



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



## **FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

FUERZAS Y MOVIMIENTOS EMPLEADOS PARA LA  
CORRECCIÓN DE ROTACIONES DE DIENTES  
PERMANENTES EN DENTICIÓN MIXTA.

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANA DENTISTA**

P R E S E N T A:

NORMA LEÓN GARCÍA

TUTORA: Esp. ELVIA ISELA MIRAMÓN MARTÍNEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



---

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por poner todo en su lugar y permitirme llegar hasta este momento.

A mis papás, Eladio y Norma, por apoyarme siempre, por la paciencia, por creer en mí y corregirme todas las veces que estuve mal, por no dejarme caer y darme las fuerzas para seguir adelante, por darme la confianza, los consejos y las enseñanzas suficientes para guiarme por un buen camino

A mi hermano Gerardo, por estar siempre conmigo, por ser mi mejor amigo, mi cómplice, mi confidente, por ser mi primer paciente y mi conejillo de indias, por ser el mejor hermano del mundo.

A Elías, por cambiar mi mundo, por confiar en mí y apoyarme sin condición alguna.

A mis tíos: Félix, Alfredo, Xochitl, Julián, Tere, Chucho, Dulce y Gabriel que en algún momento se convirtieron en mis segundos padres brindándome su casa como un hogar y apoyándome moralmente con muchos de sus consejos. A Lupita y a Citlalli, por haber compartido un techo juntas y apoyarme siempre.

A todos mis amigos que encontré a lo largo de la carrera: Laura, Sam, Raky, Erick, Danniell Louis, Dany Manzo, Jessy y Alfonsito por convertirse en mi hermanos, por tantas risas, llantos, consejos, desveladas, por su confianza y ayuda en momentos difíciles, por brindarme un hogar para dormir en días complicados, por ser los mejores amigos.

A la Facultad de Odontología, por mi formación de estudios superiores y a todos los doctores que marcaron mi vida estudiantil con sus conocimientos y enseñanzas y me hicieron amar aún más mi carrera.



---

A todos mis pacientes que me dieron un gran aprendizaje y experiencia.

A la Doctora Elvia por confiar en mí, por sus clases, por su apoyo, por ser un gran ejemplo de vida, por su paciencia y conocimientos que pudo compartirme para la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por ser mi segunda casa y amarla como la primera, por mi formación académica y abrirme la puerta a muchos horizontes.



---

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	8
2. PROPÓSITO.	10
3. OBJETIVOS.	10
4. ANTECEDENTES.	11
4.1. Crecimiento y desarrollo cráneo facial.	11
4.1.1. Definiciones.	11
4.1.2. Tipos de crecimiento posnatal.	12
4.1.2.1. Crecimiento cartilaginoso.	12
4.1.2.2. Crecimiento sutural.	12
4.1.2.3. Crecimiento periostal y endostal.	13
4.1.3. Movimientos de crecimiento.	13
4.1.4. Desarrollo facial.	14
4.1.4.1. Crecimiento del maxilar.	14
4.1.4.2. Crecimiento de la fosa craneal media.	15
4.1.4.3. Crecimiento de la fosa craneal anterior.	17
4.1.4.4. Crecimiento vertical nasomaxilar.	17
4.1.4.5. Crecimiento mandibular.	17
4.1.5. Crecimiento del cráneo.	19
4.1.5.1. Crecimiento de la base del cráneo.	20
4.1.5.2. Crecimiento de la bóveda craneal.	20
4.2. Desarrollo de la dentición.	20
4.2.1. Odontogénesis.	20
4.2.1.1. Estadios en el desarrollo dental.	22
4.2.3. Dentinogénesis.	23
4.2.4. Amelogénesis.	23
4.3. Crecimiento y desarrollo normal de las arcadas dentarias.	24
4.3.1. Periodos de Barnett.	24
4.3.1.1. Etapa de dentición primaria.	24



---

4.3.1.2. Etapa de erupción del primer molar.	29
4.3.1.3. Etapa del recambio del sector anterior.	32
4.3.1.4. Etapa de recambio del sector lateral.	34
4.3.1.5. Etapa de erupción del segundo molar.	35
4.3.2. Patrones de erupción dentaria.	35
4.4. Llaves de la oclusión.	37
4.4.1. Llave 1. Relación molar.	37
4.4.2. Llave 2. Angulación mesiodistal de los dientes.	38
4.4.3. Llave 3. Inclinação vestibulolingual de los dientes.	39
4.4.4. Llave 4. Ausencia de rotaciones dentarias.	40
4.4.5. Llave 5. Áreas de contacto interproximal rígidas.	41
4.4.6. Llave 6. Curva de Spee.	42
4.5. Clasificación etiológica de las maloclusiones.	43
4.5.1. Maloclusión de origen dentario.	43
4.5.2. Maloclusión de origen muscular.	43
4.5.3. Maloclusión de origen ósea.	44
4.6. Tipos de maloclusiones.	44
4.6.1. Clase I.	44
4.6.2. Clase II.	47
4.6.3. Clase III.	50
5. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA POSICIÓN DENTARIA.	52
5.1. Tendencia al corrimiento mesial.	52
5.2. Fuerzas anteriores.	53
5.3. Fuerzas intrínsecas producidas por la musculatura peribucal.	54
5.3.1. Labios.	55
5.3.2. Lengua.	56
5.3.3. Hueso alveolar y ligamento periodontal.	57
5.3.4. Fuerzas de la oclusión.	57
5.3.5. Función naso-respiratoria	59
5.3.6 Otras causas que provocan rotaciones dentarias.	60



---

6. BIOMECÁNICA EN ORTODONCIA.	63
6.1. Conceptos básicos.	63
6.2. Clasificación de las fuerzas utilizadas terapéuticamente.	65
6.2.1. Naturales.	65
6.2.2. Biomecánicas.	65
6.3. Fuerzas ortodónticas.	65
6.4. Sistema de fuerza equivalente.	66
6.5. Equilibrio estático.	67
6.6. Tipos de movimiento dental.	69
6.6.1. Inclínación.	70
6.6.1.1. Controlada.	70
6.6.1.2. No controlada.	71
6.6.2. Traslación.	71
6.6.3. Movimiento de la raíz.	72
6.6.4. Rotación.	73
6.7. Respuestas al movimiento dental.	74
6.7.1. Actividad fisiológica.	74
6.7.2. Aplicación de la fuerza.	74
6.7.2.1. Inclínación.	74
6.7.2.2. Traslación.	75
6.7.3. Fuerzas aplicadas y tiempo.	76
6.7.3.1. Continuas.	76
6.7.3.2. Interrumpidas-continuas.	76
6.7.3.3. Intermitentes.	76
6.7.4. Reabsorción radicular.	77
7. ALTERNATIVA DE TRATAMIENTOS PARA ROTACIONES DENTARIAS.	79
7.1. Fases de corrección de rotaciones.	80
7.1.1. Corrección de molares.	80
7.1.2. Corrección de incisivos.	80



---

7.1.3. Corrección de caninos.	84
7.1.4. Corrección de premolares.	85
7.2. Retención de rotaciones.	86
8. CONCLUSIONES.	88
9. FUENTES DE INFORMACIÓN.	89



---

## 1. INTRODUCCIÓN.

El crecimiento y desarrollo craneo facial es el determinante para la formación, tamaño y posición de los huesos y estructuras relacionadas con el cráneo y la cara; cuando existe un desequilibrio en cualquiera de estos, se pueden producir alteraciones esqueléticas y/o dentales.

Las maloclusiones, pueden ser de origen dentario, óseo o muscular y generalmente afectan a la mayoría de las personas, generando problemas en la articulación temporomandibular, músculos de la masticación y dientes.

Existe una serie de características que se deben cumplir para tener una oclusión dental en armonía, a las cuales Andrews ha llamado “Las seis llaves de la oclusión”. En este caso, la llave número cuatro que nos habla sobre la ausencia de rotaciones dentarias, también llamadas “giroversiones”, que conlleva a un problema importante de las maloclusiones, ya que su incumplimiento puede alterar las dimensiones de los arcos debido a la falta de engranaje interarcada.

Varios factores son los responsables de la aparición de una rotación en los arcos dentarios, como lo son: las fuerzas eruptivas de los dientes y su tendencia mesial al erupcionar, las fuerzas intrínsecas que se producen por la musculatura peribucal, falta de espacios fisiológicos en la dentición temporal, pérdida prematura de dientes por caries dental, infecciones dentales recurrentes, traumatismos, resorción tardía de los dientes temporales, entre otras.

La biomecánica en ortodoncia es utilizada para la realización de movimientos dentales por medio de fuerzas físicas sin provocar un daño a las estructuras adyacentes al diente, aplicando fuerzas naturales (músculos, principalmente) y fuerzas ortodónticas (arcos vestibulares, resortes, tornillos, cadenas elastoméricas, etc.).



---

Las rotaciones dentarias más comunes son las que presentan los incisivos permanentes, provocando un apiñamiento evidente en la zona anterior cuando no se tiene el espacio adecuado por falta de crecimiento óseo o por el tamaño mesiodistal de los dientes. Si se quiere devolver un incisivo a la posición correcta en el arco, se pueden utilizar arcos vestibulares combinados con la acción de un resorte ya que se requiere recuperar espacio para lograr la rotación del diente.

Cuando un premolar se llega a presentar con una rotación de  $90^\circ$ , provoca una modificación notoria en los arcos dentarios por el aumento de la distancia mesiodistal de su corona, trayendo como consecuencia apiñamiento de dientes anteriores; al llevar al premolar a su posición correcta se obtendrá espacio valioso para obtener una adecuada alineación.

Los sistemas donde se aplica un acoplamiento, que consiste en dos fuerzas paralelas de igual magnitud actuando en direcciones opuestas y separadas por una distancia, son los más indicados cuando se quiere girar un diente sobre su propio eje. Estos sistemas se deben tener en cuenta cuando se va a diseñar un aparato y también el uso de accesorios como los botones metálicos o las cadenas elastoméricas para la dirección y cantidad de fuerza que se aplicará.

Las rotaciones de los primeros molares permanentes son un factor importante para determinar la clase dental del paciente, por lo que es esencial su corrección antes de cualquier tratamiento ortodóncico. Se puede utilizar una barra de Gosgharian para corregir este tipo de rotaciones.

Cuando las rotaciones están presentes a edades tempranas, se pueden corregir con aparatos ortopédicos modificados, llevando los dientes rotados a una posición correcta y armónica para después seguir corrigiendo los demás problemas dentales.



---

## 2. PROPÓSITO.

Adentrar al lector a un panorama general sobre las rotaciones dentarias en dientes permanentes, sus factores etiológicos y alternativas de tratamiento en dentición mixta.

## 3. OBJETIVOS.

- Describir los tipos de crecimiento cráneo facial.
- Indicar las etapas de la erupción dentaria.
- Mencionar los espaciamientos fisiológicos y guías de erupción en la dentición temporal.
- Listar los tipos de maloclusiones dentales más frecuentes.
- Determinar los factores que provocan una rotación dentaria.
- Identificar el tipo de fuerzas que se utilizan en un movimiento ortodóntico.
- Describir la respuesta tisular a cada tipo de fuerza aplicada.
- Mencionar diferentes alternativas de tratamiento para corregir las rotaciones dentarias en dentición mixta.



---

## 4. ANTECEDENTES.

### 4.1. Crecimiento y desarrollo cráneo facial.

#### 4.1.1. Definiciones.

- *Crecimiento*: en biología se define, usualmente, como un incremento en talla y peso de un tejido, órgano o individuo y puede ser descrito cuantitativamente por diagramas o curvas.

También se considera como un aumento de tamaño, cambio de proporciones y complejización progresiva.

- *Desarrollo*: es el proceso por el cual una cosa animada, o conceptual cambian para completarse o madurar. En términos de odontología, desarrollo es un proceso a lo largo de la vida que comprende todos los cambios estructurales y funcionales que tienen lugar desde la concepción hasta la madurez.

El desarrollo filogenético está constituido por el conjunto de características propias de una especie, que han sufrido cambios adaptativos al medio ambiente y son observados desde la óptica de la evolución de las especies.

El crecimiento y el desarrollo ontogénico del ser humano se identifican por dos fases marcadas de crecimiento acelerado, una durante la vida fetal y la otra durante la adolescencia.

Básicamente, el crecimiento es un aumento de tamaño, mientras que el desarrollo es diferenciación y aumento en las destrezas y complejidad de las funciones; siendo la maduración la aptitud para la función.<sup>1</sup>



---

## **4.1.2. Tipos de crecimiento posnatal.**

### **4.1.2.1. Crecimiento cartilaginoso.**

Está localizado en tres zonas: la base del cráneo, el tabique nasal y el cóndilo mandibular. El crecimiento de las distintas sincondrosis de la base craneal, sobre todo de la sincondrosis esenooccipital, influye en la posición sagital de ambos maxilares. El crecimiento del tabique nasal condiciona un descenso y adelantamiento de toda la zona nasomaxilar; el maxilar superior y toda la arcada dentaria en él situada, se ve desplazada hacia adelante y abajo por el crecimiento del tabique nasal. El crecimiento de la cabeza condílea aumenta el tamaño del propio hueso y provoca que, por la actividad proliferativa, la mandíbula tienda igualmente a desplazarse hacia adelante y abajo siguiendo la misma pauta que el maxilar.

La sincondrosis mandibular situada en el plano de la mandíbula contribuye al desarrollo transversal hasta que se cierra en el segundo semestre de vida posnatal.

### **4.1.2.2. Crecimiento sutural.**

Es responsable del crecimiento de la calota craneal que se adapta al aumento de tamaño del cerebro. También cierto número de suturas están situadas en el área facial y ajustan el crecimiento de los diferentes huesos de la cara.

Otras suturas unen la cara con el cráneo condicionando que la cara se vaya distanciando de la base craneal conforme avanza el proceso de desarrollo. A nivel de la bóveda maxilar, la sutura palatina permite el desarrollo transversal del maxilar permaneciendo abierta hasta la adolescencia.



---

#### 4.1.2.3. Crecimiento periostal y endostal.

Aumenta el tamaño tridimensional de la cabeza por la aposición ósea superficial y el remodelamiento interno de cada uno de los huesos. Las zonas de aposición están acompañadas por otras de reabsorción que facilitan que el hueso cambie de forma y se desplace espacialmente; aposición y reabsorción ósea caminan juntos. En el desarrollo maxilofacial. Y todo el crecimiento de las apófisis alveolares es de esta naturaleza, estando simultáneamente presentes fenómenos de aposición y reabsorción ósea. Probablemente este es el tipo de crecimiento más importante en el desarrollo de la cara y de los maxilares tras los primeros años de vida una vez que decrece el crecimiento sutural y cartilaginoso.<sup>2</sup>

#### 4.1.3. Movimientos de crecimiento.

Durante el agrandamiento de los huesos craneofaciales se ven dos tipos de movimientos de crecimiento: *arrastre cortical* (conocido también como deriva cortical) por depósito y reabsorción selectivos, y *desplazamiento* de una posición a otra. Arrastre y desplazamiento suceden al mismo tiempo y se complementan, esto es, se mueven en la misma dirección o pueden hacerlo en direcciones contrarias, lo que dificulta determinar la magnitud del cambio óseo que se da por remodelado y por desplazamiento (Fig. 1 A-B).

El principio en “V” de Enlow es útil para entender el depósito y reabsorción de los huesos que tienen forma similar y explicar cómo gracias a la “V” se logra el incremento. El depósito ocurre en el lado interno de la “V”, y la reabsorción en el lado externo, trayendo consigo desplazamiento. Sirve para explicar el cambio en la anchura de los arcos dentales (Fig 2).<sup>1</sup>

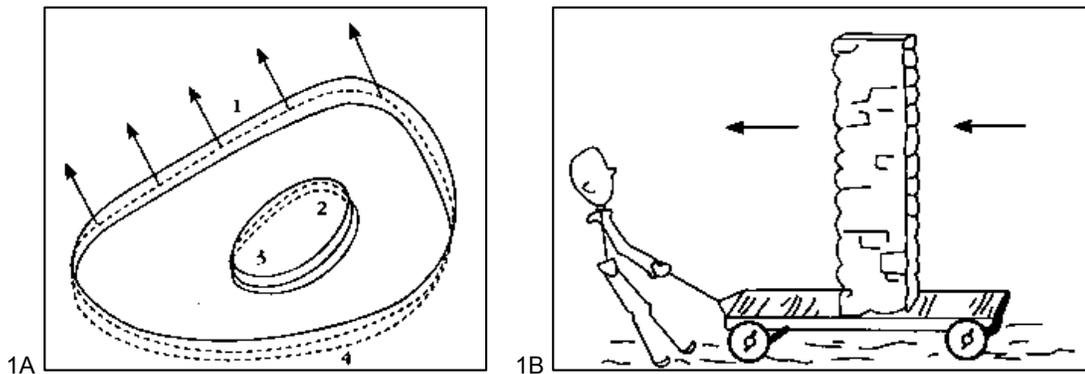


Fig. 1A) Arrastre cortical. La remodelación incluye varias combinaciones de depósito (1 y 3) reabsorción (3 y 4) en diferentes superficies del periostio y del endostio para mover partes de un hueso en crecimiento hacia un nuevo sitio. El mecanismo de desplazamiento también ocurre como parte fundamental del proceso de crecimiento. Fig. 1B) Desplazamiento. Un hueso puede crecer de diferentes maneras: puede crecer por aposición y reabsorción selectiva (arrastre cortical) o puede desplazarse de una zona a otra.<sup>1</sup>

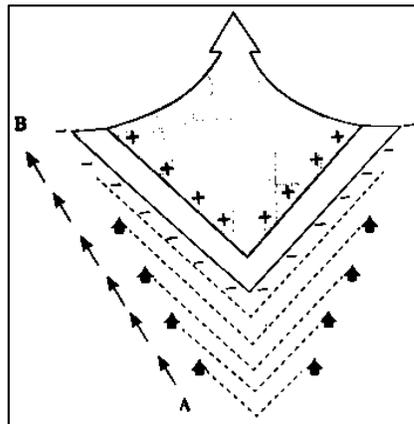


Fig. 2. Principio en "V" de Enlow. Nótese que el depósito ocurre en el lado interno de la "V" y la reabsorción en el lado externo.<sup>1</sup>

#### 4.1.4. Desarrollo facial.

##### 4.1.4.1. Crecimiento del maxilar.

El hueso maxilar se remodela mediante aposición ósea a nivel de la cara posterior de la tuberosidad. El crecimiento en longitud de la base maxilar es

necesario para crear espacio donde pueden hacer erupción los molares. Al crecer, en la zona posterior, el maxilar es simultáneamente desplazado hacia adelante: hay remodelamiento y desplazamiento primario. La consecuencia virtual a nivel dentario sería que la arcada dentaria se desplazara hacia adelante produciéndose un aumento del resalte interincisal por protrusión de los dientes superiores (Fig.3).

