemento principal del aparato donde toma apoyo la fuerza ejercida por ligaduras, resortes, etc.

**B. Intermaxilar:** Caracterizado por tener su punto de apoyo solo en maxilar o en la mandíbula y ejercer su fuerza sobre el opuesto.<sup>36</sup>

2) **Anclaje extraoral:** Consta de dos arcos: uno externo, que se conecta con las tiras para la cabeza (tracción alta) o cuello (cervical) y un arco interno, que se inserta en el tubo del primer molar superior.

3) **Anclaje mixto:** Es aquel que utiliza varias unidades de resistencia de distinto tipo. Un ejemplo de esto es el uso de cualquier aparatología, ya sea fija o removible añadiéndole la utilización de la fuerza extraoral.<sup>37</sup>

### 6.3 Función

Los dispositivos de fuerza extraoral pueden ser utilizados para conseguir distintos objetivos, ya que tienen distintas funciones. Estas son:

- **Refuerzo del anclaje:** Puede ser utilizado en forma variada y en ambas arcadas. Un ejemplo de esto es en los tratamientos de neutroclusiones molares pero con una exagerada biprotrusión o un apiñamiento severo en anteriores.
- **Fuerza efectiva de desplazamiento:** La técnica que se utiliza con la aparatología con anclaje extraoral, permite, si así se deseara, provocar la inclinación distal coronaria de los molares o efectuar una inclinación radicular, también, intentar que exista un desplazamiento en paralelo, que es el más difícil de obtener.
- **Frenadora del crecimiento:** El freno o inhibición del crecimiento ha sido discutido por varios autores sobre si tiene resultados favorables o no, ya que su demostración científica no es aún definitiva. Al respecto, Stephen Hopkins hizo referencia a que en los casos de tratamientos prolongados con uso de fuerza extraoral, el resultado se debe a la acción de sostén de los primeros molares superiores, al mismo tiempo que se da el crecimiento mandibular hacia abajo y adelante. Moore no logró demostrar que la tracción posteriores sobre los dientes del maxilar durante el tratamiento inhibe el adelanto normal de esas piezas. Sin embargo, Graber consideró a la fuerza extraoral como un

medio adecuado para frenar la dirección hacia abajo y adelante del complejo alveolo dental del maxilar, en los casos severos de Clase II, división I.

Con ésta discusión, se puede llegar a la conclusión de que el freno o la inhibición del crecimiento se utiliza para los tratamientos de Clase II, división I durante la dentición mixta, tratando de aprovechar el impulso de crecimiento prepuberal al provocar el adelanto mandibular mientras sostenemos las estructuras alveolo-dentarias superiores, corrigiendo o disminuyendo la discrepancia anteroposterior maxilomandibular.<sup>36</sup>

## 6.4 Elección del tipo de anclaje extraoral

Por su ubicación, el anclaje extraoral se clasifica en: craneal y cervical. Es decir, éste puede ser ubicado en la cabeza o en el cuello y según la región anatómica del cráneo donde el dispositivo se apoye, será distinto el tipo de tracción ya sea alta, baja o media.<sup>36</sup>

### 6.4.1 Tracción parietal

Se considera tracción alta cuando el punto de apoyo se encuentre en el cráneo a nivel del hueso frontal o el temporal, teniendo en cuenta que la tracción más utilizada es desde el temporal. Este tipo de tracción tiene un efecto en la disminución de la sobremordida u overbite al mismo tiempo que provoca una distalación sobre los molares, el maxilar responde restringiéndose en su línea de crecimiento hacia abajo y adelante. Siendo recomendada utilizarse en pacientes con tendencia de crecimiento vertical o ectomorfos. Al utilizar esta tracción, la aplicación de la fuerza se efectúa sobre el arco vestibular de la aparatología intraoral a nivel de caninos o preferentemente, de los incisivos laterales (fig. 46).<sup>3,37</sup>



**Fig. 46** Tracción alta.

### 6.4.2 Tracción cervical

Este tipo de tracción puede ser vertical, tiene un efecto de extrusión y distalación sobre los molares, en el maxilar responde restringiendo y redirigiendo su crecimiento. Además, el plano palatino se inclina en su segmento anterior hacia abajo y atrás. Su uso está indicado en casos de sobremordida leve y en pacientes con tendencia de crecimiento equilibrado o mesomorfos (fig. 47).<sup>3,37</sup>



*Fig. 47 Tracción baja.*

### 6.4.3 Tracción media

También llamada tracción direccional u occipital, es la unión de tracción cervical y temporal, se ejerce desde la región auricular o del conducto auditivo, es mucho más eficaz que la tracción alta para el distalamiento. Se utiliza en pacientes de crecimiento vertical, donde sea necesario un efecto ortopédico (rotacional) sobre el maxilar y a su vez controlar la extrusión de los molares (fig. 48).<sup>12,37</sup>



*Fig. 48 Tracción media.*

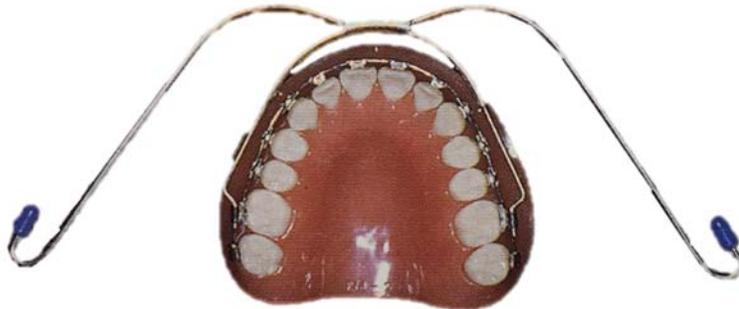
## 6.5 Descripción del sistema mecánico

Este aparato está conformado por un arco extraoral con ganchos y un arco intraoral que se insertará en los tubos colocados en las bandas de los primeros molares superiores. Éste, a través del anclaje craneal y extraoral genera una fuerza con expresión dental y esquelética por medio de elásticos<sup>3,12</sup>

### 6.5.1 Arcos

**Arco intraoral:** Debe tener un radio parecido al de la arcada y debe contar con las siguientes características:

1. Que los extremos de inserción de los tubos no provoquen fricción.
2. Debe llevar un tope en doblez de bayoneta horizontal, lo que formará una pantalla lateral separando los músculos y de esta manera permite un ensanchamiento natural de la arcada superior donde se puede colocar aparatología fija.
3. La parte distal del doblez de bayoneta se cortará aproximadamente 3 mm por distal de los tubos, ya que si queda corto puede provocar un desplazamiento y muy largo lastimaría.
4. Una separación de la zona premolar de 3 a 4 mm y en la zona de los incisivos de 5 mm (fig. 50).
5. La parte media donde está soldado al arco extraoral debe coincidir con la línea media facial.<sup>3</sup>

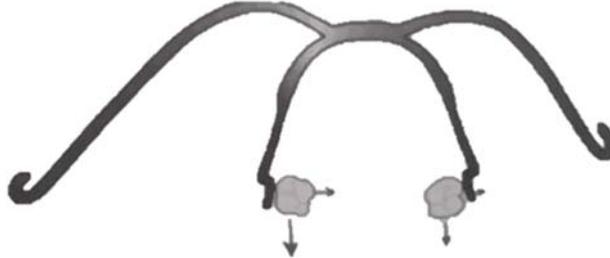


*Fig. 50 Separación del arco interno dejando 5 mm de separación de los incisivos.*

**Arco extraoral:** Deberá estar separado de las mejillas de 3 a 4 mm y centrado. Este puede variar en tres sentidos: en sentido vertical se puede colocar paralelo al arco intraoral o darle una inclinación hacia arriba, lo que provocaría la disminución de extrusión o hacia abajo, que lo aumentaría.<sup>12</sup>

En sentido anteroposterior, en su longitud, respecto a los molares se considera largo por distal de los tubos medio a la altura de éstos y corto mesial a ellos.