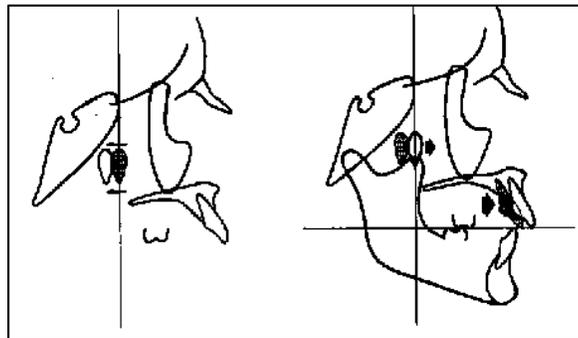


Fig. 3. El crecimiento por aposición ósea de la tuberosidad posterior, obliga al maxilar a desplazarse hacia delante.<sup>2</sup>

El desplazamiento primario del maxilar ha provocado un desequilibrio posicional en la relación sagital con el complejo nasomaxilar. La protrusión del maxilar deja al resto de estructuras retrasadas y tiene que producirse un crecimiento compensatorio a otros niveles para que se restablezca el equilibrio facial.

#### **4.1.4.2. Crecimiento de la fosa craneal media.**

Simultáneamente, la fosa craneal media crece por reabsorción en la superficie endocraneal y aposición en la superficie ectocraneal para adaptarse al crecimiento de los hemisferios cerebrales. También la sincondrosis esenooccipital es un centro activo de crecimiento cartilaginoso que contribuye al agrandamiento de la fosa y a compensar su desplazamiento.<sup>2</sup>

A causa del crecimiento de la fosa craneal media, todas las demás estructuras situadas por delante sufren, como consecuencia, un desplazamiento secundario: el frontal, la fosa craneal anterior y también el complejo nasomaxilar se desplazan hacia adelante con el propósito de igualar la posición sagital del maxilar que había hecho protrusión anteriormente.

El remodelamiento y agrandamiento de la fosa craneal media afectan también a la posición de la fosa glenoidea y tiene un efecto secundario sobre la mandíbula, que se desplaza provocando el adelantamiento anterior de la arcada dentaria y el descenso vertical de la dentición, que queda verticalmente aún más separada de la arcada antagonista.

Hay una respuesta por parte de la mandíbula que trata de restablecer el equilibrio perdido. El cóndilo crece, y también el borde posterior de la rama vertical, con una doble consecuencia: 1) el desplazamiento primario del cuerpo mandibular, hacia delante y abajo, hasta volver al normalizar la relación sagital de la arcada dentaria inferior con la superior previamente desplazada hacia adelante por el crecimiento de la fosa craneal anterior, y 2) el aumento de anchura de la rama vertical mandibular (Fig. 4).<sup>2</sup>

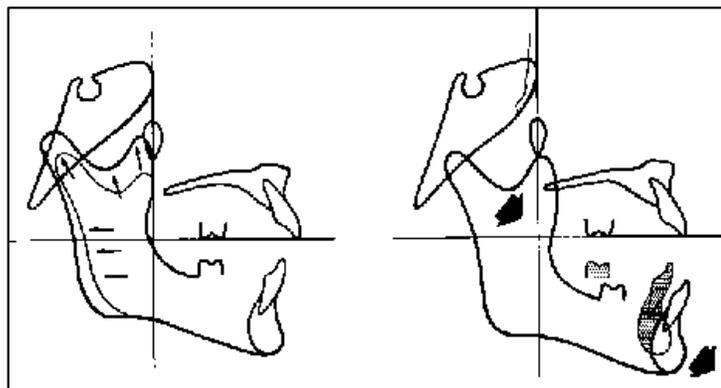


Fig. 4. Crecimiento aposicional del cóndilo y desplazamiento primario de la mandíbula hacia delante y abajo. (Según Enlow, 1975).<sup>2</sup>



---

#### **4.1.4.3. Crecimiento de la fosa craneal anterior.**

Crece la fosa craneal anterior por aposición ósea sobre la cara externa del suelo craneal y reabsorción de la cara endocraneal. Existe, por tanto, un remodelamiento de la pared craneal en la que interviene la actividad proliferativa de las suturas que unen el frontal, parietal y temporal ante el aumento volumétrico de los hemisferios cerebrales.

Este aumento del tamaño craneal iguala la longitud anteroposterior de la fosa anterior con la posición del maxilar con respecto al frontal y la silueta conjunta del perfil óseo vuelve a encontrar el equilibrio perdido.

#### **4.1.4.4. Crecimiento vertical nasomaxilar.**

Aparte de las compensaciones sagitales, se plantea el problema vertical al quedar una brecha de separación entre ambos maxilares que condicionaría una inoclusión total. La compensación se realiza mediante el crecimiento vertical de las estructuras nasomaxilares. Hay una respuesta doble que permite que la base del maxilar y la arcada dentaria desciende buscando la oclusión con el antagonista: 1) hay una remodelación del cuerpo del maxilar con aposición ósea a nivel de la bóveda palatina y reabsorción del suelo nasal. El desplazamiento condiciona un desplazamiento primario con descenso del cuerpo maxilar. 2) La actividad proliferativa a nivel de las suturas que rodean el maxilar (frontomaxilar, frontonasal, maxilomolar, etc.) provocan un desplazamiento secundario con descenso vertical del cuerpo maxilar (Fig. 5).

#### **4.1.4.5. Crecimiento mandibular.**

El cuerpo mandibular crece y se alarga longitudinalmente para dotar de espacio a los molares que no han salido, por ello parte de la rama se

transforma en cuerpo mediante reabsorción anterior de la rama vertical. La reabsorción de la rama alarga el cuerpo hasta igualarse con la longitud de la base del maxilar.

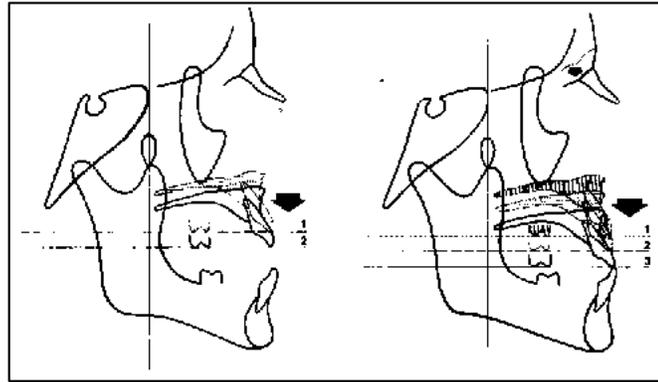


Fig. 5. Descenso del conjunto naso-maxilar por remodelamiento interno del maxilar y actividad proliferativa de las suturas maxilares. (Según Enlow, 1975).<sup>2</sup>

Simultáneamente se aumenta el tamaño anteroposterior de la rama merced al crecimiento aposicional del borde posterior y del propio cóndilo mandibular. El crecimiento condíleo no solo aumenta el tamaño del hueso, sino que ocasiona también el desplazamiento primario de la mandíbula que se desplaza hacia adelante y abajo. Compensa parcialmente la relación sagital con el maxilar, pero al descender quedan verticalmente separados los dientes superiores de los inferiores (Fig. 6).<sup>2</sup>

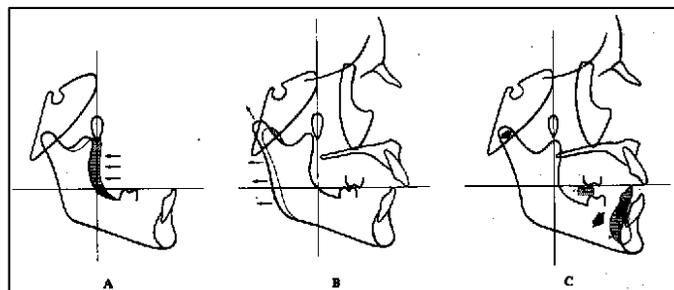


Fig. 6. A) La reabsorción de la rama vertical aumenta la longitud del cuerpo mandibular dotando de espacio para la erupción de los molares. B) La aposición ósea en el borde posterior mantiene la anchura de la rama vertical. C) El crecimiento condíleo condiciona que el cuerpo mandibular avance hacia adelante y abajo. (Según Enlow, en 1975).<sup>2</sup>

La brecha vertical que queda entre la arcada dentaria superior y la inferior se cierra por remodelamiento del cuerpo mandibular: la apófisis mandibular alveolar crece por aposición, y la dentición inferior hace erupción buscando la oclusión con la arcada antagonista. Así, queda cerrando este circuito de adaptaciones que permite la estabilidad de la oclusión dentaria durante el largo y complejo proceso del desarrollo cráneo facial (Fig.7).

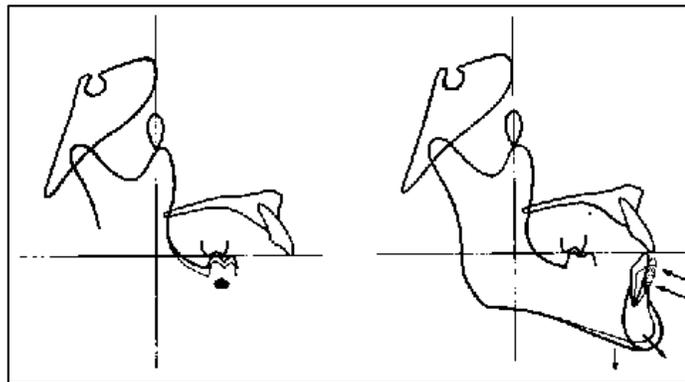


Fig. 7. Crecimiento vertical de la apófisis alveolar mandibular. (Según Enlow, 1975).<sup>2</sup>

En la última fase del desarrollo hay un brote tardío de crecimiento mandibular con remodelamiento de la sínfisis mandibular y reposición de los incisivos inferiores. Sobre la cara anterior de la sínfisis, la aposición ósea aumenta la prominencia del mentón. Los incisivos mandibulares tienden al lingualizarse y provocan a veces un apiñamiento del segmento anterior.

#### **4.1.5. Crecimiento del cráneo.**

El crecimiento del cráneo, como tal conjunto óseo, tiene una indudable influencia genética, aunque esté también influido por las partes blandas; el crecimiento del cerebro y de la cavidad ocular afecta la expansión y alargamiento de la calota y de la base craneal.<sup>2</sup>



---

#### **4.1.5.1. Crecimiento de la base del cráneo.**

Hacia los 7 meses de vida intrauterina comienza la maduración del condrocráneo, a nivel de lo que constituirá la base craneal; el resto del cráneo constituye una gran cápsula de tejido conectivo cubierta por ectodermo, que rodea el cerebro y en el que en el futuro se formarán los huesos membranosos de la calota craneal.

Posnatalmente, el aspecto más interesante del desarrollo basilar es el crecimiento sagital que sufre un rápido incremento en los primeros meses de vida intrauterina para ir disminuyendo paulatinamente hasta los 6-7 años.

La base craneal aumenta de tamaño sagital posnatalmente por crecimiento de una sincondrosis y dos suturas. La sincondrosis esenooccipital empieza a cerrarse hasta los 12-13 años en la mujer y a los 14-15 años en el varón, su actividad aumenta la distancia S-Ba, a lo que también contribuye la aposición ósea en el borde anterior del agujero occipital (punto Basión). Otras dos suturas, la esenoetmoidal y la frontoetmoidal alargan el tamaño de la base craneal, aunque su precoz cierre, en los primeros años de vida, hace que su importancia sea menor para la importancia clínica en ortodoncia.

#### **4.1.5.2. Crecimiento de la bóveda craneal.**

En la bóveda craneal participan tanto el crecimiento sutural como el periostal y endostial. El sutural es muy activo en los primeros años de vida, cuando los distintos hueso están muy separados entre sí, pero tanto uno como otro cesan hacia los 7-8 años. Así como el crecimiento está relacionado con el del cerebro y de la cara, el crecimiento de la calota está solo relacionado al crecimiento del cerebro, que, al aumentar de tamaño, pone en tensión y estimula el crecimiento de las suturas (Fig. 8). El crecimiento es muy rápido en los primeros años, de tal manera que el perímetro cefálico a los 2 años es

las tres cuartas partes del tamaño definitivo; el tamaño craneal se establece muy precozmente, aunque continua aumentando hasta la adolescencia por el engrosamiento de la tabla ósea y el desarrollo de los senos.<sup>2</sup>

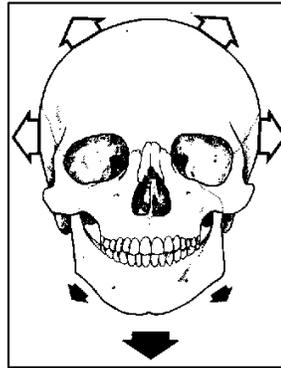


Fig. 8. Crecimiento de la bóveda y de la cara.<sup>2</sup>

## 4.2. Desarrollo de la dentición.

Los dientes se empiezan a formar a las seis-siete semanas de vida intrauterina y a las catorce-diecinueve semanas se empieza la calcificación de todos los dientes deciduos. Un vez que se ha formado la corona y se empieza la formación radicular se producen los primeros movimientos de erupción.

Según Avery en 1994, el desarrollo de la dentición en los seres humanos es como sigue:

### 4.2.1. Odontogénesis:

- **Sexta semana de vida intrauterina:** primera evidencia de formación de los gérmenes dentarios.
- Los dientes se desarrollan a partir de dos tipos de células:
  - Células de origen ectodérmico (epitelio oral del órgano del esmalte).
  - Células derivadas del mesénquima (papila dental).



- **Primer signo de formación dental:** lámina dental que surge del epitelio oral. Se esparcen entre las células epiteliales que empujan en el mesénquima subyacente a lo largo del maxilar y la mandíbula.
- En el borde de la lámina aparecen veinte áreas de proliferación que forman los veinte brotes de los dientes primarios. Estos ya tienen determinada genéticamente su morfología de incisivo, canino y molar.
- Después de que los dientes primarios se han desarrollado, la lámina continua creciendo para desarrollar la lámina sucesional, que originará los dientes permanentes sucesores.
- La lámina continua posteriormente en la mandíbula y el maxilar para desarrollar los dientes accesionales (doce molares) por distal de los primarios, los últimos son los terceros molares que se desarrollan quince años después del nacimiento.
- La lámina dental inicial, forma entonces la lámina sucesional y la general que se inicia a la sexta semana de vida posnatal y termina a los quince años para producir 52 dientes.
- La formación dental puede verse afectada por deficiencia de vitamina A: importante en el crecimiento epitelial.
- La vitamina C es importante en el crecimiento del tejido conectivo la vitamina D es esencial en el proceso de calcificación.<sup>1</sup>

#### **4.2.1.1. Estadios en el desarrollo dental.**

Se caracteriza por una serie de estadios fácilmente distinguibles:

- Brote
- Casquete
- Campana temprana
- Campana tardía



**Brote:** redondeado, es un crecimiento localizado de células epiteliales rodeado de células mesenquimatosas proliferativas.

**Casquete:** gradualmente en brote redondeado se agranda y asume una forma cóncava. Las células epiteliales se transforman en el órgano del esmalte, que permanece adherido a la lámina; las células mesenquimatosas forman la papila dental, que será la pulpa dental. Estos dos tejidos están rodeados por el folículo dental.

**Campana:**

- Se inicia la morfodiferenciación y la histodiferenciación.
- Las células del órgano del esmalte se han diferenciado en el epitelio externo del esmalte, que cubre el órgano del esmalte y las células del epitelio interno del esmalte se diferencian en ameloblastos, formando el esmalte coronal.

**4.2.3. Dentinogénesis:**

- La matriz de la dentina es inicialmente una red de colágeno que luego se calcifica; los odontoblastos mantienen sus procesos citoplasmáticos en los túbulos dentinarios.
- La calcificación se efectúa por depósitos de fosfato cálcico (hidroxiapatita).

**4.2.4. Amelogénesis:**

- Estadio de campana tardía.
- Los ameloblastos inician la aposición del esmalte después de que se han formado varias micras de dentina en la unión dentino-amélica. Los ameloblastos se diferencian y asumen cinco estados funcionales:
  - Morfogénesis.



- 
- Organización y diferenciación.
  - Secreción.
  - Maduración.
  - Protección. <sup>1</sup>

### **4.3. Crecimiento y desarrollo normal de las arcadas dentarias.**

#### **4.3.1. Periodos de Barnett.**

En 1978, Barnett describe los periodos de desarrollo oclusal, desde el punto de vista clínico, como los siguientes:

- Primer periodo: 3 años, dentición primaria.
- Segundo periodo: 6 años, erupción del primer molar.
- Tercer periodo: 6-9 años, cambios de incisivos.
- Cuarto periodo: 9-12 años, cambio de dientes laterales.
- Quinto periodo: 12 años, erupción de los segundos molares.

La superficie distal del segundo molar primario (primer periodo) guía el sitio de la erupción del primer molar permanente (segundo periodo), si el desarrollo dental ocurre normalmente en cada periodo, y los periodos ocurren en la secuencia adecuada, existe una buena oportunidad de que se establezca la dentición permanente normal, saludable y una oclusión adecuada. <sup>3</sup>

##### **4.3.1.1. Etapa de dentición primaria.**

Los dientes temporales comienzan a hacer su aparición en la boca a los 6 meses de edad y su secuencia eruptiva es la siguiente: incisivo central inferior, incisivo central superior, incisivo lateral superior, incisivo lateral

inferior, primer molar inferior, primer molar superior, canino inferior, canino superior, segundo molar inferior y segundo molar superior (Fig. 9).

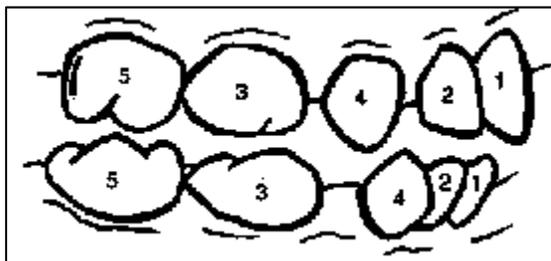


Fig. 9. Secuencia más común en la erupción de la dentición temporal.<sup>4</sup>

Entre los 24 y 36 meses de edad, han hecho ya su aparición los 20 dientes de la dentición temporal, encontrándose a los 3 años totalmente formados en oclusión. Massler considera los 36 meses como normal, con una desviación de  $\pm 6$  meses (Tabla 1).

Tabla 1. Cronología del desarrollo de la dentición temporal.<sup>4</sup>

Dientes temporales	Formación de tejido duro (semanas en útero)	Cantidad de esmalte formado al nacer	Esmalte terminado (meses después del nacimiento)	Erupción (promedio de edad en meses $\pm$ DE)	Raíz terminada (año)
<i>Superiores</i>					
Incisivo central	14 (13-16)	Cinco sextos	1 1/2	10 (8-12)	1 1/2
Incisivo lateral	16 (14 2/3-16 1/2)	Dos tercios	2 1/2	11 (9-13)	2
Canino	17 (15-18)	Un tercio	9	19 (16-22)	3 1/4
Primer molar	15 1/2 (14 1/2-17)	Cúspides unidas; oclusal totalmente calcificado	6	16 (13-19 en niños y 14-18 en niñas)	2 1/2
Segundo molar	19 (16-23 1/2)	Vértices cuspídeos todavía aislados	11	29 (25-33)	3
<i>Inferiores</i>					
Incisivo central	14 (13-16)	Tres quintos	2 1/2	8 (6-10)	1 1/2
Incisivo lateral	16 (14 2/3)	Tres quintos	3	13 (10-16)	1 1/2
Caninos	17 (16-)	Un tercio	9	17 (15-21)	3 1/4
Primer molar	15 1/2 (14 1/2-17)	Cúspides unidas; oclusal completamente calcificado	5 1/2	16 (14-18)	2 1/4
Segundo molar	18 (17-19 1/2)	Vértices cuspídeos todavía aislados	10	27 (23-31 en niños y 24-30 en niñas)	3

Basado en los datos de Logan y Kronfeld, y ligeramente modificado por McCall y Schour.



---

Las raíces de los dientes temporales terminan su formación al año de su erupción, por lo que a los 3-4 años, todos los dientes han completado su formación radicular. <sup>4</sup>

Durante esta etapa se producirá un incremento de crecimiento en todas las direcciones, tanto en sentido sagital como transversal y vertical por lo que la cara sufre un gran cambio entre los 3 y 6 años. A nivel esquelético, el maxilar y la mandíbula se desarrollan con gran velocidad de crecimiento sostenido, mientras que la articulación temporomandibular presenta un cóndilo más bien redondeado y una cavidad glenoidea poco profunda con escaso desarrollo de la eminencia articular.

El ciclo masticatorio madurará durante este período gracias al desarrollo del sistema neuroregulador, estableciéndose con la erupción de los incisivos una nueva referencia de posición mandibular más anterior, a la vez que los contactos posteriores condicionarán un nuevo patrón de cierre que evitará las interferencias oclusales.

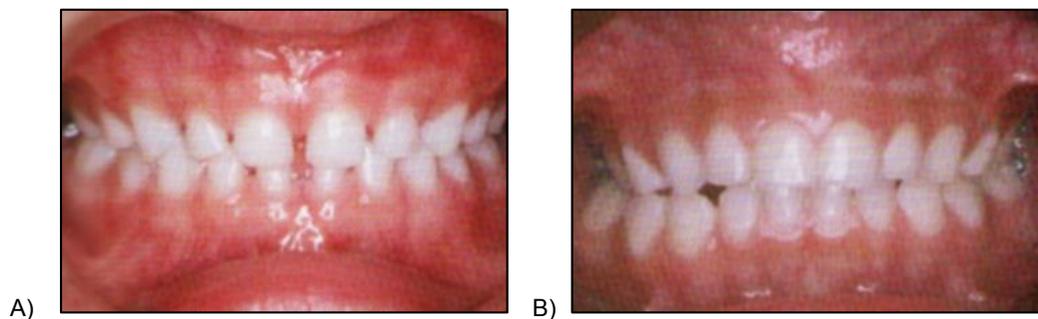
Esta oclusión se caracterizará por escasa sobremordida y resalte, siendo el canino superior el que con su apoyo triodontal (con el canino inferior y el primer molar) establece la llave la oclusión temporal, ya que los segundos molares temporales deben relacionarse mediante un plano terminal recto o vertical.

Otras características importantes son: 1) un plano oclusal plano, tanto en sentido anteroposterior (curva de Spee) como el transversal (curva de Wilson); y 2) escasa inclinación vestibular de los incisivos, lo que conduce a una forma de arcada semicircular.

Durante este período de dentición temporal existen varios tipos de espacios que permiten un correcto establecimiento de la oclusión en la dentición permanente.

- **Espacios fisiológicos:** pequeños espacios entre diente y diente que se presentan de forma generalizada, estando situados frecuentemente en la zona incisiva. Su ausencia hará pensar en problemas de espacio.<sup>4</sup>

Un estudio elaborado por Baume, quien denominó a los espacios de crecimiento como “espacios fisiológicos”, estableció que existen dos tipos de disposición de los dientes primarios: Tipo I o espaciada, Tipo II o cerrada y describió características propias de cada grupo (Fig. 10 A-B).



La distribución de los espacios en la Tipo I mostró todas las posibles variaciones, incluso ocurrieron combinaciones con el Tipo II en el arco opuesto. No fue inusual encontrar casos del Tipo II, que mostraron dientes anteriores levemente apiñados. Los arcos primarios sin espaciamiento tuvieron un promedio de 1.5 mm de mayor estrechez que aquellos con espacios. Evidentemente la ausencia de espacios no siempre se debió a una anchura mayor de los dientes anteriores primarios sino también a la falta de crecimiento alveolar suficiente o a una combinación de ambos. Así la mayoría de los casos del Tipo II pueden caer bajo la maloclusión Clase I de Angle.<sup>5</sup>

- **Espacios primates:** espacio localizado por distal de los caninos temporales inferiores y mesial de los superiores, llamados primates por la existencia de estos mismos espacios en los simios.<sup>4</sup>

El estudio de Baume también informó acerca de dos tipos de espacios observados frecuentemente: aquellos entre los segundos incisivos y caninos superiores primarios. Los modelos tomados desde el momento de la erupción indicaron que estos diastemas no fueron el resultado de la adaptación funcional, sino más bien debido a un patrón inherente. Ya estuvieron presentes en el momento de la erupción de los caninos primarios. Estos diastemas fueron interpretados como los también llamados “espacios primates” en la dentición primaria humana (Fig. 11).

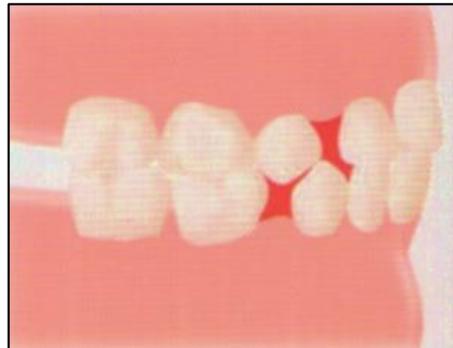


Fig. 11. Espacio primate. Espacio entre los caninos y el primer molar primario en el arco inferior y entre incisivo lateral y el canino primario en el arco superior.<sup>5</sup>

Después de completada la erupción de los dientes primarios no se ocurrieron espaciamentos fisiológicos. No hubo incremento en el espacio interdental en aquellos arcos con dientes separados y no se desarrolló ningún espaciamento en los arcos en los cuales los dientes estuvieron en contacto los descubrimientos anteriores demuestran que no tuvo ninguna extensión o expansión adecuada de los arcos primarios entre los 3 y 5 años.<sup>5</sup>

- **Espacio libre de Nance.** Espacio disponible cuando se reemplazan caninos y molares por sus homólogos permanentes, siendo de 0.9 mm en el hemimaxilar superior y de 1.7 mm en la hemimandíbula (Fig. 12).

**Espacio de deriva.** Este espacio libre de Nance es aprovechado por la mesialización de los primeros molares para el establecimiento de una relación molar (Fig. 13).<sup>4</sup>

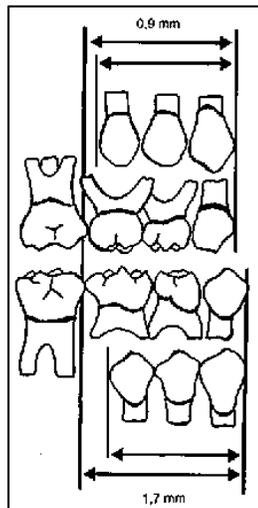


Fig. 12. Espacio libre de Nance.<sup>4</sup>

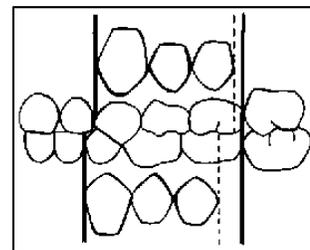


Fig.13. Espacio de deriva.<sup>4</sup>

#### 4.3.1.2. Etapa de erupción del primer molar.

Por lo general, es el primer diente que aparece en la boca alrededor de los 6 años (Tabla 2), con la particularidad de que no ha de sustituir a ningún diente temporal, el plano oclusal ya está establecido por los dientes temporales, si bien es absolutamente plano en sentido transversal como anteroposterior, por lo que no existen curvas de compensación de la articulación temporomandibular a nivel dentario, ya que la curva de Spee en sentido sagital como la transversal de Wilson, se generan con la aparición de la dentición permanente y como necesidad de acompañar a la morfología de la articulación temporomandibular y su dinámica durante las excursiones mandibulares.<sup>4</sup>



Al erupcionar el primer molar inferior en la zona retromolar próxima al ángulo de la mandíbula con cierta inclinación mesial y con superficie oclusal hacia arriba y adelante, y con ligera inclinación de su corona, empezará a constituirse uno de los extremos de ambas curvaturas, que serán complementadas con la erupción del resto de los dientes permanentes.

Tabla 2. Cronología del desarrollo de la dentición permanente.<sup>4</sup>

Diente	Inicio de la formación de tejido duro (meses/años)	Cantidad de esmalte al nacer	Esmalte terminado (años)	Erupción (años)	Raíz terminada (años)
<i>Superiores</i>					
Incisivo central	3-4 meses	.....	4-5	7-8	10
Incisivo lateral	10-12 meses	.....	4-5	8-9	11
Canino	4-5 meses	.....	6-7	11-12	13-15
Primer premolar	1 1/2-1 3/4 años	.....	5-6	10-11	12-13
Segundo premolar	2-2 1/4 años	.....	6-7	10-12	12-14
Primer molar	Nacimiento	A veces un rastro	2 1/2-3	6-7	9-10
Segundo molar	2 1/2-3 meses	.....	7-8	12-13	14-16
<i>Inferiores</i>					
Incisivo central	3-4 meses	.....	4-5	6-7	9
Incisivo lateral	3-4 meses	.....	4-5	7-8	10
Canino	4-5 meses	.....	6-7	9-10	12-14
Primer premolar	1 3/4-2 años	.....	5-6	10-12	12-13
Segundo premolar	2 1/4-2 1/2 años	.....	6-7	11-12	13-14
Primer molar	Nacimiento	A veces un rastro	2 1/2-3	6-7	9-10
Segundo molar	2 1/2-3 años	.....	7-8	11-13	14-15

Basado en los datos de Logan y Kronfeld, y ligeramente modificado por McCall y Schour.

En todas las ocasiones en que se analice la oclusión de una dentición en recambio, es de uso común establecer la relación oclusal posterior de acuerdo con la relación molar.<sup>4</sup>

El habitual plano terminal recto de la dentadura primaria trae, típicamente, una relación cúspide a cúspide en los primeros molares permanentes, los que luego alcanzan una relación Clase I por un corrimiento mesial tardío, después de la pérdida del segundo molar primario, mayor crecimiento hacia adelante de la mandíbula que del maxilar superior o muy probablemente una combinación de ambas. Teóricamente se podría suponer que hay 12 vías a

través de la dentición mixta, ya que cada una de las clasificaciones oclusales en el lado izquierdo de la Figura 14 podría llegar a ser una de las cuatro clases adultas del lado derecho, pero no se encuentran varias posibilidades en la actualidad.

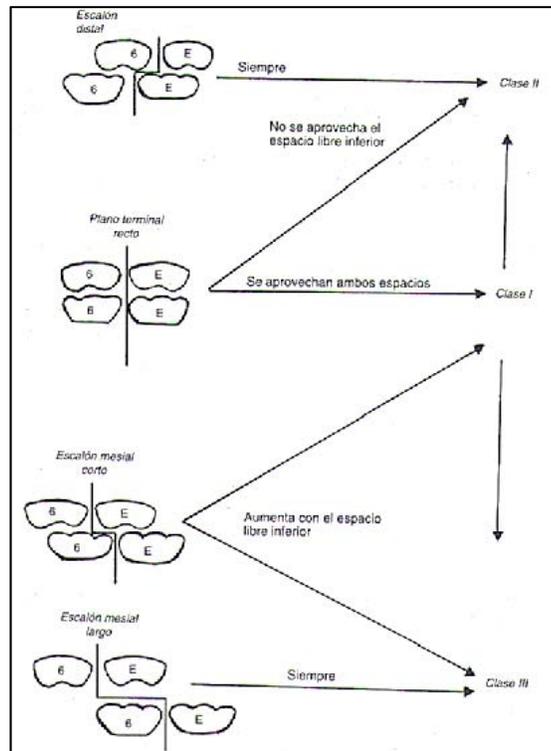


Fig. 14. Patrones de ajuste oclusal transicional.<sup>4</sup>

Los estudios cefalométricos de Moyers y Wainright, muestran claramente una variación de patrones mucho más complicada de cambio oclusal durante la dentición transicional de lo que antes se pensaba. Su trabajo muestra el dominio del patrón esquelético de crecimiento sobre los mecanismos dentales de ajuste.

Las dos vías más comunes y, por lo tanto, los caminos “normales”, son desde un plano terminal recto a Clase I y desde un escalón mesial a Clase I. de particular interés son los factores que inducen al cambio de un plano

terminal recto por otras vías que las esperadas cúspide a cúspide y luego un engranaje cúspideo de Clase I.

Otros patrones de son las oclusiones homeostáticas que quedan como Clase II, cúspide a cúspide, o Clase I desde la oclusión primaria por la mixta hasta la permanente (Tabla 3).<sup>6</sup>

Tabla 3. Patrones de cambio oclusal en la dentición transicional.<sup>6</sup>

Oclusión inicial	Oclusión final	Patrón de cambio
Escalón distal = 52	Clase II = 21	Homeostática II
	Cúspide-a-cúspide = 6	Protrusiva
	Clase I = 25	Protrusiva
	Clase III = 0	
Plano terminal recto = 85	Clase II = 7	Retrusiva
	Cúspide-a-cúspide = 22	Homeostática cúspide-a-cúspide
	Clase I = 56	Protrusiva
	Clase III = 0	
Escalón mesial = 67	Clase II = 9	Retrusiva
	Cúspide-a-cúspide = 3	Retrusiva
	Clase I = 30	Homeostática I
	Clase I = 23	Protrusiva
	Clase III = 2	Protrusiva

#### 4.3.1.3. Etapa del recambio del sector anterior.

Casi de forma inmediata a la erupción de los primeros molares, se produce la de los incisivos centrales inferiores. Estos se desarrollan por lingual de los temporales, lo que obliga a desplazar a los incisivos temporales hacia labial para ser exfoliados. De los 6 años y medio a los 7, erupciona el incisivo central inferior; a continuación y por este orden, erupcionan los incisivos centrales superiores, seguidos de los laterales inferiores y los superiores que los hacen sobre los 8 años. En esta etapa del recambio nos encontramos en la *dentición mixta primera fase*.