En sentido transverso, al abrir uno de los brazos y dejarlo 5 cm más largo que el brazo del lado contrario, provocará un aumento de fuerza, de tal manera que se puedan lograr movimientos asimétricos (fig. 51).<sup>12</sup>



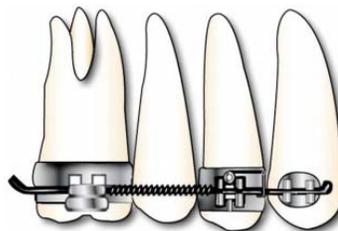
*Fig. 51 Arco extraoral con un brazo alargado y abierto provoca aumento de presión de ese lado, además de presiones laterales sobre los molares.*

### **6.5.2 Bandas con tubos dobles en molares para control de fuerza distal**

Los primeros molares permanentes llevan adaptadas bandas a las que se les sueldan tubos de 1,2 mm de diámetro de luz interior y 8 mm de largo donde se introduce el arco endobucal, al cual se le elabora un tope cuando se ajusta al paciente. Estos tubos deberán ir soldados hacia gingival para aproximarlos al eje de rotación y así poder disminuir los componentes de extrusión o de rotación de los molares.<sup>12</sup>

### **6.5.3 Resortes para control de distalamiento**

Gianelly en 1991, desarrolló un sistema de distalización que consistía en resortes de níquel titanio super elásticos con 100 gr de fuerza colocados pasivos en un arco rectangular de acero inoxidable entre el primer molar y el primer premolar, más un resorte 0,018" de enderezamiento en la ranura vertical de los premolares para direccionar la corona hacia distal y elásticos de Clase II (fig. 49).



*Fig. 49 Resortes de Ni-Ti.*

Los resortes de níquel titanio se usan en maloclusiones de Clase II con incisivos en posición normal o lingualizados y están contraindicados en mordidas abiertas esqueléticas o dentales con incisivos vestibularizados.<sup>38</sup>

#### 6.5.4 Bandas elásticas extraorales

La dirección de la fuerza del aparato extraoral, así como la intensidad de la misma son dados por los elásticos. Estas bandas hacen la conexión entre el arco externo o brazo externo con el apoyo de la cabeza que pueden ser en dirección alta, baja o combinada. Esto con ayuda del dinamómetro o tensiómetro que nos cuantificará la fuerza en gramos.<sup>3</sup>

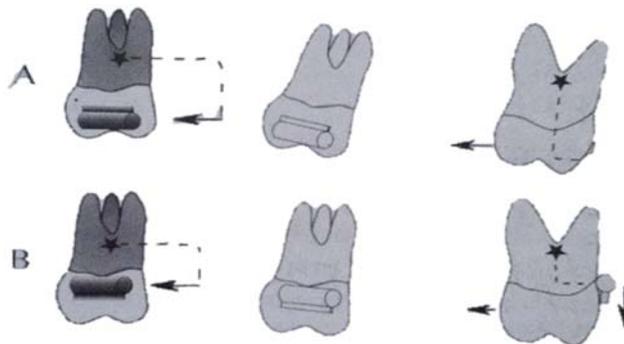
#### 6.6 Acción

La fuerza de la tracción extraoral tiene una acción directa sobre las estructuras anatómica sobre las que se aplica la fuerza, es decir, en los molares superiores y el maxilar, además de una acción indirecta sobre las estructuras adyacentes, como en la mandíbula y tejidos blandos (músculos, nariz, labios y mentón).<sup>12</sup>

**Control de los molares:** El resultado obtenido del aparato extraoral, con objetivos ortopédicos, se considera que la mitad de corrección es por movimientos dentarios y la otra mitad por movimiento óseo. Por lo que será necesario retardar la rotación de los molares, ya que, si esto sucede, se tendrán menos oportunidades de lograr los objetivos ortopédicos.

Para controlar los molares es necesario realizar un ajuste en los elementos que conforman el aparato:

- **Tubo:** Se suelda hacia gingival, lo más cercano al centro de rotación para evitar la inclinación hacia distal y la extrusión. Además, se puede colocar una barra transpalatina en molares superiores para controlar estos efectos (fig. 52).<sup>12</sup>

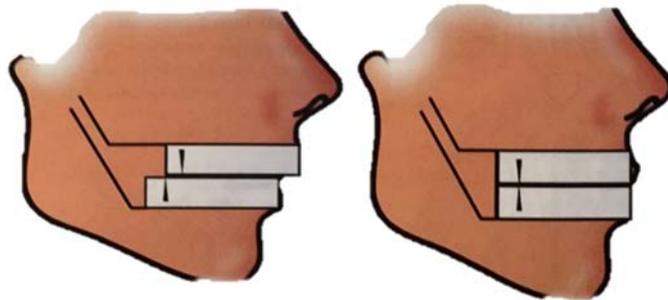


**Fig. 52 A.** Si el tubo se coloca hacia oclusal el centro de rotación se aleja de la línea de acción provocando mayor inclinación y extrusión. **B.** Al colocarlo más cerca del centro de rotación disminuyen los movimientos de extrusión y rotación.

- **Arco extraoral:** En tracción cervical se debe colocar de 15 a 20° por encima del arco intraoral, con una longitud por detrás de los tubos de los molares, para así disminuir la extrusión y provocará la inclinación de las raíces hacia distal.<sup>12</sup>
- **Expansión del arco intraoral:** En sentido transversal se debe expandir de 5 a 10 mm por la fuerza de los tubos durante el tratamiento, esto equilibrará los efectos hacia palatino del componente de extrusión. Evitando así la presión en los segundos molares inferiores y al mismo tiempo lograr un anclaje al sostener los molares contra la cortical.<sup>12</sup>
- **Fuerza intermitente:** Permite la formación de tipo hialino por distal de los molares, retardando el movimiento en ese sentido.