Dado que la posición de la lámina dental que dará origen a los dientes permanentes se halla por lingual de los gérmenes de los dientes temporales,



---

los dientes anteriores se desarrollarán por lingual y cerca del ápice de los temporales, y su migración hacia la cavidad bucal comienza con el inicio de su formación radicular. En su trayecto se encuentra con la raíz de los dientes primarios, la reabsorben y apenas hacen erupción por labial de estos dientes primarios, siendo muy frecuente que aún permanezcan en la boca las coronas de estos incisivos temporales, o en el caso que se hayan exfoliado, el incisivo permanente habrá de reabrir la encía para hacer su aparición en la boca. Por ello los dientes permanentes suelen estar más inclinados hacia bucal que sus predecesores, los primarios.

Es evidente la diferencia entre los tamaños mesiodistales de los cuatro incisivos permanentes respecto a los temporales.

En la arcada inferior, esta diferencia condiciona el apiñamiento incisivo, pudiéndose resolver de una manera fisiológica por los siguientes mecanismos:

1. Por la existencia de espacios interdentarios.
2. Por el cambio del ancho bicanino inferior.
3. Por el aumento de la altura del arco, al ser desplazados los incisivos hacia labial.

En la arcada superior, los mecanismos fisiológicos que pueden amortiguar el apiñamiento son básicamente los siguientes:

1. Espacios interdentarios, en los que debe incluirse el espacio primate, al estar situado por distal del canino temporal.
2. Aumento del ancho intercanino.
3. Aumento de la inclinación labial de los incisivos.



---

#### 4.3.1.4. Etapa de recambio del sector lateral.

El recambio en el sector lateral, desde que comienza hasta su finalización constituye el período de la *dentición mixta segunda fase*.<sup>4</sup>

La erupción de caninos y premolares, a diferencia del sector anterior, presenta menos diferencia de tamaños mesiodistales entre dientes temporales y permanente, pero al igual que en él, también posee mecanismos fisiológicos que pueden amortiguar el apiñamiento o la malposición.

1. Una secuencia eruptiva adecuada.
2. Una relación tamaño dentario-espacio disponible adecuada.
3. Un aprovechamiento adecuado del espacio libre.

El hecho de que en la arcada inferior los caninos erupcionen antes que los premolares ayudará a mantener el perímetro del arco impidiendo su lingualización; de la misma forma, cuando el premolar erupciona antes que los caninos, estos erupcionarán en una ligera labioversión.

En la arcada superior el orden de erupción es ligeramente distinto, siendo el normal: primer molar, segundo premolar y canino, lo que convertirá esta secuencia en patológica si de la arcada inferior se tratara.

Los premolares se desarrollan igualmente por lingual de la lámina de los molares temporales, surgen entre las raíces de los molares primarios y erupcionan en posición levemente mesial y a diferencia de los incisivos, la corona de los premolares no estará cubierta por encía, quedando expuesta a la cavidad oral en el momento de la exfoliación del molar temporal.

El primer premolar es el primero en erupcionar, y dada su similitud de tamaño con el primer molar temporal, no implicará cambio alguno; menos problema



---

tiene el segundo premolar al erupcionar en un espacio favorable, debido a un mayor ancho del sector del segundo molar temporal. Sin embargo, el canino, tanto si lo hace en último lugar entre ambos premolares, lo hará siempre a un espacio más reducido que su tamaño mesiodistal, pudiendo no plantear problemas cuando ocurre en un espacio de tiempo muy corto y de una forma continuada, para que el espacio libre pueda ser aprovechado y el efecto de mesialización sea el adecuado, sin que se produzcan rotaciones del molar o bloqueos del canino en labioversión.

#### **4.3.1.5. Etapa de erupción del segundo molar.**

Una vez que ha concluido el recambio de la dentición temporal por la permanente y se ha establecido el arco definitivo a través de los primeros molares permanentes, hacen su aparición los segundos molares, siendo los inferiores los primeros en erupcionar.

El hecho de que los segundos molares superiores lo hagan antes que los inferiores es sintomático del desarrollo de una clase II.

Si bien es infrecuente la erupción de los segundos molares antes de la de los segundos premolares inferiores o el canino superior, cuando esto ocurre, tanto el segundo premolar inferior como el canino superior, quedan bloqueados sin poder erupcionar, con el consiguiente acortamiento del arco.<sup>4</sup>

#### **4.3.2. Patrones de erupción dentaria.**

**Incisivos:** los incisivos centrales permanentes están ubicados por lingual de los incisivos deciduos y hacen erupción en una dirección oblicua y debido a esto producen una reabsorción de la raíz del deciduo mayor en la parte lingual que en la vestibular. Los laterales presentan un patrón de erupción similar, pero más lingual, lo que hace que, frecuentemente, se observen dos hileras de dientes en la parte anterosuperior de la boca. También es notorio



---

el patrón mesiodistal, en forma abanicada, que presentan los incisivos, creando un diastema artificial que, generalmente, confunde mucho a los padres, pero que no requiere de tratamiento ortodóntico para su corrección ya que al terminar el proceso de erupción de los caninos permanentes, cierran el diastema.

**Caninos:** en el maxilar están situados en el mismo nivel o más arriba del piso de la nariz, y en la mandíbula están ubicados cerca del hueso cortical. Durante el proceso de erupción normal migran hacia las raíces de los incisivos laterales, los que, bajo presión, se distalizan aumentando el diastema intersticial. Como ya se mencionó este espaciamiento es normal, pero pocas veces comprendido por el odontólogo. Generalmente empieza a los nueve años de edad y continúa hasta la erupción completa de los caninos, aproximadamente a los doce años.

**Primeros premolares:** presentan el patrón de erupción más regular. Cuando se forman están atrapados por las raíces de los molares deciduos y hacen erupción directamente en sentido oclusal, rara vez se encuentra este diente impactado.

**Segundos premolares:** los segundos premolares superiores presentan un patrón muy similar al de los primeros premolares. El mayor problema que presentan es la exfoliación de los segundos molares deciduos, puesto que si esto ocurre tempranamente, el primer molar superior podrá migrar mesialmente, bloqueando el espacio necesario, y la consecuencia será que el segundo premolar hará erupción por palatino.

Los segundos premolares inferiores presentan una orientación distal hacia el primer molar permanente. En este patrón de erupción, producirá una reabsorción de la raíz distal del segundo molar deciduo, luego migrarán hacia

la raíz del primer molar permanente, lo que tendrá lugar a lo largo del contorno mesial.

Este patrón de erupción es posible observarlo radiográficamente y su predicción es de suma importancia, porque mientras más cerca del molar del colar permanente haga erupción, mejor se podrá evitar la migración mesial del permanente y se podrá acomodar mejor el canino y el premolar.

**Primeros molares:** el patrón de erupción de los primeros molares superiores es distal y bucal, y el de los molares inferiores es mesiolingual. Es importante tener en cuenta en patrón de este último patrón, porque en los casos de pérdida prematura del segundo molar deciduo las posibilidades de migración mesial, con pérdida de longitud de arco, son mayores para el arco inferior.<sup>1</sup>

#### 4.4. Llaves de la oclusión.

##### 4.4.1. Llave 1. Relación molar.

La cúspide mesiovestibular del primer molar superior ocluye en el surco mesiovestibular del primer molar inferior. La mejor indicación para la oclusión normal, además de la clave de Angle, es que haya el contacto vertiente distal de la cúspide distovestibular del primer molar superior permanente con la superficie mesial de la cúspide mesiovestibular del segundo molar inferior permanente (Fig. 15).



Fig. 15. Relación molar.<sup>7</sup>

#### 4.4.2. Llave 2. Angulación mesiodistal de los dientes

La línea que pasa por la corona y raíz dentaria configura una curva de convexidad anterior, necesaria para la estabilización funcional de cada diente en particular y de todo el arco en conjunto. La inclinación mesiodistal de los dientes corresponde a la cuerda de esta curva (Fig. 16).

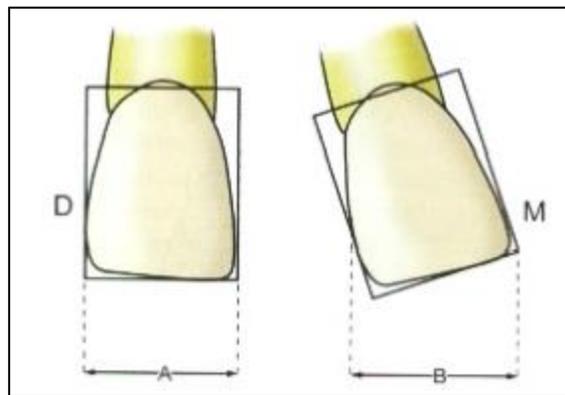


Fig. 16. Aspecto de la corona de un incisivo superior, diseñada en un rectángulo, mostrando que el espacio mesiodistal ocupado por la corona en B es mayor que en A, debido a la gran angulación de ésta (inspirado en Andrews).<sup>7</sup>

En la dentición decidua, la inclinación axial de todos los dientes es prácticamente coincidente con la vertical, las fuerzas que se manifiestan sobre ellos inciden prácticamente en el sentido de su eje longitudinal. Este hecho encuentra una justificación en la adaptación del aparato masticatorio infantil y, en particular, de la articulación temporomandibular, a un esfuerzo masticatorio menos vigoroso.

Andrews ejemplifica clínicamente la necesidad de obediencia a esta llave de la oclusión que, si no se sigue en la región de caninos, premolares y molares, provocará la falta de engranaje entre los dientes superiores e inferiores, ocasionando diastemas e inestabilidad (Fig. 17 A-B).<sup>7</sup>

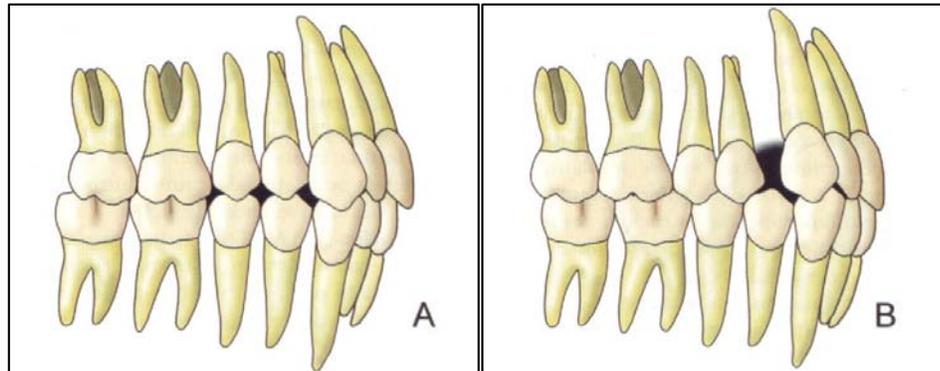


Fig. 17. En A y B hay una angulación mesiodistal incorrecta de los dientes, ocasionando falta de engranaje, diastema e inestabilidad oclusal. <sup>7</sup>

#### 4.4.3. Llave 3. Inclinación vestibulolingual de los dientes

Esta inclinación de los dientes obedece a un plano general de resistencia a los esfuerzos funcionales que se manifiestan sobre el aparato masticatorio, de tal modo que se consigue un perfecto equilibrio de sus partes.

En el arco superior, cuando se observan los dientes en sentido vestibulolingual se nota que la raíz de los incisivos centrales se inclinan fuertemente hacia palatino; disminuye en los laterales y caninos, alcanzado valores cercanos a cero en los premolares y molares (Fig. 18). <sup>7</sup>

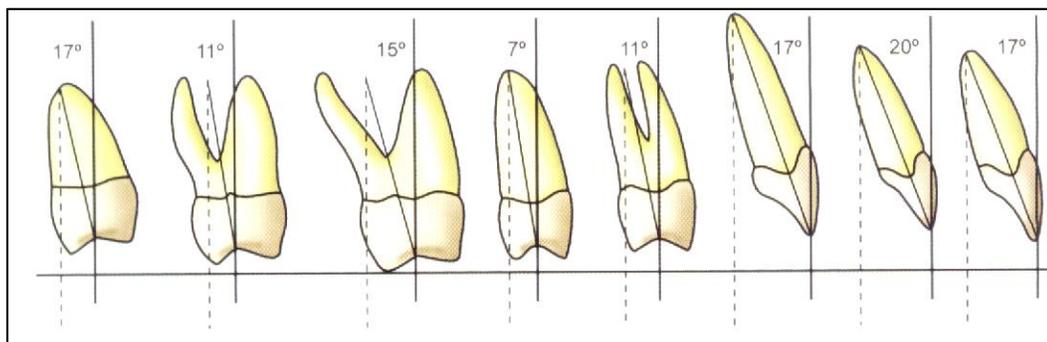


Fig. 18. Inclinación axial (vestibulopalatina) de los dientes superiores. <sup>7</sup>

Por lo que respecta al arco inferior, la raíz de los incisivos centrales y laterales tienen inclinación lingual, y esta disminuye acentuadamente a nivel de los caninos. El primer premolar se implanta verticalmente y, a partir del segundo premolar, el eje longitudinal radicular se inclina vestibularmente, aumentando a medida que se distalizan en el arco (Fig. 19).

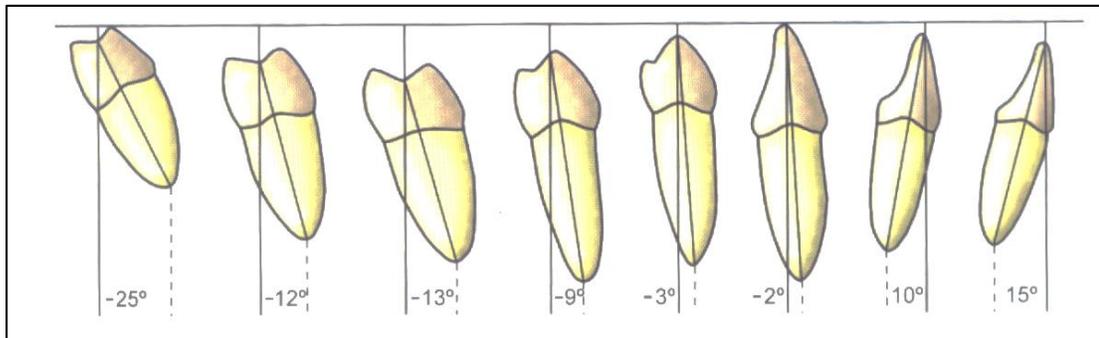


Fig. 19. Inclinación axial (vestibulolingual) de los dientes inferiores).<sup>7</sup>

#### 4.4.4. Llave 4- Ausencia de rotaciones dentarias.

Los dientes se alinean en forma de arcos, superior e inferior, tocando sus próximos a nivel del punto de contacto. En una visión oclusal, los surcos principales mesiodistales de premolares y molares están conformados en un segmento de curva, de manera que haya un perfecto engranaje de los dientes superiores e inferiores cuando se encuentran en oclusión céntrica (Fig. 20).<sup>7</sup>

Es evidente que para que obtengamos una oclusión normal no podemos encontrar rotaciones dentarias, ya que estas modifican la armonía del arco, alterando sus dimensiones, resultando en una falta de engranaje correcto entre los dientes antagonistas. Algunos de los problemas originados por este hecho son contactos prematuros, traumas oclusales, disturbios en la articulación temporomandibular, entre otros.<sup>7</sup>

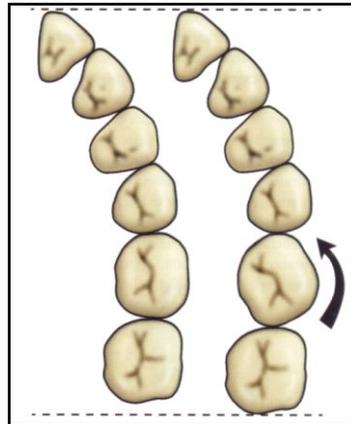


Fig. 20. La rotación del molar ocupa en el arco un espacio mayor que el que le corresponde causando, consecuentemente, una falta de engranaje correcto entre los dientes superiores e inferiores. <sup>7</sup>

#### 4.4.5. Llave 5. Áreas de contacto interproximal rígidas

De acuerdo a la disposición en el arco de los dientes, estos se contactan por las caras proximales. De esta forma, se establece una relación entre la cara distal de un diente con mesial del que le sigue, haciendo excepción los incisivos centrales, que se tocan por las caras mesiales, y los últimos molares, que tienen sus caras distales libres.

El área de contacto debe ser considerada como verdadera entidad anatomofisiopatológica que garantiza la integridad del periodonto.

Si por cualquier motivo (caries, malposición dentaria) estas áreas son destruidas o anormalmente dispuestas, habrá una ruptura del equilibrio entre los dientes contiguos, acarreado traumatismos en el lado de las estructuras de soporte dentario.

Alrededor del área de contacto se pueden considerar cuatro espacios: tronera vestibular, tronera palatina o lingual, espacio interdental y surco interdental. Cuando se observan los dientes por sus caras oclusales, las

troneras corresponden a los espacios prismático-angulares situados en el lado vestibular o en el lado palatino (lingual) del área de contacto (Fig. 21).

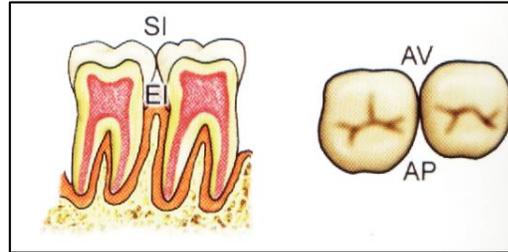


Fig. 21. Troneras vestibular (AV) y palatina (AP), el espacio interdental (EI) y el surco interdental (SI).<sup>7</sup>

#### 4.4.6. Llave 6. Curva de Spee

La curva de compensación, también conocida como curva de Balkwii-Spee, curva de Spee, o línea de Spee, descrita por Von Spee en 1890, corresponde a la línea que une el ápice de las cúspides vestibulares de los dientes superiores, teniendo su punto más bajo (punto inferior) en relación con la cúspide mesiovestibular del primer molar permanente. En virtud de que la dirección de los ejes dentarios sea prácticamente perpendicular a un plano que toca los bordes incisales y oclusales de los dientes deciduos, estos no forman la curva de Spee (Fig. 22 A-B-C).<sup>7</sup>

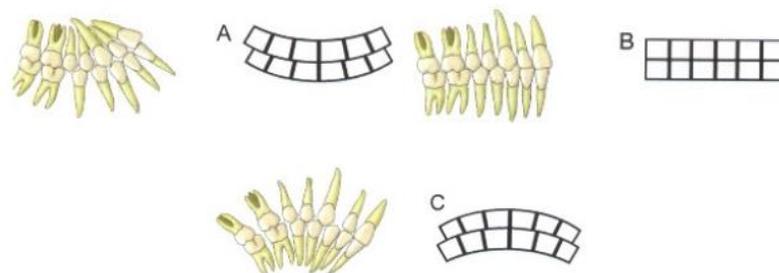


Fig. 22. Curvas de Spee cóncava A, que tiende a la plana B y convexa C, evidenciando mejor intercuspidación en B. En caso de que la curva de Spee no fuera ligeramente plana, los dientes de un arco estarían apiñados, mientras los del otro, espaciados (modificado de Andrews).<sup>7</sup>



---

La curva de compensación depende de la trayectoria condilar, que sigue y se adapta a la configuración anatómica de la cavidad glenoidea, relacionándose con la forma y el tamaño de las cúspides dentarias e inclinación axial de los dientes permanentes.

Durante los diferentes movimientos mandibulares, los dientes se mantienen en contacto por un periodo prolongado. Realmente, la curva de Spee compensa, durante estos movimientos, las trayectorias condíleas, molar e incisiva.

#### **4.5. Clasificación etiológica de las maloclusiones**

Según Moyers, esta clasificación sugiere distinguir las maloclusiones de acuerdo con su origen etiológico. El autor reconoce que la gran mayoría de las deformidades son consecuencia de alteraciones tanto en los dientes como en el hueso y en la musculatura, pero busca por este sistema destacar el principal factor causal.<sup>7</sup>

##### **4.5.1. Maloclusión de origen dentario.**

En este grupo se encuentran las maloclusiones cuya principal alteración está en los dientes y en el hueso alveolar. Moyers incluye aquí las malposiciones dentarias individuales y las anomalías de forma, tamaño y número de dientes.

##### **4.5.2. Maloclusión de origen muscular.**

Son las anomalías cuya causa principal es un desvío de la función normal de la musculatura.



---

### **4.5.3. Maloclusión de origen ósea.**

En esta categoría están las displasias óseas, involucrando los problemas de tamaño, forma posición proporción o crecimientos anormales de cualquier hueso del cráneo o de la cara.

### **4.6. Tipos de maloclusiones.**

Angle describió por primera vez la variación en la relación molar, por lo que ha recibido los nombres de relación molar clase I, II y III de Angle.<sup>7</sup>

#### **4.6.1. Clase I.**

La relación molar de clase I de Angle es la más típica que se observa en la dentición natural. Se caracteriza de la siguiente manera:

- La cúspide mesiobucal del primer molar forma una oclusión en el espacio interproximal entre el segundo premolar y el primer molar maxilar.
- La cúspide mesiobucal del primer molar maxilar está alienada directamente sobre el surco bucal del primer molar mandibular.
- La cúspide mesiolingual del primero molar maxilar está situada en el área de la fosa central del primer molar mandibular.

En esta relación, cada diente mandibular ocluye con el diente antagonista correspondiente y con el diente mesial adyacente. Los contactos en los entre los molares se realizan tanto entre las puntas de las cúspides y las fosas como entre las puntas de las cúspides y las crestas marginales (Fig. 23).<sup>8</sup>



Fig. 23. Relaciones interarcada de una relación molar clase I.<sup>8</sup>

En los pacientes portadores de clase I de Angle es frecuente la presencia de un perfil facial recto y equilibrio en las funciones de la musculatura peribucal, masticatoria y de la lengua (Fig. 24).<sup>7</sup>

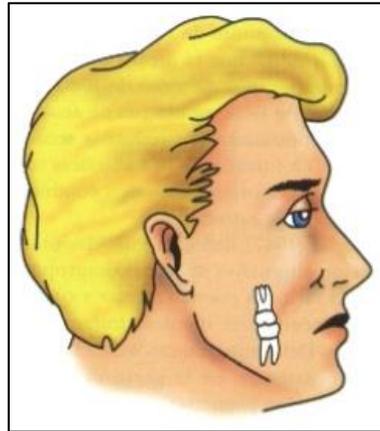


Fig. 24. El perfil facial recto en pacientes clase I.<sup>7</sup>

Posteriormente Anderson, amplió la clasificación de Angle, siendo la más utilizado hoy día, en la que divide a la clase I en 5 tipos diferentes:

- **Clase I, tipo I:** dientes superiores e inferiores apiñados, o caninos en labio versión, infra labio versión o linguo versión (Fig. 25).

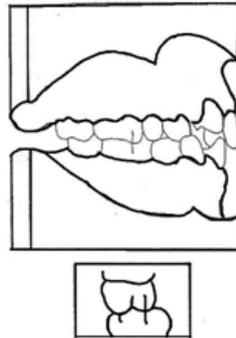


Fig. 25. Clase I, tipo 1.<sup>9</sup>

- **Clase I, tipo 2:** incisivos superiores protruidos o espaciados (Fig. 26).

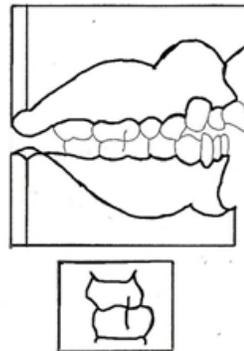


Fig. 26. Clase I, tipo 2.<sup>9</sup>

- **Clase I, tipo 3:** uno o más incisivos superiores están cruzados con uno más incisivos inferiores: mordida cruzada anterior de tipo dental (Fig. 27).

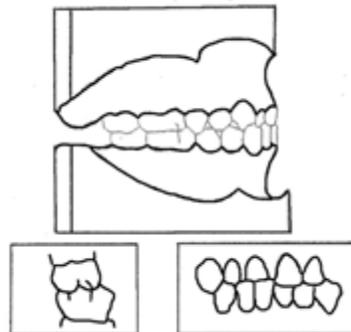


Fig. 27. Clase I, tipo 3.<sup>9</sup>

- **Clase I, tipo 4:** mordida cruzada posterior (temporales o permanentes) (Fig. 28).

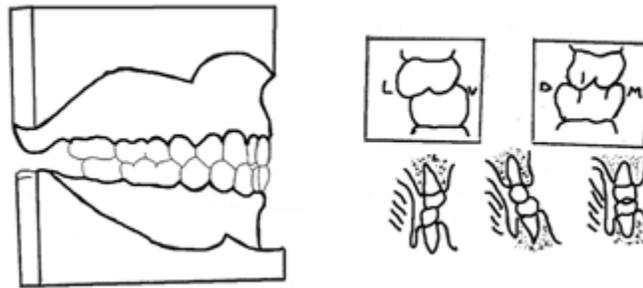


Fig. 28. Clase I, tipo 4.<sup>9</sup>

- **Clase I, tipo 5:** hay pérdida de espacio posterior por migración mesial del primer molar, mayor de 3 mm. Protrusión bimaxilar. Posición de avance en ambas arcadas. Puede o no haber malposición individual de dientes y correcta forma de los arcos, pero la estética está afectada (Fig. 29).<sup>9</sup>

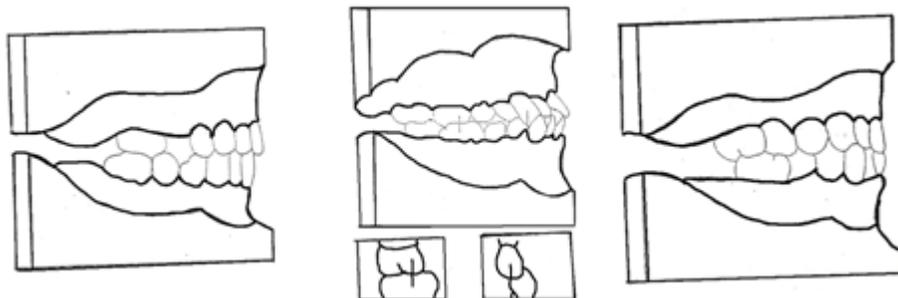


Fig. 29. Clase I, tipo 5.<sup>9</sup>

#### 4.6.2. Clase II.

En algunos pacientes, la arcada maxilar es grande o presenta un desplazamiento anterior o la arcada mandibular es pequeña o tiene una situación posterior. Esto hará que el primer molar mandibular tome una posición en sentido distal a la de la relación molar clase I; esto se describe como relación molar clase II.

Esta relación a menudo se identifica por las siguientes características:

- La cúspide mesiobucal del primer molar mandibular contacta con el área de la F-C del primer molar maxilar.
- La cúspide mesiobucal del primer molar mandibular está alineada sobre el surco bucal del primer molar maxilar.
- La cúspide distolingual del primer molar maxilar ocluye en el área de la F-C del primer molar mandibular.

Cuando se compara con la relación de clase I, cada par de contacto oclusal tiene una posición distal aproximadamente igual a la anchura mesiodistal de un premolar (Fig. 30).<sup>8</sup>

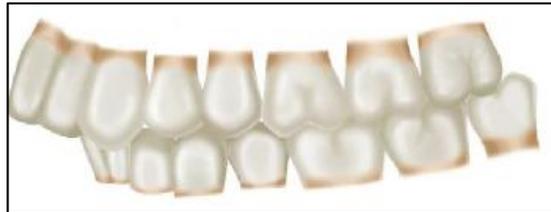


Fig. 30. Relaciones interarcada de una relación molar clase II.<sup>8</sup>

### **Clase II, división I.**

Angle situó en esta división las maloclusiones clase II con inclinación vestibular de los incisivos superiores (Fig. 31).



Fig. 31. Clase II, división I. <sup>7</sup>

Son frecuentes en estos pacientes los problemas de desequilibrio de la musculatura facial, causado por el distanciamiento vestibulolingual entre los

incisivos superiores y los inferiores. Este desajuste anteroposterior es llamado resalte u “over jet”. El perfil facial de estos pacientes es, en general, convexo (Fig. 32).

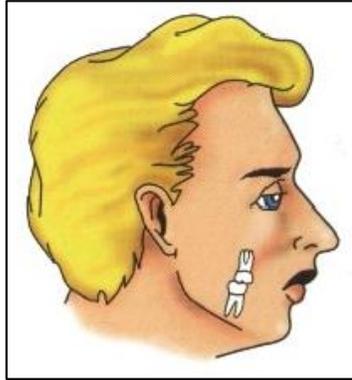


Fig.32. Perfil convexo, generalmente en pacientes clase II. <sup>7</sup>

Asociado a esta clase, se puede observar:

- Mordida profunda: ya que el contacto oclusal de los incisivos está alterado por el resalte, estos suelen extruirse, profundizando la mordida
- Mordida abierta: presente en los pacientes que poseen hábitos inadecuados, ya sea debido a la interposición de la lengua, la succión digital o al chupón.
- Problemas de espacio.
- Cruzamiento de mordida: en los casos de resalte, la lengua tiende a proyectarse anteriormente durante las funciones de deglución y fonación, manteniéndose asentada en el piso bucal (al contrario de tocar el paladar duro) durante el reposo. Este desequilibrio favorece la palatinización de los premolares y molares superiores pudiendo generar mordidas cruzadas.
- Malposiciones dentarias individuales.<sup>7</sup>

## Clase II, división II

Esta clase engloba las maloclusiones que presentan relación molar clase II sin resalte de los incisivos superiores, estando ellos palatinizados o verticalizados (Fig. 33).



Fig. 33. Clase II, división II.<sup>7</sup>

Los perfiles faciales más comunes a esta maloclusión son el perfil recto y el levemente convexo, asociados, respectivamente a la musculatura equilibrada o a esta con una leve alteración.

Es posible encontrar a esta clase, una mordida profunda anterior, principalmente en los casos en que no hay contacto interincisal.<sup>7</sup>

### 4.6.3. Clase III

Un tercer tipo de relación molar se corresponde con un crecimiento predominante de la mandíbula; la denominada clase III. En esta relación, el crecimiento sitúa los molares mandibulares en posición mesial respecto a los molares maxilares, como se observa en la clase I. Las características de la clase III son las siguientes:

- La cúspide distobucal del primer molar mandibular, está situada en el espacio interproximal que hay entre el segundo premolar y el primer molar maxilar.

- La cúspide mesiobucal del primer molar maxilar está situada sobre el espacio interproximal que hay entre el primer y el segundo molar mandibular.
- La cúspide mesiolingual del primer molar maxilar está situada en la depresión mesial del segundo molar mandibular.

Nuevamente, cada par de contacto oclusal está en una posición inmediatamente mesial a la par del contacto de la relación de clase I. aproximadamente con la anchura de un premolar (Fig. 34).<sup>8</sup>



Fig. 34. Relaciones interarcada de una relación molar clase III.<sup>8</sup>

El perfil facial predominante es cóncavo y la musculatura está, en general, desequilibrada. Los cruzamientos de mordida anterior o posterior son frecuentes (Fig. 35). Eventualmente encontramos problemas de espacio (falta o exceso), mordidas abiertas o profundas y malposiciones dentarias individuales.<sup>7</sup>

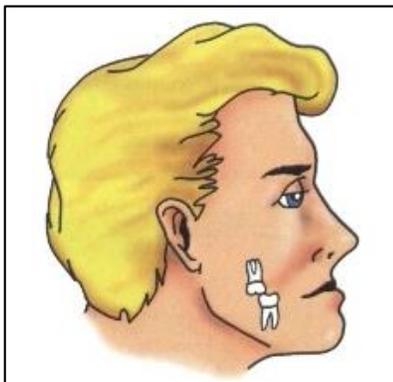


Fig. 35. Perfil cóncavo para pacientes clase III.<sup>7</sup>



---

## 5. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA POSICIÓN DENTARIA.

### 5.1. Tendencia al corrimiento mesial.

Durante la erupción, el diente pasa por cuatro estadios precisos del desarrollo: 1) Pre-eruptivo, 2) Intra-alveolar, 3) Intra-bucal y 4) Oclusal. (Fig. 36). Los factores que determinan la posición del diente varían en el estadio. Al comienzo, se piensa que la posición del germen depende de rasgos hereditarios. Durante la erupción intraalveolar, la posición del diente es afectada también por la presencia o ausencia de dientes adyacentes, la velocidad de reabsorción de los dientes primarios, procesos patológicos localizados y cualquier factor que altere el crecimiento o conformación del proceso alveolar. Hay una fuerte tendencia de los dientes de correrse mesialmente, aun antes de que aparezcan en la cavidad bucal. Este fenómeno es llamado *tendencia al corrimiento mesial*. Una vez que ha entrado en la cavidad bucal (estadio intra-bucal o de preoclusión de la erupción) el diente puede ser movido por el labio, el carrillo y músculos linguales, por objetos extraños llevados a la boca (pulgares, otros dedos, lápices, etc.) y correrse a los espacios creados por caries o extracciones. Cuando los dientes ocluyen con el diente antagonista (estadio oclusal de la erupción), un sistema muy complicado de fuerzas determina la posición del diente. Por primera vez los músculos de la masticación ejercen una influencia por medio del engranaje cuspídeo. Las fuerzas hacia arriba de la erupción y el crecimiento alveolar son contrarrestadas por la oposición de la fuerza de la oclusión dirigida apicalmente. El ligamento periodontal dispersa las fuerzas potentes de la masticación al hueso alveolar. <sup>6</sup>

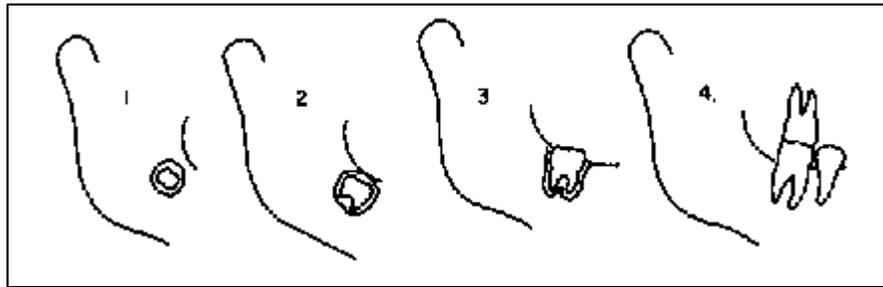


Fig. 36. Estadio de la erupción: 1. Pre-eruptivo, 2. Intra-alveolar, 3. Intra-bucal y 4. Oclusal. <sup>6</sup>

## 5.2. Fuerzas anteriores.

La inclinación axial de los dientes permanentes es tal que algunas de las fuerzas de la masticación producen una resultante mesial a través de los puntos de contacto, el “componente anterior de la fuerza” (Fig. 37). La tendencia de los dientes a moverse hacia adelante como resultado de la masticación y deglución varía mucho de acuerdo a las angulaciones de los dientes entre ellos y es especialmente afectada por el plano oclusal.