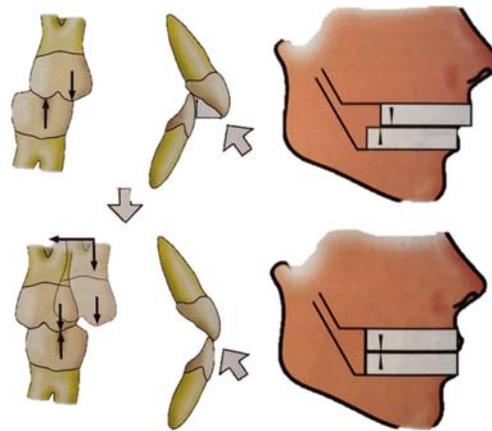
## 6.7 Indicaciones

- **Corrección de la maloclusión Clase II dentaria:** Se puede ocupar en casos donde haya existido una pérdida prematura del segundo molar deciduo, teniendo como consecuencia la mesialización del molar superior. Empleando la fuerza extraoral sobre el molar superior para recuperar el espacio a través de la distalización del mismo (fig. 53).



*Fig. 53 Corrección de maloclusión Clase II dental.*

- **Corrección de la maloclusión Clase II esquelética:** El aparato actúa en el sentido de redireccionar el crecimiento del complejo maxilomandibular a causa de una protrusión, dando como resultado un equilibrio en los huesos de la cara. La fuerza aplicada sobre el maxilar, podrá restringir el desplazamiento del mismo hacia delante, reduciendo la protrusión, inclinando el plano palatino hacia abajo, aumentando la altura anterior de la cara y el ángulo nasolabial (fig. 54).



**Fig. 54** Corrección de maloclusión Clase II esquelética.

- **Corrección de la maloclusión Clase III esquelética:** En la dentición decidua o mixta se aplica la fuerza ortopédica sobre la mandíbula para poder cambiar la dirección de crecimiento.
- **Corrección de sobremordida:** Actúa corrigiendo la mordida profunda a través de la extrusión de molares en los pacientes endomorfos, o intruyendo los incisivos en los pacientes ectomorfos. En estos, la extrusión de los dientes posteriores corregirá la sobremordida.
- **Corrección de la mordida abierta:** Al usarse una fuerza de tracción parietal, tendrá una acción de intrusión de los molares, que sumada a la extrusión de los dientes anteriores va a provocar el cierre de la mordida.<sup>3</sup>

## 6.8 Fuerza y tiempo de uso

Para obtener un efecto esquelético idóneo con el uso de la mecánica extraoral, el aparato debe ser utilizado aproximadamente de 12 a 14 horas al día (durante las horas de sueño) en pacientes mesomorfos y endomorfos con una fuerza aproximada de 10 a 16 onzas (400 a 450 g) por lado, mientras que en pacientes ectomorfos una fuerza de 450 g por lado.<sup>12</sup>

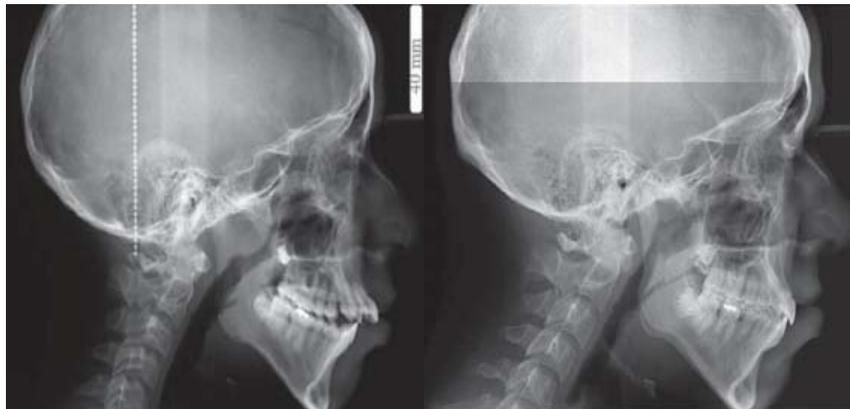
La fuerza total del maxilar no debe exceder las 3 libras. Para producir un movimiento de traslación pura del molar, la línea de fuerza (definida por la dirección de la tracción de la tira sobre el arco exterior) debe pasar por el centro de resistencia de los primeros molares.<sup>36</sup>

## 6.9 Efectos dento-esqueléticos

El tratamiento con uso de arco extraoral puede lograrse más rápidamente en la dentición mixta temprana, ya que los huesos se encuentran menos desmineralizados y por lo tanto pueden ser deformados con mayor facilidad. Mientras que los mejores resultados ortopédicos son obtenidos cuando el crecimiento es más activo y el periodo juvenil (prepuberal) tiene mayor crecimiento en promedio hacia sus comienzos<sup>36</sup> (fig. 55).<sup>40</sup>

La hialinización producida por las fuerzas excesivas ejercidas sobre los primeros molares, limita el movimiento dentario y promueve el efecto esquelético. Después de dos años aproximadamente de tratamiento, se puede esperar un cambio en la posición molar de 5 a 7 mm en total: 3 a 4 mm por el retraso en el crecimiento maxilar con relación a la mandíbula y 2 a 3 mm por movimiento distal real del diente.

El tratamiento de una maloclusión Clase II, división 1, sin haberse realizado extracciones, es utilizar la fuerza extraoral para redirigir el crecimiento del maxilar y el crecimiento vertical del hueso alveolar en la zona de molares superiores, rotar la mandíbula hacia abajo y hacia atrás, incrementar la altura facial anterior y allanar el plano oclusal lo que resulta la corrección de la maloclusión Clase II a Clase I.<sup>39</sup> Es importante conocer uno de los objetivos principales del uso del arco extraoral, que es evitar la inclinación del plano oclusal, pues este tipo de planos tienen un alto porcentaje de recidiva en los casos de cambios rápidos por mecánica a corto plazo.

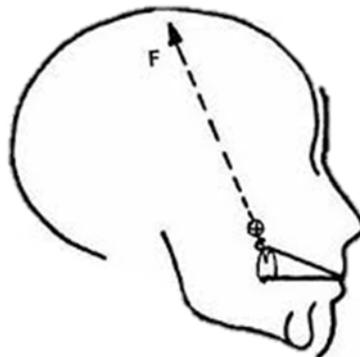


**Fig. 55** Radiografía lateral de cráneo comparativa.

## 6.10 Centro de resistencia maxilar

El centro de resistencia o también llamado punto de equilibrio, es el punto a través del cual debe pasar una fuerza para poder mover un objeto, por lo que se debe conocer la ubicación de éste para elegir el sistema de fuerzas que se debe aplicar para el desplazamiento esquelético deseado. Para localizar este punto, primero se traza el plano oclusal funcional, luego una paralela a este que pase por el borde inferior de la órbita (punto infraorbitario), posteriormente una perpendicular al plano oclusal funcional por distal de la primera molar maxilar de tal que cruce al plano superior trazado anteriormente, el Centro de Resistencia del Maxilar (CRM) estará ubicado a la mitad de la distancia entre esos dos planos (fig. 56). Es decir que el centro de resistencia maxilar estaría situado próximo a la porción superior de la fisura pterigomaxilar.