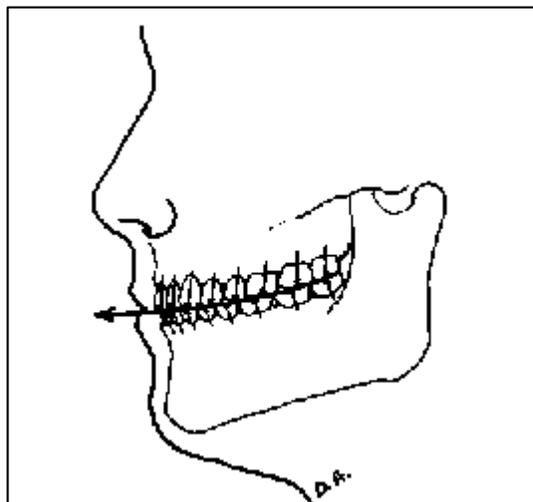


Fig. 37. El componente anterior de la fuerza. <sup>6</sup>

El componente anterior de la fuerza se confunde a menudo con la tendencia al movimiento mesial. El primero es el resultado de las fuerzas musculares que actúan por medio del engranaje de las superficies oclusales, mientras

que la tendencia al corrimiento mesial es una disposición heredada de la mayoría de los dientes a correrse mesialmente, aun antes de estar en oclusión.

El componente anterior de la fuerza es contrarrestado por los contactos proximales de los dientes y por las musculaturas de labios y carrillos. Las fuerzas de oclusión pueden desviar un diente en otra dirección si el engranaje intercuspídeo es incorrecto (Fig. 38).<sup>6</sup>

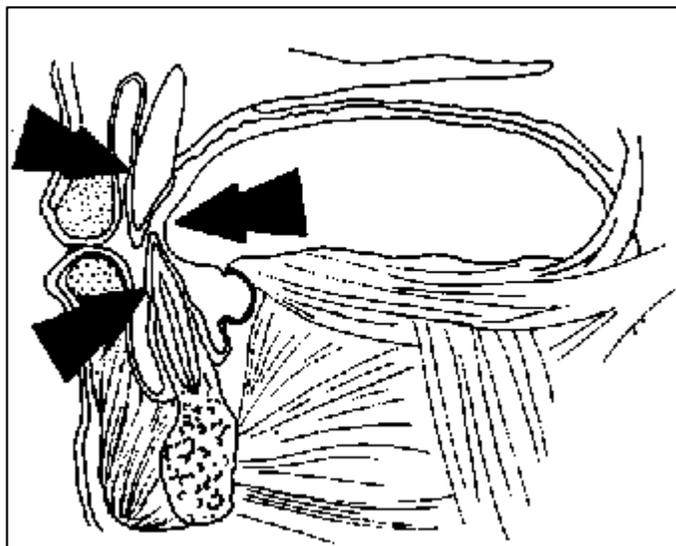


Fig. 38. La posición de los incisivos es relativa a la postura normal del labio y la lengua.<sup>6</sup>

### **5.3. Fuerzas intrínsecas producidas por la musculatura peribucal.**

La influencia de la musculatura labial, lingual y de los carrillos sobre la forma de los arcos dentarios se reportó antes del año de 1783, aunque realmente fue Tomes quien propuso la hipótesis de que la forma del arco y la actividad muscular están estrechamente relacionadas, y que, aunque la fuerza sobre la dentición no es continua, es de baja magnitud pero aplicada frecuentemente. Con la maduración de las funciones (masticación, deglución), también la musculatura cambia y nuevas fuerzas actúan sobre los arcos ejerciendo una influencia definitiva de la oclusión dentaria. Una vez



---

que el diente emerge de su cripta ósea y entra en la cavidad bucal, está completamente a merced de la acción de las dos bandas musculares que le rodea: los labios y carrillos (mecanismo del buccinador) por el lado externo y la lengua por el interno, de manera que su posición dentro del arco depende del equilibrio entre esas dos fuerzas y un cambio en alguna de ellas hará que el diente se mueva a través del hueso en busca de un nuevo equilibrio.

### **5.3.1. Labios.**

Externamente, es todo el grupo de músculos que conforman los labios. Su efecto abarca tres aspectos: tamaño, forma y función, en ambos planos: vertical y sagital.

En lo que refiere al *tamaño*, en posición de reposo deben estar juntos, con mínima contracción muscular y a nivel aproximado de la mitad de la corona del incisivo maxilar. Su posición de reposo es factor importante en la obtención de inclinación y relaciones espaciales de los incisivos.

El labio superior puede presentarse corto, “incompetencia labial”, generalmente asociado con problemas de displasias esqueléticas verticales y con la presencia de hábitos de presiones anormales (succión y deglución).

Con relación al *tamaño* y *función* de los labios se debe permitirles que durante la realización de las funciones como deglución y habla permanezcan juntos. Es importante recalcar que la posición postural de los labios, superior e inferior, es un factor importante en el mantenimiento de la inclinación y de las relaciones de los incisivos.

De particular interés es la posición durante la función de deglución del labio inferior, que en caso de situarse por detrás de los incisivos superiores produce linguoversión de los inferiores con el consiguiente aumento del resalte.<sup>10</sup>

### 5.3.2. Lengua.

La lengua es la otra gran fuerza que actúa sobre los dientes en erupción; normalmente, yace dentro del arco inferior y puede afectar su forma. Se debe considerar en posición de reposo y durante la función.

En posición de reposo debe estar completamente dentro del arco dental, aunque ocasionalmente puede tomar una posición postural ligeramente protruida entre los dientes para favorecer el sellado anterior de la boca y facilitar la respiración nasal.

Con relación a las *funciones de la lengua*, durante el proceso de la deglución, los alimentos son colocados en su superficie dorsal, los labios se cierran y contactan ligeramente, la lengua se eleva contra el paladar por la acción muscular y el piso de la boca empuja los alimentos hacia la faringe. Posiciones anormales de la lengua en el momento de la deglución pueden llevar los dientes hacia una protrusión de los incisivos superiores y retroinclinación de los inferiores (Fig. 39 A-B).



Fig. 39. A) Posición de la lengua en reposo. B) Lengua proyectada hacia adelante en la última etapa de la deglución. <sup>10</sup>

Sin embargo, por diferentes razones (amígdalas y adenoides hipertróficas), la lengua puede cambiar y proyectarse hacia adelante o hacia los lados en el momento final de la deglución; pero, aun estando en reposo y en presencia de una mordida abierta de diferentes magnitudes, la lengua en reposo se adelanta y ocupa el espacio contribuyendo al mantenimiento del problema.



---

También debe ser considerado el tamaño de la lengua, la cual ocasionalmente puede tener un tamaño exagerado que no permite permanecer en su posición dentro del arco.

Respecto a la actividad de la lengua, es de especial interés su *posición de reposo* si se considera que ejerce una fuerza muy leve, pero continua, mientras que la producida por la deglución es mayor, pero pasajera, de manera que, aunque no totalmente inofensiva, es menor de la que se le ha atribuido como generadora de mordida abierta. Parece que lo que usualmente se llama “empuje de la lengua” está asociado con la mordida abierta, pero que ello parece ser más efecto que causa.

### **5.3.3. Hueso alveolar y ligamento periodontal.**

Durante la masticación los dientes se mueven ligeramente, el hueso alveolar y el basal de los maxilares se doblan y flexionan y suceden cambios en segundos, pero luego son restituidos a su posición original. Ellos son importantes en el mantenimiento de los dientes en el plano oclusal. El desbalance de la fuerza producida por estos elementos en los casos de la pérdida ósea por problemas periodontales podía explicar la facilidad con que cambian hacia rotaciones y labioversiones.

### **5.3.4. Fuerzas de la oclusión.**

Las fuerzas ejercidas sobre los dientes pueden provenir de la musculatura y de los dientes adyacentes y en oclusión, así como de otros elementos interpuestos que están en equilibrio cuando las fuerzas ejercidas sobre él están balanceadas, lo cual incluye las que actúan sobre la corona y también sobre la raíz, procedentes de los fluidos y estructuras adyacentes (Fig. 40 A-B).<sup>10</sup>

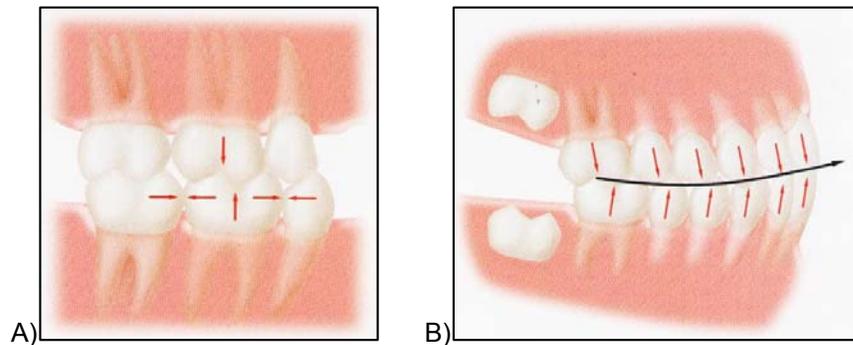


Fig. 40. A) Representación esquemática de las diferentes fuerzas que actúan y que inciden sobre los dientes. B) La componente anterior de las fuerzas, transmitida a través de los puntos de contacto en una dirección mesial. <sup>10</sup>

Las conclusiones presentadas por Weinstein y cols. muestran que:

1. Las fuerzas ejercidas sobre la corona de los dientes por los tejidos blandos vecinos pueden ser suficientes para causar movimientos de la misma manera que los producidos por aparatos ortodónticos.
2. Las fuerzas ejercidas sobre un cuerpo, procedentes de los elementos que le rodean deben estar en equilibrio, de manera que la resultante de todas ellas sea igual a cero.
3. Cada elemento de la dentición puede tener más de una posición de equilibrio estable dentro del sistema de ambiente natural.
4. Fuerzas diferenciales, aun cuando sean de poca magnitud, puede causar daños importantes en la posición de los dientes.

Resumiendo los conceptos relacionados con el sistema de fuerzas que actúan sobre los arcos, y más precisamente sobre cada unidad dentaria, Moyers lo presenta de la siguiente manera:

1. Los músculos de la masticación ejercen su influencia a través de las intercuspidades.
2. Las fuerzas eruptivas dirigidas hacia oclusal y el crecimiento alveolar son contrarrestadas por la oposición que les presenta la fuerza de la

oclusión, dirigida apicalmente, a la vez que la membrana periodontal distribuye las fuerzas de la oclusión hacia el hueso alveolar.

3. La inclinación axial de los dientes permanentes y las fuerzas de la masticación, transmitidas a través de los puntos de contacto producen una resultante de dirección mesial, denominada “*componente anterior de las fuerzas*” que presumiblemente es la responsable de la tendencia que tienen los dientes al deslizarse hacia la línea media.
4. La componente anterior de las fuerzas es contrarrestada por los contactos proximales de los dientes y la musculatura de los labios y carrillos.

### 5.3.5. Función naso-respiratoria.

Un factor importante que debe tomarse en cuenta es la presión intrabucal del aire, el cual, al entrar normalmente por las fosas nasales hace que la mandíbula y los contactos oclusales mantengan su posición y con ello el balance de toda la musculatura peribucal. Si por el contrario, el aire entra por la boca, la mandíbula baja y con ella la musculatura.

Ante un problema que involucre la función respiratoria, debe descartarse si se trata de una obstrucción de la vía nasal transitoria o habitual, buscando un tratamiento temprano y la corrección de este problema (Fig. 41).<sup>10</sup>

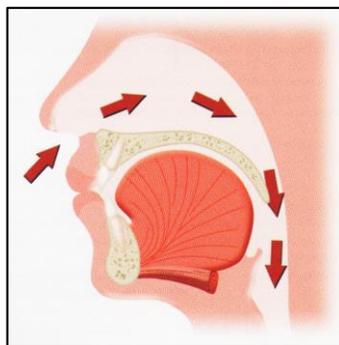


Fig. 41. Mecanismo de la respiración normal. Esquema de las estructuras del sistema estomatognático, lengua y mandíbula con la función respiratoria.<sup>10</sup>



---

### **5.3.6. Otras causas que provocan rotaciones dentarias.**

#### **Caries dental.**

La longitud del arco se puede perder cuando la caries interproximal no tratada hace que se pierda el punto de contacto y los molares vecinos migren mesialmente. Esto solo es válido para los molares deciduos, más no para los incisivos deciduos.<sup>1</sup>

#### **Alteraciones de la erupción por traumatismos.**

Las erupciones ectópicas y el retraso en la erupción de las piezas permanentes se pueden presentar como consecuencias de traumatismos en la dentición temporal. Como norma, después de la pérdida prematura de un diente temporal, se retrasa la erupción de su sucesor permanente.

Tampoco es raro observar que la erupción de las piezas afectadas, sobre todo en el segmento anterior, sea en vestibuloversión o linguoversión por obstáculos debidos a la presencia de tejido cicatrizal o fibrosis gingival.

#### **Reabsorción radicular tardía de dientes temporales.**

La reabsorción fisiológica de los dientes temporales es un proceso intermitente en que se alteran períodos de reabsorción activa con otros más prolongados de reposo, durante los cuales se ponen en marcha procesos reparadores que restablecen la inserción periodontal de la zona reabsorbida. Durante estos períodos, sobre la superficie radicular se deposita cemento radicular ordinario y si estos procesos de reparación superan a los de reabsorción, el resultado puede ser una anquilosis con la consiguiente infraoclusión del diente.<sup>4</sup>



---

## Movimientos dentales fisiológicos.

Durante la erupción, el diente se traslada mediante movimientos desde el lugar en el que se desarrolla a través del hueso y de los tejidos blandos hacia la cavidad bucal. Se pueden distinguir cuatro movimientos esenciales:

- *De traslación:* el diente pasa de un lugar a otro en sentido básicamente horizontal.
- *Axial o vertical:* el diente se dirige hacia el plano oclusal.
- *De rotación:* el diente gira alrededor de su eje mayor.
- *De inclinación:* el diente gira alrededor de fulcrum (eje transversal).

Estos movimientos se producen, a veces, de forma combinada o predomina alguno de ellos de manera que siempre están presentes hasta que el diente ocupa su posición final en el maxilar y alcanza el plano de oclusión, aunque los movimientos dentarios fisiológicos se mantienen durante toda la vida funcional del diente. Se ha demostrado que durante la oclusión, es decir, cuando los elementos dentarios se ponen en contacto con su antagonista, se producen fuerzas que actúan como guías mutuas para producir las relaciones intercuspídeas adecuadas. Cuando hay un desequilibrio entre las fuerzas por una mala posición de los elementos dentarios en la arcada o una oclusión inadecuada, se produce mala oclusión. La morfología de los dientes y su ubicación de las arcadas delimitan un perfil de continuidad, de manera que se pasa de una forma dentaria a otra, estableciendo una relación armónica de los dientes y la curvatura de los arcos dentarios.

También los movimientos fisiológicos de los dientes de acuerdo al momento que actúan se pueden clasificar en:

- *Movimientos dentarios preeruptivos:* son los movimientos que se realizan en diferentes direcciones, tanto los gérmenes dentarios de los dientes primarios, como los permanentes dentro del maxilar antes de



---

su erupción en la cavidad bucal. Estos movimientos tienen por objeto mantener la posición de los mismos en los huesos de los maxilares que se están expandiendo por crecimiento.

- *Movimientos dentarios eruptivos*: son los que llevan al diente a su erupción propiamente dicha hasta alcanzar su posición funcional en la oclusión. Los movimientos ascensionales o verticales se realizan hacia el plano oclusal a través de la cripta ósea alveolar y de la mucosa.
- *Movimientos dentarios poseruptivos*: son los encargados de mantener al diente en oclusión y compensar el desgaste oclusal y proximal de los elementos dentarios.<sup>11</sup>



---

## 6. PRINCIPIOS DE BIOMECÁNICA.

### 6.1. Conceptos básicos.

- **Fuerza:** es una carga aplicada sobre un objeto que tenderá a desplazarlo a una posición diferente en el espacio. La fuerza, aunque se define estrictamente en unidades de Newtons (masa por aceleración de la gravedad), se suele medir clínicamente en unidades de peso, por ejemplo gramos u onzas. En este contexto y a todos los efectos prácticos,  $1\text{ N}=100\text{g}$  (el valor real se sitúa entre los 97 y 98 g).
- **Centro de resistencia:** es un punto donde se puede concentrar la resistencia al desplazamiento para los análisis matemáticos. En un objeto que se encuentra en el espacio libre, el centro de resistencia coincide con el centro de la masa. Si el movimiento del objeto está limitado parcialmente, como es el caso de un poste clavado en la tierra o de una raíz dental anclada en el hueso, la situación del centro de resistencia dependerá de la naturaleza de esos factores limitantes externos. El centro de resistencia de un diente se encuentra aproximadamente en el punto medio de la parte enterrada de la raíz (es decir, aproximadamente a mitad de camino entre el ápice de la raíz y el borde del hueso alveolar).
- **Momento:** es una medida de la tendencia de un objeto a girar sobre un punto. Un momento es generado por una fuerza que actúa a una cierta distancia. En términos cuantitativos, es el producto de la fuerza por la distancia perpendicular entre el punto de aplicación de la fuerza y el centro de resistencia, y se mide, por consiguiente, en unidades de g/mm (o equivalentes). Si la línea de la acción de una fuerza aplicada no pasa por el centro de resistencia, se crea necesariamente un momento. La fuerza no solo tenderá a desplazar el objeto a una nueva posición, sino que tenderá también a hacerlo girar alrededor del centro de resistencia. Por su puesto, este efecto es el que se produce cuando aplicamos una fuerza a la corona de un diente (Fig. 42). El diente no solo se desplaza en

dirección de la fuerza, sino que también rota sobre el centro de resistencia; por consiguiente, el diente se inclina al desplazarse.

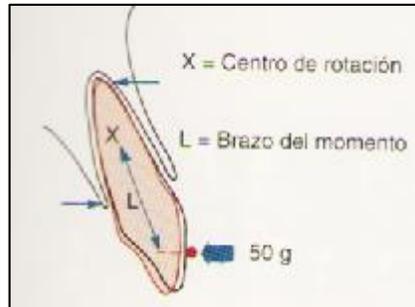


Fig. 42. El centro de resistencia ( $C_R$ ) de cualquier diente se encuentra aproximadamente en el punto medio de la parte enterrada de la raíz. Si aplicamos una fuerza a la corona de un diente, este no solo se desplazará, sino que rotará alrededor del centro de resistencia (es decir, los centros de rotación y de resistencia son idénticos debido a que se crea un momento que es una fuerza que actúa a distancia de  $C_R$ . La distancia perpendicular desde el punto de aplicación de la fuerza al centro de resistencia es el brazo de momento. La presión sobre el ligamento periodontal será máxima a la altura del borde alveolar y en el punto contrario del ápice radicular. <sup>12</sup>

- **Par:** son dos fuerzas de igual magnitud y de dirección opuesta. El resultado de aplicar dos fuerzas de esta forma es un momento puro, ya que se anula el efecto de desplazamiento de dichas fuerzas. Un par producirá una rotación pura, haciendo girar al objeto alrededor de su centro de resistencia, mientras que la combinación de una fuerza y un par puede modificar la forma de girar un objeto mientras se desplaza.
- **Centro de rotación:** el punto alrededor del cual se produce realmente la rotación al desplazarse un objeto. Cuando se aplican dos fuerzas simultáneamente sobre un objeto, se puede controlar el centro de rotación y conseguir que tenga la ubicación que queramos. De hecho, la aplicación de la fuerza y un par a la corona de un diente es el mecanismo por el que se puede conseguir el movimiento en masa del diente, e incluso un desplazamiento de la raíz mayor que el de la corona. <sup>12</sup>



---

## **6.2. Clasificación de las fuerzas utilizadas terapéuticamente.**

### **6.2.1. Naturales.**

La energía generada por contracciones de los músculos maxilares y faciales puede ser transferida por medio de aparatos funcionales para dirigir la erupción de los dientes, impedir la erupción o mover un diente erupcionado. Los aparatos funcionales son usados también para condicionar, reforzar o redistribuir las fuerzas musculares contra los maxilares y la dentición.

### **6.2.2. Biomecánicas.**

Son fuerzas artificiales inducidas clínicamente cuya energía deriva primariamente de dispositivos mecánicos inventados (arcos de alambre, resorte en espiral, resortes auxiliares, ansas verticales en arcos, tornillos, elásticos, etc.).<sup>6</sup>

## **6.3. Fuerzas ortodónticas.**

Las fuerzas ortodónticas se aplican más comúnmente a la corona de un diente. Por lo tanto, la aplicación de la fuerza no es generalmente a través del centro de resistencia de un diente.

Las fuerzas que no actúan a través del centro de resistencia no producen solamente movimiento lineal sino también cierto movimiento rotacional, siendo el momento de fuerza la tendencia para producir rotación.

Dos variables determinan la magnitud del momento de una fuerza: la magnitud de la fuerza y la distancia. Cualquiera puede ser manipulado efectivamente por los odontólogos para alcanzar sistemas de fuerzas deseadas.



Otro método para alcanzar los movimientos rotatorios es mediante el *momento de un acoplamiento*. Un acoplamiento consiste en dos fuerzas paralelas de igual magnitud actuando en direcciones opuestas y separadas por una distancia (es decir, diferentes líneas de acción). La dirección de la rotación se determina siguiendo la dirección de cualquier fuerza alrededor del centro de resistencia al origen de la fuerza contraria. El acoplamiento da por resultado movimiento rotacional puro alrededor del centro de resistencia sin tomar en cuenta el lugar donde se aplica el acoplamiento sobre el objeto. El torque es un sinónimo común para el momento (tanto momentos de fuerza como de acoplamientos). El torque se describe erróneamente en términos de grados por muchos ortodoncistas.

La respuesta biomecánica de un diente o de un grupo de dientes a una fuerza ortodóntica es determinado por la relación entre la ubicación de la fuerza y el centro de resistencia. El traslado de los dientes cuando una fuerza es aplicada mediante el centro de resistencia y una rotación dentaria alrededor del centro de resistencia cuando una cupla o acoplamiento es aplicado. Por lo tanto, el centro de rotación de un diente se aproxima al centro de resistencia como la ubicación de la fuerza se aleja del centro de rotación.<sup>11</sup>

#### **6.4. Sistema de fuerza equivalente.**

La equivalencia es un concepto que describe o define una alternativa, pero combinación de fuerzas y momentos iguales a la fuerza y momento aplicados en el punto de aplicación. Este análisis encuentra el sistema de fuerza en el centro de resistencia que es equivalente al sistema de fuerza aplicada. El sistema de fuerza en el centro de resistencia refleja exactamente el tipo de movimiento. Una fuerza para el centro de resistencia da por resultado movimiento lineal (no rotacional), mientras que un acoplamiento puro produce rotación (Fig. 43).<sup>13</sup>

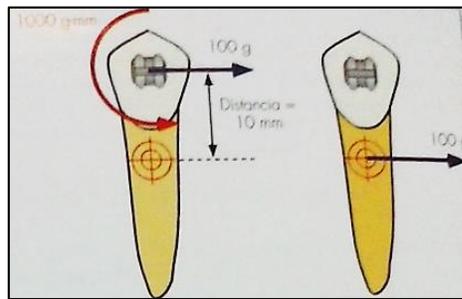


Fig. 43. Sistema equivalente de fuerza en el centro de resistencia de un diente.<sup>13</sup>

## 6.5. Equilibrio estático.

La estática es un campo de la mecánica que considera los defectos de un conjunto actuando sobre cuerpos en reposo.

El equilibrio estático implica que, en cualquier punto dentro del cuerpo, la suma de las fuerzas y momento actuando sobre un cuerpo es cero; es decir, si no actúa sobre el cuerpo momentos o fuerzas netas, el cuerpo permanece en reposo (estático). El cuerpo se puede definir como el alambre o el resorte y todos los dientes a los cuales se ajusta el alambre o el resorte.

Aplicando los fundamentos del equilibrio estático al análisis del sistema de fuerzas producidas por aparatos ortodónticos ayuda a predecir la respuesta dental al movimiento de los dientes. El análisis de equilibrio se puede establecer en forma de ecuación:

- Fuerzas horizontales= 0
- Fuerzas verticales= 0
- Fuerzas transversales= 0
- Momentos (eje horizontal)= 0
- Momento (eje vertical)= 0
- Momento (eje transversal)= 0

Esta formulación se demuestra más fácilmente en un aparato ortodóntico tipo cantilever. El alambre se inserta en el tubo auxiliar del molar y se fija al

segmento anterior (recubierto) de tal manera que no está insertado en la ranura del bracket del incisivo (Fig. 44 A-B).

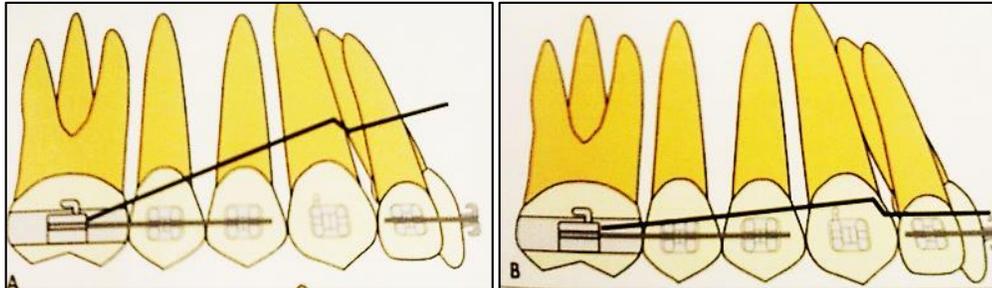


Fig. 44. Diagrama esquemático de un arco de intrusión. A) Forma pasiva: el arco de intrusión se inserta en el tubo del molar, pero no compromete los incisivos. B) Arco de intrusión activado por el enlace o unión al segmento.<sup>13</sup>

Explicando la fórmula anterior, las fuerzas de intrusión vertical actuando sobre los incisivos deben ser contrarrestadas por las fuerzas verticales de extrusión actuando sobre el molar. Para las fuerzas verticales, el estado de equilibrio se ve fácilmente. Las fuerzas verticales también establecen un acoplamiento (son fuerza iguales y opuestas, no colineales) (Fig. 45).

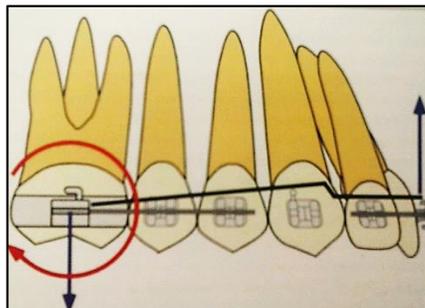


Fig. 45. Sistema de fuerzas de un arco de intrusión en equilibrio. Las fuerzas verticales (en azul) están balanceadas por movimiento de inclinación que actúa en el molar (de rojo).<sup>13</sup>

Las fuerzas verticales se podrían considerar que son un acoplamiento entre el bracket, ya que cada fuerza está actuando sobre un solo bracket. El momento de este acoplamiento debe ser contrarrestado por otro momento igual en magnitud y acatando en dirección contraria.



---

Este momento debe estar actuando sobre el molar. Es un acoplamiento inter-bracket, producido por fueras aplicadas por el alambre dentro del bracket o tubo. Esta dirección del momento obliga al molar a inclinar la corona distalmente. La magnitud del momento es igual a la distancia entre los punto de aplicación de las fuerzas verticales pares. <sup>13</sup>

## 6.6. Tipos de movimiento dental.

Teóricamente, los movimientos dentarios caen en una de tres categorías:

- Traslación
- Rotación
- Combinación de traslación y rotación.

Traslación significa simplemente que la corona y la raíz van en la misma dirección al mismo tiempo. Inclinación es el término ortodóncico para rotación cuando la corona va en una dirección y la raíz en otra. Rotación, está restringida a movimientos circulares alrededor del eje largo de un diente, y como cuando la cúspide bucal va hacia distal y la cúspide lingual hacia mesial. <sup>6</sup>

Cada tipo de movimiento es el resultado de diferente momento y fuerza aplicadas (en términos de magnitud, dirección o punto de aplicación)

La relación entre el sistema de fuerza aplicada y el tipo de movimiento se puede describir por la *relación momento-fuerza*.

La relación momento-fuerza aplicado determina el tipo de movimiento o centro de rotación.

El momento que ocurre depende de la relación momento-fuerza y de la calidad del soporte periodontal: raíces más cortas o menor altura ósea

alveolar altera el tipo de movimiento que ocurre dado en la relación momento-fuerza.<sup>13</sup>

### 6.6.1. Inclínación.

La inclinación es el movimiento dental con movimiento mayor de la corona del diente que de la raíz. El centro de rotación del movimiento es apical al centro de resistencia. La inclinación se puede clasificar adicionalmente en base a la ubicación del centro de rotación en inclinación controlada y no controlada.

#### 6.6.1.1. Controlada.

Es un tipo muy deseable de movimiento dental. Se alcanza aplicando una fuerza para mover la corona, como se hace en la inclinación no controlada y aplicando un momento para “controlar” o mantener la posición del vértice de la raíz. La tensión en el vértice de la raíz es mínima, lo que ayuda a mantener la integridad del vértice y la concentración de tensiones en el área cervical permite oportuno movimiento dental (Fig. 46).

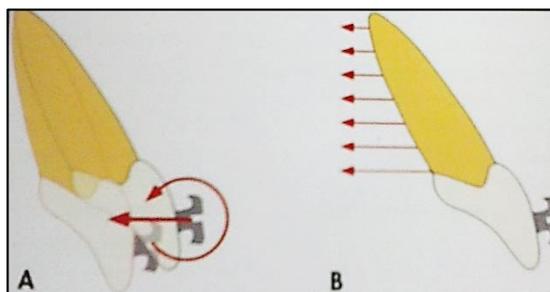


Fig.46. Inclínación controlada con el centro de rotación en el ápice del diente. B) patrón de estrés en el ligamento periodontal con inclinación controlada. La fuerza de estrés es mayor en el margen cervical.<sup>13</sup>

En pacientes con incisivos maxilares salientes, el vértice de la raíz con frecuencia está en una buena posición y no requiere ser movida. El único movimiento grande es el de la corona.

### 6.6.1.2. No controlada.

Una fuerza simple, horizontal, en dirección de la lengua al nivel de un bracket causará movimiento al vértice de la raíz y la corona en direcciones contrarias. Este es el tipo más simple de movimiento dental a producir (la corona del diente simplemente requiere ser empujada o jalada), pero frecuencia no es deseable (Fig. 47).

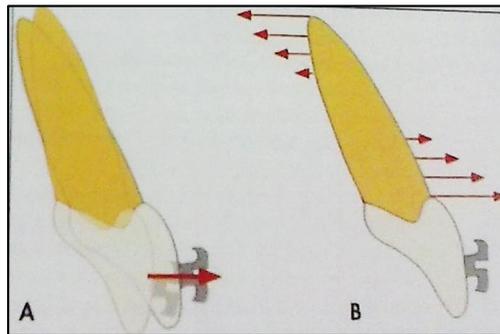


Fig. 47. A) Inclinación no controlada producida por una fuerza sencilla. B) Patrón de estrés en el ligamento periodontal. Nótese que el ápice de la raíz se mueve en dirección opuesta al movimiento de la corona.

En ciertas circunstancias puede ser útil, tal como en pacientes con mala alineación Tipo I, División 2 y Clase II donde los incisivos excesivamente derechos ameritan abrirse.<sup>13</sup>

### 6.6.2. Traslación.

La traslación de un diente tiene lugar cuando el vértice de la raíz y la corona se mueven en la misma distancia y en la misma dirección horizontal. El centro de rotación es infinitamente lejano. También se conoce como “movimiento corporal”.

Una fuerza horizontal aplicada en el centro de resistencia de un diente dará por resultado este movimiento. Sin embargo, el punto de aplicación de la fuerza en el bracket está lejos del centro de resistencia. Al igual que con

inclinación controlada, el movimiento corporal requiere la aplicación simultánea de una fuerza y un acoplamiento en el bracket, comparado con la inclinación axial del diente (Fig. 48 A-B).

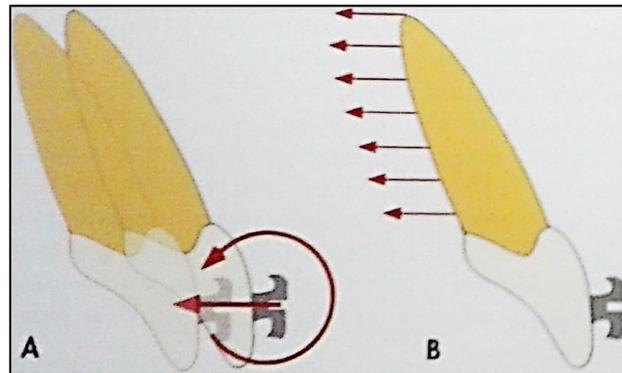


Fig. 48. A) Traslación o movimiento del cuerpo del diente. B) Patrón de estrés del ligamento periodontal con traslación. <sup>13</sup>

### 6.6.3. Movimiento de la raíz.

Cuando se cambia la inclinación axial del diente al mover el vértice de la raíz mientras se mantiene estable la corona se conoce como movimiento de la raíz. El centro de rotación del diente es en el borde incisal o bracket. El movimiento de la raíz requiere aumentar más la magnitud del acoplamiento aplicado (Fig. 49 A-B).

Los niveles de tensión en esta área del vértice requieren considerable resorción ósea en esta área para que se produzca moviendo dental. Esta consideración de tensiones puede producir debilitamiento de la resorción, lo que causa un considerable retardo en la velocidad de movimiento. Este paso más lento de movimiento de la raíz se puede usar de manera ventajosa para aumentar el anclaje.

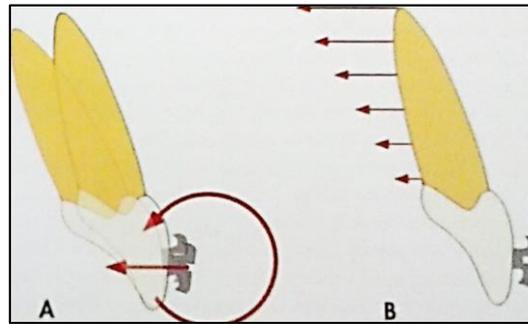


Fig. 49. A) Movimiento de la raíz con el centro de rotación el borde incisal. B) Patrón de fuerzas en el ligamento periodontal con movimiento de la raíz. Las fuerzas son mayores en el ápice.<sup>13</sup>

El movimiento de la raíz en el tratamiento ortodóntico se describe frecuentemente como “torque”. El torque es la aplicación de fuerzas que tienden a causar rotación. Colocando torsiones en un alambre rectangular, o el ángulo de la muesca de bracket con el eje largo del diente y el plano oclusal, con frecuencia se llama torque.