Una vez ubicado se debe dirigir la fuerza por el mismo centro de resistencia maxilar si uno desea un movimiento de cuerpo entero del maxilar, antes o después de éste si necesitamos rotar el maxilar en sentido horario y anti horario.<sup>40,41</sup>



**Fig. 56** Centro de Resistencia Maxilar.

## CASO CLÍNICO

Paciente femenino de 5 años 6 meses que asistió por primera vez a la Clínica Periférica Azcapotzalco "V́ctor D́az Pliego" de la Facultad de Odontoloǵa, UNAM, donde fue atendida por un alumno de la misma y fue supervisado por el Esp. Gabriel Alvarado Rossano, donde su madre refirió en el interrogatorio que la paciente es aparentemente sana, no hab́a presentado traumatismos y sin alguna contraindicaci3n para realizar el tratamiento.

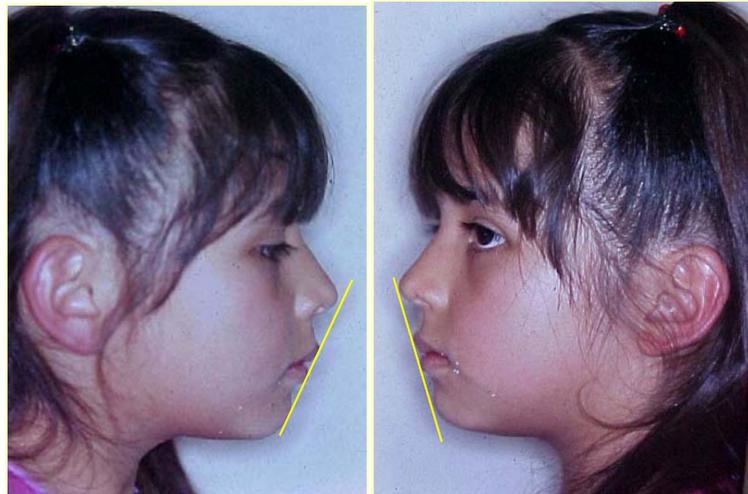
La madre de la paciente acept3 la publicaci3n del caso cĺnico con fines educativos.

### Análisis facial

Se observa que es una paciente mesomorfo, mesoprosopo y mesocéfalo; de perfil convexo, con proquelia superior y una incompetencia labial. En el análisis de tercios, se observa una desproporci3n ya que el tercio inferior se encuentra aumentado y línea bipupilar simétrica; en el análisis de quintos se observa una desproporci3n del 5/5. Presenta una línea facial normal, sonrisa gingival, corredores bucales amplios y además se observan líneas de Dennie Morgan (fig. 57, 58 y 59).<sup>42</sup>



*Fig. 57 Fotografía de frente.*



*Fig. 58 Fotografía de perfil.*



*Fig. 59 Fotografía de sonrisa.*

### **Análisis dental**

Se observa una dentición mixta, Clase II molar derecha e izquierda, sobremordida horizontal de 5 mm, sobremordida vertical de 6 mm, arcada superior e inferior trapezoidal, inserción de frenillos normales, dientes en proceso de erupción y restauraciones en molares temporales (fig. 60 y 61).<sup>42</sup>



**Fig. 60** Fotografías intraorales iniciales.

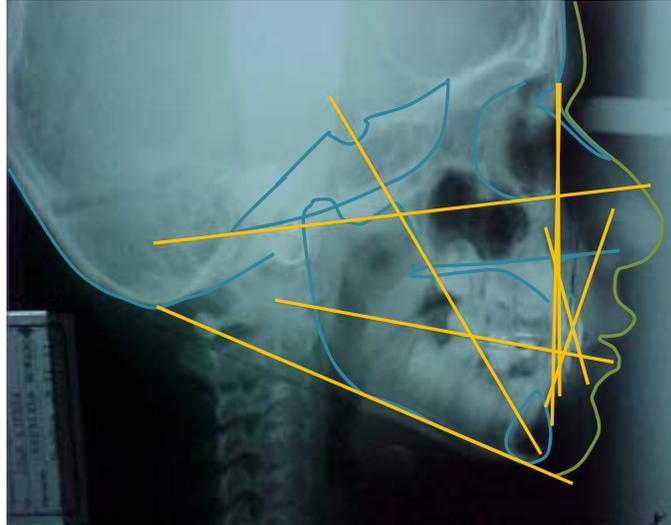


**Fig. 61** Fotografías de los modelos de estudio.

## Análisis radiográfico

### Radiografía lateral de cráneo

De acuerdo a la radiografía lateral de cráneo, donde se realizó el análisis cefalométrico de Downs y Jarabak (fig. 62).<sup>42</sup>



*Fig. 62 Análisis cefalométrico de Downs.*

De acuerdo a éste estudio los ángulos con valores distintos a la norma fueron:

### Análisis esquelético

	<i>Norma</i>	<i>Estado actual</i>	<i>Interpretación</i>
Plano facial (Po-Or/N-Pg)	87.7°	82.5°	Retrognatismo mandibular.
Plano A-B	-4.6°	-6°	Protrusión maxilar. Retrognatismo mandibular.
Eje Y (S-Gn/Po-Or)	59.4°	66°	Tendencia a crecimiento vertical.
Plano de convexidad	0°	9°	Perfil convexo.
Plano mandibular (Go-Me)	21.9°	29.9°	Patrón facial hiperdivergente.

## Análisis dental

	<i>Norma</i>	<i>Estado actual</i>	<i>Interpretación</i>
Plano oclusal	9.5°	13°	Rotación descendente del plano oclusal.
Ángulo Interincisal	135°	144°	Biretroinclinación.
1 Inf. al plano oclusal.	14.5°	10°	Retroinclinación.
Incisivo inf. al plano mandibular.	91.4°	86°	Retroinclinación.
1. Sup. al plano A-Pg	2.7 mm.	2.1 mm.	Retrusión de incisivos.

## Radiografía panorámica

Se observa dentición mixta, 16 dientes temporales presentes, cinco dientes permanentes presentes, 24 dientes permanentes en formación (fig. 63).<sup>42</sup>



*Fig. 63 Radiografía panorámica inicial.*

De acuerdo al análisis cefalométrico realizado el diagnóstico óseo consiste en: Crecimiento vertical maxilar, levognasia, crecimiento sagital maxilar y compresión transversal maxilo-mandibular.

Mientras que, de acuerdo a las fotos clínicas y a los modelos de estudio, el diagnóstico dental fue: Clase II molar derecha e izquierda, sobre mordida vertical (6mm) y sobremordida horizontal (5 mm).

Acorde al diagnóstico previamente realizado, se enlistó la lista de problemas con su objetivo y tratamiento respectivamente desglosado en tres fases de tratamiento.

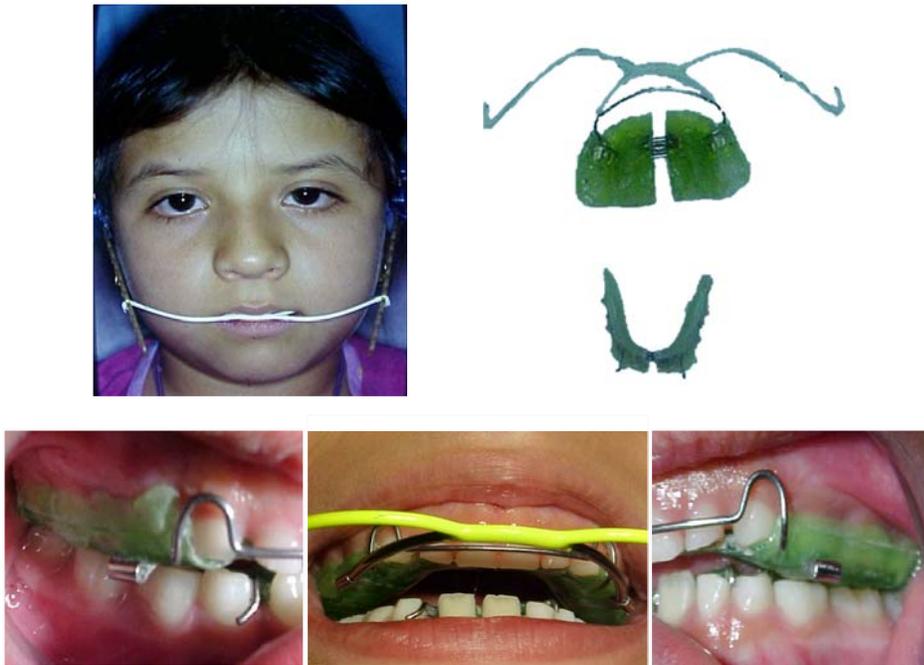
### Lista de problemas

	<b>LISTA DE PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>TRATAMIENTO</b>
<b>I</b>	VERTICAL (Crecimiento vertical maxilar)	Redirigir el crecimiento vertical maxilar.	Lehman con cabezal de tracción alta.
<b>II</b>	SAGITAL (Crecimiento sagital maxilar)  (Atrapamiento mandibular)	Contención maxilar y avance mandibular.  Corregir levognasia.	Klammt II.
<b>III</b>	TRANSVERSAL (Compresión maxilo-mandibular)	Expansión maxilar y mandibular.	Placa Schwartz superior e inferior.

## Fase I

En la arcada superior se colocó el aparato Lehman conformado por un arco tipo Hawley, tubos para activador,acrílico interoclusal y un tornillo de expansión, sumando a éste la fuerza extraoral con cabezal de tracción alta (High pull) y en la arcada inferior una placa Shwartz (fig. 64).<sup>42</sup>

Esto con el objetivo de tener un control del crecimiento maxilar, corregir la sobremordida, mejorando la estética del paciente en cuanto al perfil convexo y a la sonrisa gingival.



*Fig. 64 Fotografías iniciales utilizando el aparato Lehman con cabezal de tracción alta y placa Schwartz.<sup>41</sup>*

## Progreso del tratamiento

Se concluyó fase I del tratamiento después de dos años y dos meses de uso del Lehman con cabezal de tracción alta y la placa Schwartz, donde se logró mejorar el perfil convexo, la disminución de la sobremordida vertical y horizontal de la paciente, además de conseguir una adecuada competencia labial (fig. 65).<sup>42</sup> Posteriormente, se continuó con el tratamiento pasando a la fase II.



*Fig. 65 Fotografías al concluir la fase I del tratamiento.*

## **Fase II**

El tratamiento consistió en el uso del Klammt II (fig. 66).<sup>42</sup> Con el fin de inducir el posicionamiento anterior de la mandíbula para obtener una adecuada relación maxilo-mandibular, corrigiendo la levognasia y estimular la actividad neuromuscular, promover la expansión de las arcadas dentarias e inducir el reposicionamiento lingual mediante el resorte Coffin, ya que estimula el contacto de ésta con el paladar.

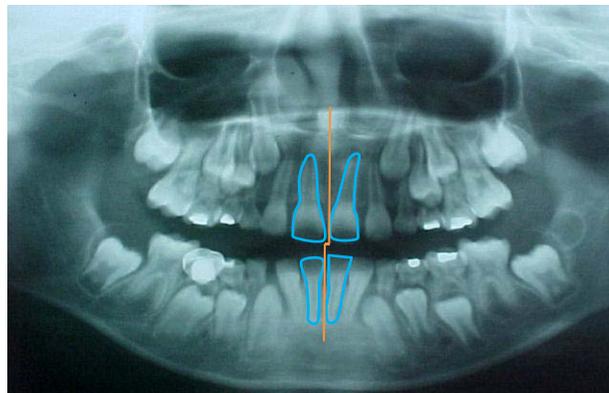


**Fig. 66** Fotografía intraoral con uso de Klammt II.

Después del uso del Klammt II, se consiguió exitosamente los objetivos antes mencionados de la fase II (fig. 67 y 68).<sup>42</sup> Posteriormente a esto, se pasó a la fase III del tratamiento.



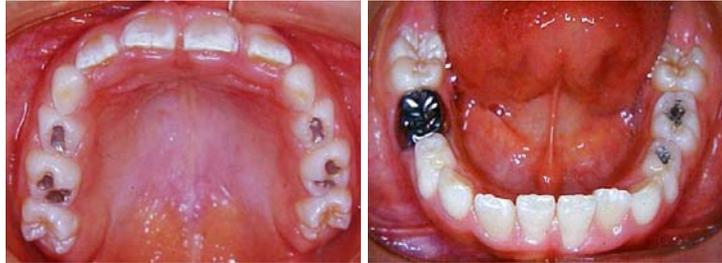
**Fig. 67** Fotografía intraoral. Corrección de sobremordida horizontal y vertical.



**Fig. 68** Radiografía panorámica donde se observa la corrección de la levognasia.

### Fase III

Esta fase del tratamiento consistió en la utilización de placas Schwartz en la arcada superior e inferior para la conformación de las arcadas. (fig. 69).<sup>42</sup>



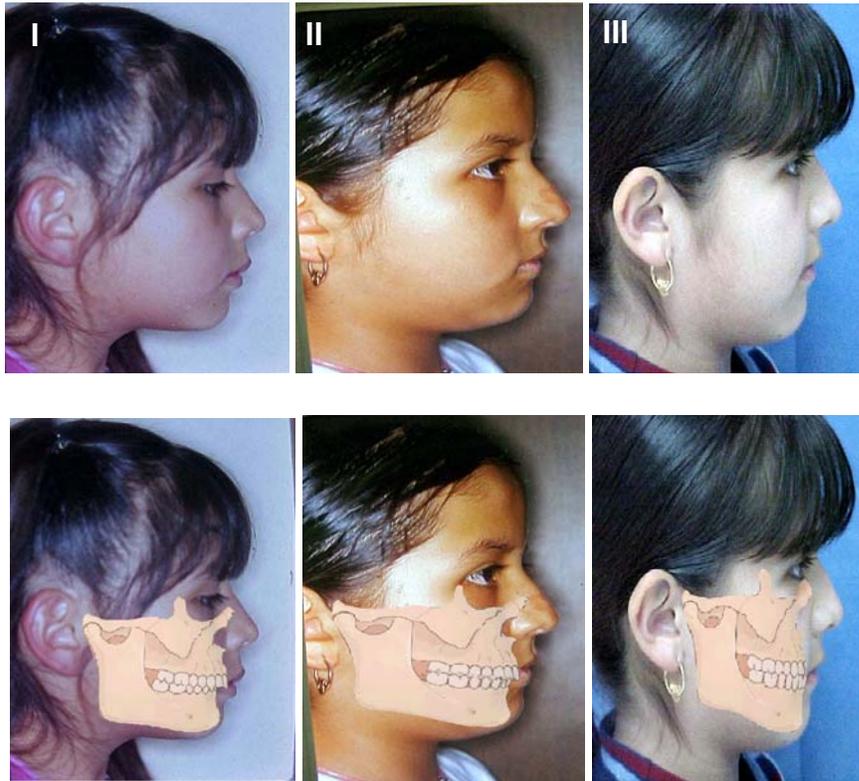
**Fig. 69** Fotografías intraorales de la conformación de las arcadas.

Al final, se cumplieron con los objetivos deseados para cada fase:

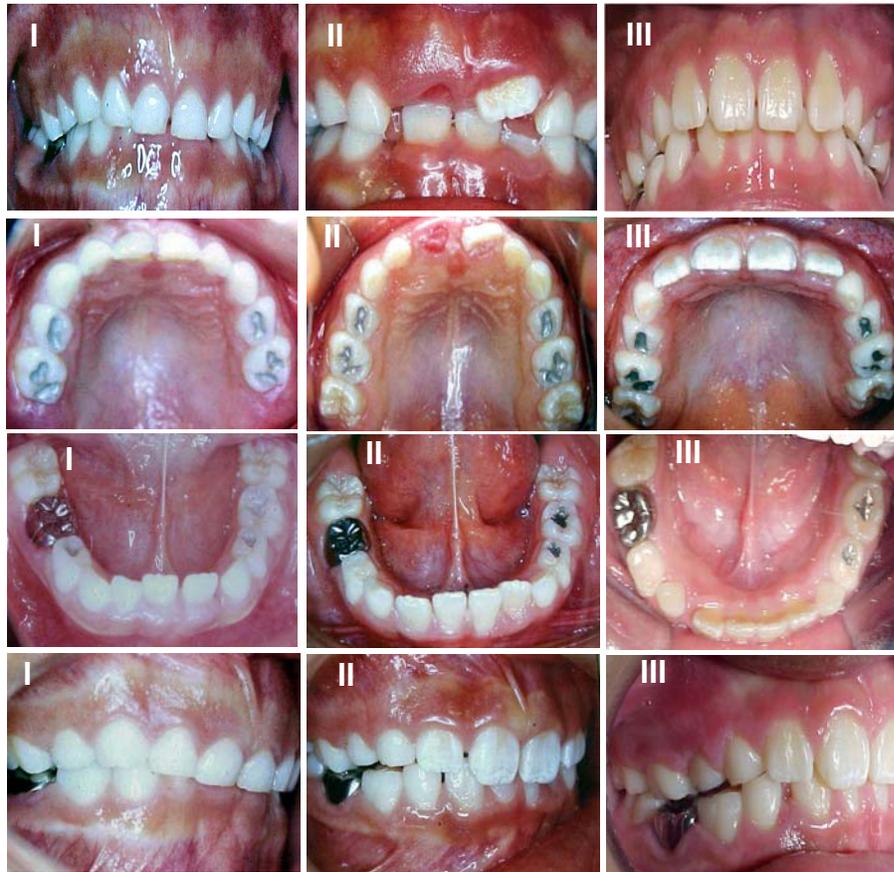
1. Contención del crecimiento sagital y vertical maxilar, 2. Se estimuló y redirigió el crecimiento mandibular, 3. Se consiguió una relación armónica maxilo-mandibular y dental, 4. Se corrigió levognasia y 5. Expansión y una adecuada conformación de las arcadas superior e inferior (fig 70-72).<sup>41</sup>



**Fig. 70** Fotografías comparativas faciales. **I.** Fase I (Lehman), **II.** Fase II (Klammt II) y **III.** Fase III (placas Schwartz) del tratamiento.



**Fig. 71** Fotografías comparativas de perfil. **I.** Fase I (Lehman), **II.** Fase II (Klammt II) y **III.** Fase III (placas Schwartz) del tratamiento.



**Fig. 72** Fotografías comparativas intraorales. **I.** Fase I (Lehman), **II.** Fase II (Klammt II) y **III.** Fase III (placas Schwartz) del tratamiento.



**Fig. 73** Radiografías comparativas de lateral de cráneo. **I.** Radiografía inicial y **II.** Radiografía de control al termino del tratamiento.

## CONCLUSIONES

La maloclusión Clase II es la más frecuente en la población mexicana y no es una entidad clínica sencilla de manejar, ya que tiene distintas etiologías. Puede deberse a causas hereditarias, genéticas, adquiridas por problemas funcionales, hábitos, enfermedades, desnutrición y traumatismos. Todas éstas con una importante interacción, por lo que en muchos casos se atiende el paciente de una manera multidisciplinaria.

El diagnóstico y tratamiento de las maloclusiones en edades tempranas es cada vez más frecuente en la ortodoncia actual. Sin embargo, la sociedad no tiene la cultura de la prevención sobre todo en los niños, lo que ocasiona que no lleguen a tener un buen desarrollo y crecimiento craneofacial, llegando a afectarlo en su vida cotidiana, tanto estética como psicológicamente.

Actualmente existen distintos tratamientos para corregir este tipo de maloclusión, siendo efectiva la Ortopedia craneofacial en edades tempranas, ya que su filosofía es prevenir, eliminando los factores nocivos existentes durante el crecimiento y el desarrollo fisiológico del sistema estomatognático a través de aparatología funcional aprovechando los estímulos neuromusculares del paciente, teniendo como resultado la corrección de la maloclusión llevando a los dientes a que ocupen correctamente su posición óseas, funcional, estética, etc.

El arco extraoral es un aparato que se ha usado en la ortodoncia desde hace más de un siglo con el fin de realizar movimientos de ortodoncia, ya sea como anclaje o combinado con aparatología ortopédica, según la cantidad de fuerza que se le aplique. Clasificándolo según la trayectoria en la que se aplique ésta fuerza como cervical, occipital o mixta. El uso de este aparato está indicado para el tratamiento temprano de las maloclusiones Clase II ya que nos proporciona un control del crecimiento del maxilar, la distalización de los molares, retroinclinación de los incisivos y un control de sobremordida horizontal y vertical. Es fundamental tener siempre en cuenta que se debe conocer su biomecánica para el correcto uso de la aparatología, lo que nos llevará a obtener los resultados deseados en un menor lapso de tiempo.

El éxito del tratamiento se debe principalmente a la cooperación y compromiso total, tanto del paciente como de sus padres, ya que su utilización puede llegar a resultar incómoda y sobre todo antiestética lo que puede provocar la falta de consistencia del uso del aparato, lo que pondría en peligro la corrección ortodóncica y ortopédica eficaz, duración y costo del tratamiento, siendo éste el mayor problema en el tratamiento.

El arco extraoral sigue siendo una excelente opción para el tratamiento de la maloclusión Clase II, a pesar de que en los últimos años se ha reducido su uso, ya que existen otro tipo de aparatos ortopédicos para este problema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Proffit WR. Ortodoncia contemporánea. Barcelona, España: ELSEVIER; 2013. 769 p.
2. Mateu ME, Schweizer HS. Ortodoncia. Premisas, diagnóstico, planificación y tratamiento. 1a ed. Buenos Aires: Grupo Guía S.A.; 2015. 364 p.
3. Vellini-Ferreira F, González P, Alonzo CM. Ortodoncia: diagnóstico y planificación clínica. Sao Paulo: Artes Médicas; 2002. 503 p.
4. Otaño Lugo R, Otaño Laffitte G, Fernández Isla R. Crecimiento Y Desarrollo Craneofacial [Internet]. p. 32. Available from: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34417228/crec-y-des-preg.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1539806561&Signature=6Mhrh7nOrx4uA%2BK3fyve12kdvX8%3D&responsecontentdisposition=inline%3Bfilename%3DCRECIMIENTO Y DESARROLLO CRAE>
5. Prada DC, Ariel E, Murillo T. Teorías del crecimiento craneofacial: una revisión de literatura. UstaSalud [Internet]. 2017; 16:78–88. Available from: [http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/USTASALUD\\_ODONTOLOGIA/article/view/2022/1589](http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/USTASALUD_ODONTOLOGIA/article/view/2022/1589)
6. Quirós Álvarez O. Haciendo fácil la ortodoncia. Venezuela: AMOLCA; 2012. 612 p.
7. Sergio, Katagiri K M, Elorza PT H. Revista Odontológica Mexicana. Prevalencia de las maloclusiones en el Departamento de Ortodoncia de la División de Estudios de Postgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México [Internet]. 2014 [cited 2019 Feb 4];18(3):175–9. Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870199X201400300005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870199X201400300005)
8. Assed S. Tratado de Odontopediatría. Venezuela: AMOLCA; 2018. 1320 p.
9. Graber LW, Vig KWL, Vanarsdall RL, Huang GJ. Ortodoncia: principios y técnicas actuales. 6a ed. Madrid: ELSEVIER; 2017. 1040 p.
10. Bernal N, Arias MI. Indicadores de maduración esquelética y dental. Rev CES Odontol [Internet]. 2007;20(1):59–68. Available from: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/view/139/127>

11. Boj Quesada JR. Odontopediatría: la evolución del niño al adulto joven. Madrid, España: Editorial Médica Ripano; 2011. 842 p.
12. 1. Villavicencio JA, Santa Cruz GC. Ortodoncia dentofacial. Una visión multidisciplinaria. Caracas, Venezuela: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica; 1996.
13. Vedovello Filho M. Cefalometría técnicas de diagnóstico y procedimientos. Sao Paulo, Brasil: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas; 2010. 114 p.
14. Simões WA. Ortopedia funcional de los maxilares: a través de la rehabilitación neuro-oclusal. Tercera ed. Sao Paulo, Brasil: Artes Médicas; 2004.
15. Herbet M. Orrego. Efectos Clínicos En Ortopedia Funcional De Los Maxilares. Odontol Sanmarquina [Internet]. 2005;8(1):23–7. Available from: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/31312613>
16. Quiros Alvarez OJ. Manual de Ortopedia Funcional de los Maxilares y ortodoncia interceptiva. Colombia: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas; 2010. 112 p.
17. Simões Herrera-Sanches F, Fernando Castanha Henriques J, Janson G, Santos Neves L, Jerônimo Rodrigues Santiago de Lima K, Pinelli Henriques R, et al. Class II malocclusion treatment using Jasper Jumper appliance associated to intermaxillary elastics: A case report. [Internet] 2013; 18:22-31. Aviable from: <http://www.scielo.br/pdf/dpjo/v18n2/a10v18n2.pdf>
18. Kaygisiz E, Tortop T, Varlik S, Yuksel S, Bozkaya E. Jasper Jumper and activator-headgear combination: A comparative cephalometric study. J Orthod Res [Internet]. 2015;3(1):17. Aviable from: <http://www.jorthodr.org/text.asp?2015/3/1/17/146360>
19. Parra Quintero N, Botero Mariaca PM. Aparatos de avance mandibular: ¿mito o realidad? Rev Nac Odontol. [Internet]. 2016; 9:57-73 Aviable from: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/od/article/view/432/433>
20. Neves LS, Janson G, Cançado RH, de Lima KJRS, Fernandes TMF, Henriques JFC. Treatment effects of the Jasper Jumper and the Bionator associated with fixed appliances. Prog Orthod. [Internet]. 2014; 27;15(1):54. Aviable from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25182030>
21. Gulec A, Goymen M. Treatment of class II malocclusion: A comparative study of the effects of twin-block and fatigue resistant device. Niger J Clin Pract.

[Internet]. 2018 Dec;21(12):1557–63. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25182030>

22. Rodríguez Muñoz LA, Dobles Jiménez LA. Aparato funcional Forsus para la Corrección de CII esquelética a temprana edad. Reporte de un caso clínico. [Internet] Rev electrónica la Fac Odontol ULACIT- Costa Rica. 2014;7(2):3–15. Available from:  
[https://www.researchgate.net/profile/Ana\\_Dobles2/publication/275155534\\_Aparato\\_funcional\\_Forsus\\_para\\_la\\_Correccion\\_de\\_CII\\_esquelética\\_a\\_temprana\\_edad\\_Reporte\\_de\\_un\\_caso\\_clinico/links/553453b00cf2f2a588b24d26/Aparato\\_funcional-Forsus-para-la-Correccion-de-CII-esquelética-a-temprana-edad-Reporte-de-un-caso-clinico.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ana_Dobles2/publication/275155534_Aparato_funcional_Forsus_para_la_Correccion_de_CII_esquelética_a_temprana_edad_Reporte_de_un_caso_clinico/links/553453b00cf2f2a588b24d26/Aparato_funcional-Forsus-para-la-Correccion-de-CII-esquelética-a-temprana-edad-Reporte-de-un-caso-clinico.pdf)

23. Wiechmann D, Vu J, Schwestka-Polly R, Helms H-J, Knösel M. Clinical complications during treatment with a modified Herbst appliance in combination with a lingual appliance. Head Face Med. [Internet]. 2015 [cited 2019 Feb 28] 11:31. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26353793>

24. Fotografía de Gabriel Alvarado. Clínica Periférica Azcapotzalco “Víctor Díaz Pliego”. 2019.

25. Cinthia Lorena B-E, Jaime G-V, Rogelio D-P. Empleo del aparato funcional Bionator para tratamiento de clase II esquelética. [Internet]. Rev Tamé 2013 [cited 2019 Feb 25] 2(5):159-164. Available from:  
[http://www.uan.edu.mx/d/a/publicaciones/revista\\_tame/numero\\_5/Tam135-](http://www.uan.edu.mx/d/a/publicaciones/revista_tame/numero_5/Tam135-)

26. Čirgić E, Kjellberg H, Hansen K. Treatment of large overjet in Angle Class II: division 1 malocclusion with Andresen activators versus prefabricated functional appliances—a multicenter, randomized, controlled trial. Eur J Orthod [Internet]. 2016 [cited 2019 Feb 28];38(5):516–24. Available from:  
<https://academic.oup.com/ejo/article/38/5/516/2197395>

27. Terán R.; Campoverde P.; Cárdenas P. Aparatología Funcional. Revista Latinoamericana de ortodoncia y Odontopediatría Ortodoncia [Internet]. 2015 [cited 2019 Feb 28]; Available from:  
<https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2015/art-36/>

28. González García LA, Yudovich Burak M, de la Paz Aguilar Saavedra M. Tratamiento ortopédico-ortodóncico en pacientes con crecimiento vertical y mordida abierta, caso clínico [Internet]. 2010 [cited 2019 Feb 28]. Available from:  
<http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=24671>

29. Rebeca D, Ysla F, Gloria D, Manso M, Gladys D, Laffite O, et al. Los bloques gemelos. Uso y construcción del aparato convencional. Rev Cubana Estomatol. [Internet]. 2005; 42(3) Técnicas Los bloques gemelos. Uso y

construcción del aparato convencional. Aviable from:  
[http://www.bvs.sld.cu/revistas/est/vol42\\_3\\_05/est07305.pdf](http://www.bvs.sld.cu/revistas/est/vol42_3_05/est07305.pdf)

30. Silvia ANA, Malpica T, Dainesi EA, Maria K, Freitas SDE. Tratamento da má oclusão de classe II por meio de aparelho regulador de função de Frankel. UNINGÁ, Mar. [Internet]. 2014;40:119–33. Aviable from:  
<http://revista.uninga.br/index.php/uninga/article/view/1165/787>

31. Del Piñal Luna I, Molinero Mourelle P, Torres Moreta L, Bartolomé Villar B. Tratamiento precoz de la mordida cruzada posterior unilateral en el paciente infantil. Revisión bibliográfica. [Internet]. Madrid; 2016. [cited 2019 Mar 1]. Aviable from:  
[https://coem.org.es/sites/default/files/publicaciones/CIENTIFICA\\_DENTAL/vol113num1/7TratamientoPrecoz.pdf](https://coem.org.es/sites/default/files/publicaciones/CIENTIFICA_DENTAL/vol113num1/7TratamientoPrecoz.pdf)

32. Lehman Appliance - Functional Appliances - Products - Ortholab [Internet]. [cited 2019 Mar 1]. Available from: <http://www.ortholab.nl/en/lehman-appliance.php>

33. Torres Lima M, Mercedes Bioti Torres A, Alfonso Valdés H, Martínez Vergara Y. Tratamiento con Activador Abierto Elástico de Klammt en Clase II, división 1. Vol. 22, Rev. Ciencias Médicas de Pinar del Río. [Internet]. 2.17;60-68. [cited 2019 Mar 1]. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/pinar/rcm-2018/rcm181i.pdf>

34. Guardo CR. Ortopedia maxilar: atlas práctico. 1ra ed. Argentina: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica; 1992. 217 p.

35. Bedoya A, Chacón Á, Bedoya A. Tratamiento temprano de maloclusiones clase II tratado con Activador Abierto Elástico de Klammt (AAEK). Reporte de caso. Rev Estomat [Internet]. 2009 [cited 2019 Mar 1]; 17:23–9. Available from:  
<https://core.ac.uk/download/pdf/11862286.pdf>

36. Viazis AD, Frydman J. Atlas de ortodoncia: principios y aplicaciones clínicas. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana; 1995. 325 p.

37. Tenenbaum M. Fuerza extraoral con aparatos fijos y removibles. Buenos Aires, Argentina: MUNDI; 1969. 311 p.

38. Ciro P, Sandoval P, Rey D, Uribe G, Sierra A, Oberti G, et al. Distalización de Molares Maxilares con Aparatos Intraorales de Nueva Generación que no Necesitan Colaboración del Paciente. [Internet]. Vol. 5, Int. J. Odontostomat. 2011 [cited 2019 Mar 20]. Available from: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijodontos/v5n1/art06.pdf>

39. Camacho JC, Altamirano M. Uso del arco extraoral en la corrección de la maloclusión clase II división I. Kiru [Internet]. 2011 [cited 2019 Mar 7]; 8:99-104. Available from: [http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2011/Kiruv.8.3/Kiru\\_v.8.3 art.7.pdf](http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2011/Kiruv.8.3/Kiru_v.8.3_art.7.pdf)
40. C, María Linares Toledo S, Ruiz Díaz R, Uribe-Querol E. Tratamiento ortodóncico compensatorio para un paciente autista clase II con mordida abierta anterior. [Internet]. Vol. 3. 2015 [cited 2019 Mar 20]. Available from: <http://www.medigraphic.com/ortodoncia>
41. Nanda R, Nanda R, Frydman J. Biomecánica en ortodoncia clínica. Buenos Aires, Argentina: Panamericana; 1998. 308 p.
42. Fotografía de Gabriel Alvarado. Clínica Periférica Azcapotzalco "Víctor Díaz Pliego". 2001.

## **GLOSARIO**

**Crecimiento:** Aumento de las dimensiones de la masa corporal (tamaño, talla y peso). Es el resultado de la división celular y el producto de la actividad biológica; es manifestación de las funciones de hiperplasia e hipertrofia de los tejidos del organismo.

**Desarrollo:** Es el cambio en las proporciones físicas. Procesos de cambios cuantitativos y cualitativos que tienen lugar en el organismo humano y que traen aparejado aumento en la complejidad de la organización e interacción de todos los sistemas.

**Displasia ósea:** Es una afectación en el desarrollo del esqueleto, por alteración intrínseca en la formación y modelado del hueso y constituye la causa más frecuente del retardo severo del crecimiento.

**Disgnacia:** Es la pérdida del equilibrio morfo-funcional y estético del órgano bucal.

**Hialinización:** Es una necrosis estéril del ligamento periodontal producida por una fuerza excesiva.

**Levognasia:** Desviación lateral derecha de origen esquelético.

**Ortopedia:** Rama de la odontología que controla y corrige los problemas de crecimiento en las estructuras bucales y faciales.