#### 6.6.4. Rotación.

La rotación pura de un diente requiere un acoplamiento. En vista de que no actúa fuerza neta en el centro de resistencia, solo ocurre rotación. Clínicamente este movimiento se requiere más comúnmente para movimientos desde una perspectiva oclusal.<sup>13</sup>

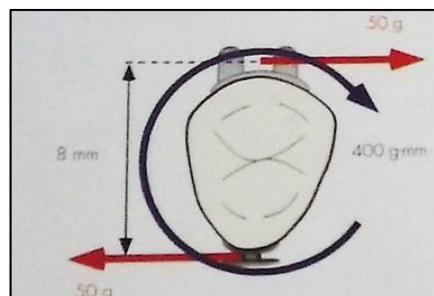


Fig. 50. Momento de un acoplamiento, el cual se produce para rotación sobre el centro de resistencia.<sup>13</sup>



## 6.7. Respuestas al movimiento dental.

### 6.7.1. Actividad fisiológica.

La restructuración de fibras supralveolares después del movimiento dentario experimental, es más lenta que en el caso del ligamento periodontal.

### 6.7.2. Aplicación de la fuerza.

Los niveles de fuerza óptimos para la movilización de ortodóncica de los dientes deben ser lo bastante elevados para estimular la actividad celular sin llegar a ocluir por completo los vasos del ligamento periodontal. A la hora de determinar el efecto biológico son importantes la intensidad de la fuerza aplicada sobre un diente y también la zona del ligamento periodontal por la que se distribuye dicha fuerza (Tabla 5).<sup>12</sup>

Tabla 5. Fuerzas óptimas para la movilización ortodóncica de los dientes.<sup>12</sup>

TIPO DE MOVIMIENTO	FUERZA* (g)
Inclinación	35-60
Movimiento en masa	70-120
Enderezamiento radicular	50-100
Rotación	35-60
Extrusión	35-60
Intrusión	10-20

\*Los valores dependerán en parte del tamaño de los dientes: los valores más bajos son adecuados para los incisivos y los más altos para los dientes posteriores multirradiculares.

#### 6.7.2.1. Inclinación.

Si una fuerza es aplicada en contra la corona de un diente, y tiene un “contacto en un punto”, entonces se produce un efecto de inclinación. Esta es la forma más simple de movimiento dentario y tiende a concentrar la presión en una pequeña zona periodontal. Sus mayores efectos suelen observarse en la zona marginal de la raíz. Con una fuerza pequeña y



---

continuada, se producirá un desplazamiento relativamente grande del diente siguiendo a los cambios tisulares de la zona marginal. Estos cambios permiten que el centro de rotación se mueva gradualmente al tercio medio de la raíz. Durante la inclinación dentaria, se observa apicalmente cambios tisulares correspondientes, con zonas de tensión y presión en cercana proximidad entre ellos, pero en lados opuestos de ápice radicular, las zonas de presión local y las de hialinización son comunes en las zonas marginales de la membrana periodontal durante los movimientos de inclinación.

Debido al desarrollo de un fulcrum, la posición apical del mismo se moverá, por su puesto en dirección opuesta a la de la corona. Las fuerzas generadas en el ápice pueden causar hialinización extensa y aumentar, por lo tanto, el riesgo de reabsorción apical.

En una situación clínica, los movimientos de inclinación suelen usarse cuando se mueven dientes en dirección labiolingual. Las láminas óseas labial y lingual, están formadas por hueso cortical denso y la aposición ósea compensadora en esos sitios luego de los movimientos de inclinación iniciales, es comparativamente lenta. Por lo tanto, es fundamental la cautela cuando se planifican esos movimientos dentarios.<sup>6</sup>

#### **6.7.2.2. Traslación.**

El movimiento corporal de un diente suele producirse por un contacto en dos puntos de la fuerza aplicada. Implica mover el diente paralelo a su eje largo; por lo tanto, la fuerza es distribuida sobre zonas relativamente grandes de la pared del hueso alveolar. Cuando se emplean fuerzas pequeñas, las zonas hialinizadas que se producen serán generalmente de duración más corta que las observadas durante los movimientos de inclinación. La razón de esto es que las fuerzas locales en estas zonas hialinizadas son más pequeñas, permitiendo así la reabsorción directa de la pared del hueso alveolar. El movimiento dentario consecutivo a esas fuerzas aplicadas es bastante



---

favorable porque hay una sostenida reabsorción ósea, al igual que una sostenida aposición de hueso a lo largo de las fibras periodontales estiradas en el lado tensión.

### **6.7.3. Fuerzas aplicadas y tiempo.**

#### **6.7.3.1. Continuas.**

La fuerza continua lleva a la gradual compresión de la membrana periodontal en el lado de presión del diente. Si la fuerza está dentro de los límites donde se producen reacciones tisulares, ocurren cambios reconstructivos del elemento fibroso, al igual que reabsorción directa de la pared ósea alveolar. Si la fuerza es innecesariamente reactivada, el aporte vascular es fácilmente comprometido y el resultado es un efecto “daño-reparación”. La eliminación de una zona hialinizada ocurre entre 2 y 4 semanas, y si la reactivación de la fuerza se hace antes de ese tiempo, puede ocurrir fácilmente daño tisular.

#### **6.7.3.2. Interrumpidas-continuas.**

Una fuerza interrumpida-continua aplicada a un diente es efectiva solo durante una pequeña cantidad de movimiento dentario, después se detiene y necesita ser reactivada. Aún si se establecen zonas hialinizadas, el ligamento periodontal tiene tiempo para reconstruirse. Hay un aumento en la proliferación celular que es adecuado para más cambios tisulares consecutivos a la reactivación de la fuerza.

#### **6.7.3.3. Intermitentes.**

Una fuerza intermitente es la que afecta un diente periódicamente, o durante un tiempo con muchas interrupciones de la fuerza, como cuando se utilizan aparatos removibles.

En el lado de presión, la circulación no será tan fácilmente perturbada, salvo que la fuerza aplicada sea muy elevada. Por eso, las hialinizaciones que



solamente ocurren en una porción de ligamento periodontal a menudo son con aparatos fijos. Se piensa que la fuerza intermitente actúa como un excitante para la proliferación celular. El aumento en las cantidades de células y la reabsorción ósea directa a lo largo de la pared ósea alveolar, son característicos de este movimiento dentario. El espacio periodontal aumenta por el diente y tiende a volver a su posición original cuando se retira la fuerza.

A pesar de la condición favorable en el lado de presión se observa reabsorción, el movimiento dentario a menudo será más lento que el que se ve durante la aplicación de fuerza continua porque el tiempo que se usa el aparato es un factor muy importante. La formación de hueso nuevo y la aposición ósea se producen más rápidamente bajo estiramiento activo o constante. Por lo tanto, si se deja que el diente vuelva con frecuencia a su posición original, se puede esperar una cantidad limitada de aposición.<sup>6</sup>

#### **6.7.4. Reabsorción radicular.**

La reabsorción radicular implica la remoción de dos estructuras, el cemento y la dentina, y es de carácter reversible o irreversible; puede ser reconstruida por la actividad cementoblástica o quedar ya reabsorbida.

En clínica es importante considerar la pérdida irreversible de parte de la raíz, que significa una merma en el soporte de la pieza dentaria e influye en la supervivencia de la dentición.

Hay ciertos factores de riesgo al aplicar fuerzas ortodóncicas, que, por su naturaleza, hacen que la raíz sea más susceptible a la reabsorción: la intensidad, duración y tipo de fuerza ejercida por el aparato influye en la pérdida radicular.

1. La intensidad de la fuerza parece ser el factor más importante. Reitan sugiere que la hialinización precede a la reabsorción de la raíz, y puesto



que las fuerzas intensas llegan a provocar la oclusión vascular en el periodonto, la magnitud de la intensidad ortodóncica, será el factor condicionante de la rizólisis.

2. La duración o ritmo de la fuerza tiene también una influencia, puesto que le efecto continuado de compresión intensa impide en el lado de la presión la reabsorción de tipo directo. El que la fuerza sea intermitente o continua facilita o dificulta a reabsorción ósea. Una fuerza intensa mantenida interrumpidamente por varias semanas provoca una reabsorción radicular que no se desencadena si el aparato ejerce la acción de forma intermitente (aparato de uso nocturno) o por cortos períodos de tiempo.
3. El tipo de movimiento dentario es otro factor de susceptibilidad siendo los movimientos de inclinación más peligrosos que los movimientos en masa. Al girar el diente alrededor de un centro de rotación situado en la zona media de la raíz, el área ósea periapical y marginal recibe más presión que las áreas contiguas. En el movimiento en masa, la traslación del diente, distribuye uniformemente la presión por una superficie ósea más extensa, con la que la fuerza recibida por unidad de superficie es menor.

Al analizar el riesgo que supone el aparato ortodóncico sobre la integridad de la raíz, hay que resaltar que la mayoría de las áreas reabsortivas que aparecen en el tratamiento son pequeñas reversibles y de poca importancia clínica, el tratamiento prudentemente realizado, con fuerzas ligeras y control tridimensional de la raíz en muy pocas ocasiones provoca reabsorciones radiculares de mediana cuantía. Por el contrario la aplicación incontrolada de cualquier aparato lleva a provocar pérdidas tisulares importantes; si una parte de la raíz se pierde, la pérdida de sujeción no se advierte inmediatamente, pero advierte la supervivencia dentaria después de la tercera década de la vida, cuando la reabsorción de la cresta alveolar forma parte de la involución del aparato dentario.<sup>2</sup>



---

## 7. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO PARA ROTACIONES DENTARIAS.

Las rotaciones dentarias son muy frecuentes en todas las maloclusiones que se tratan con aparatología fija, utilizando diversos sistemas para su corrección y en fases diferentes de tratamiento.

La corrección de rotaciones puede realizarse con 3 sistemas básicos:

1. Elementos externos del aparato de arco recto (quad-hélix, barra de Goshgarian, etc.).
2. Dispositivos auxiliares apoyados en los brackets o los arcos.
3. Elasticidad del arco que presiona sobre el bracket.

Una de las mayores dificultades que presenta la corrección de las rotaciones es justamente su estabilidad, hay una elevada tendencia a la recidiva de estas tras su corrección. Se han intentado desarrollar métodos con medidas preventivas a este hecho como son aumentar los periodos de retención, sobre corregir la rotación teniendo en cuenta que van a recidivar para que el/los diente/s corregidos queden alineados, hacer una corrección temprana de las rotaciones antes de que se complete la formación radicular; ello radica en que la inestabilidad de las rotaciones se debe a que las fibras transeptales que unen el diente al hueso alveolar son fibras que se reestructuran muy difícilmente y, por lo tanto cuando dejamos de aplicar una mecánica, estas tienden a volver a su forma y posición original, provocando con este hecho el movimiento dental. Ya en 1958, Reitan propuso realizar un seccionamiento quirúrgico de las fibras gingivales tras la corrección de la rotación para que aquellas cicatrizaran y consolidaran en la nueva posición, disminuyéndose de este modo la inestabilidad. Otros estudios han demostrado que este método no es del todo eficaz.<sup>15</sup>

## 7.1. Fases de corrección de rotaciones

### 7.1.1. Corrección de molares

Las correcciones intensas de molares se corrigen previamente a la colocación de aparatología fija para evitar apoyarse en dientes contiguos. Una vez mejorada la rotación con 2 o 3 activaciones de una barra de Gosgharian, se retira y se continúa el tratamiento con arcos de níquel titanio. No se utilizan barras activas y aparatología fija por la dificultad en la coordinación de la barra palatina y los arcos (Fig. 51).

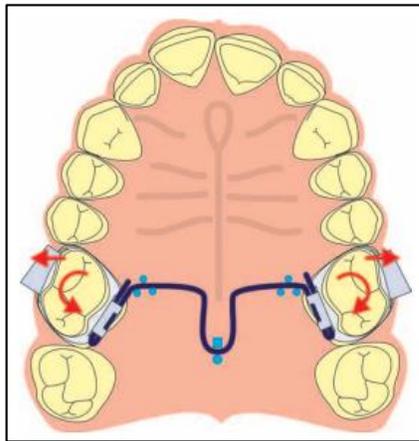


Fig. 51. Barra de Gosgharian rotando el molar, activación de la barra. <sup>15</sup>

### 7.1.2. Corrección de incisivos.

Los incisivos superiores permiten ser corregidos con arcos súper elásticos, por la gran distancia interbracket que presentan. El espacio que ocupan los incisivos, menor cuando están rotados, obliga a obtener, previamente a la corrección, el suficiente espacio para que puedan ser alineados.

Inicialmente se realiza la corrección de rotación con alambres redondos para evitar el aumento de la fricción y los efectos indeseados de los alambres rectangulares, incorporando la torsión de las coronas dentarias una vez desrotado el incisivo (Fig. 52).

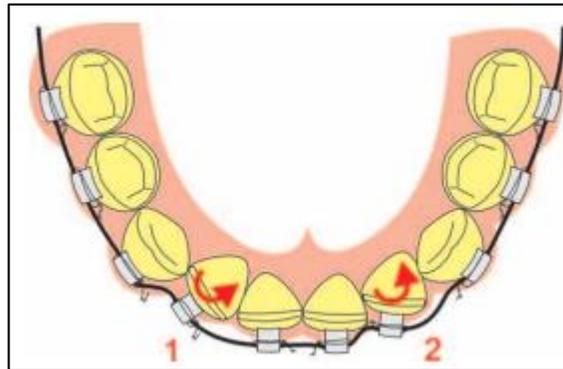


Fig. 52. Rotación de incisivos en arco redondo NiTi. 1. Más sencillo de rotar. 2 más difícil de rotar.<sup>15</sup>

En los incisivos inferiores hay más limitaciones para la corrección de rotaciones, por la menor distancia mesiodistal, dejando una longitud de alambre muy reducida o en ocasiones inexistente (el bracket toca con el contiguo) que impide la deflexión del alambre sin deformarlo. Este problema es mayor cuanto mayor es la anchura de los brackets. La utilización de dispositivos auxiliares facilita la corrección hasta permitir la deformación elástica del alambre.<sup>15</sup>

Otra alternativa para corregir rotaciones en incisivos son los tornillos unidentales; también se pueden utilizar resortes para movimientos vestibulares, mesiales y distales (Fig. 53 A-B) y los arcos vestibulares para movimientos linguales. Las rotaciones se pueden corregir combinando la acción de un arco vestibular (se puede agregar un loop a nivel del diente) con la acción de un resorte formando así un par de fuerzas (Fig. 54). Los arcos para placas activas se construyen normalmente con alambres de 0.7 mm y los arcos para contenedores y arcos de proyección de 0.9 mm. Los arcos vestibulares deben cumplir con los principios físicos de los alambres, por lo que el calibre del alambre utilizado estará en relación con la fuerza que se va a aplicar. Para lograr mayor movimiento se utilizan alambres de menor calibre y los de mayor calibre se reservan para aparatos de retención.

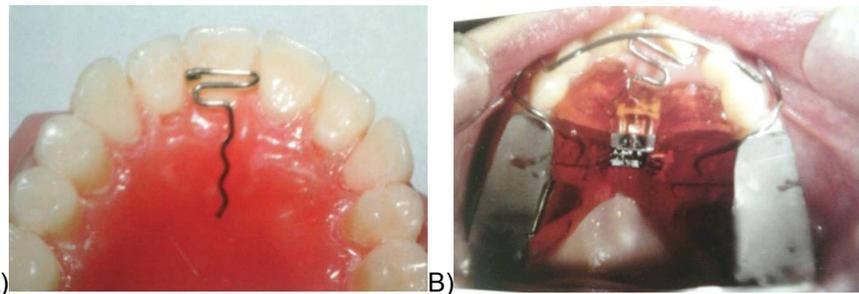


Fig. 53. A) Resorte Schwars. B) Placa activa con resorte Hawley, planos guía de oclusión y tornillo protrusión.<sup>16</sup>



Fig. 54. Los loops que se adicionan a los arcos vestibulares se utilizan para agregar elasticidad o para apoyarse sobre un diente determinado (como es el caso de las rotaciones).<sup>16</sup>

Los resortes son construidos con alambre de acero inoxidable de sección circular. El diámetro de la sección del alambre indicado depende del diente o dientes sobre los que se quiere actuar:

- Para un solo diente: alambre de 0.5 mm de diámetro.
- Para dos o más dientes; alambre de 0.6 mm o 7 mm de diámetro, dependiendo del tamaño de las raíces de los dientes sobre los que se aplicará el resorte.

Cuanto más ligera es la fuerza que se quiere hacer, más delgado debe ser el alambre (la resistencia del alambre es proporcional a la cuarta potencia del diámetro). Si por motivos de resistencia (para evitar roturas) está indicada la utilización de un alambre más grueso, se hace más fuerza. En estos casos

se puede aumentar la longitud del resorte para disminuir la fuerza (la resistencia es proporcional al cubo de la longitud).

La fuerza de un resorte es proporcional al módulo elástico y a la cuarta potencia de del diámetro e inversamente proporcional a la tercera parte de la longitud (Fig. 55). Normalmente se usa acero inoxidable, por lo que el módulo elástico es constante. Si se duplica el diámetro, la fuerza se multiplica por 16 y si se duplica la longitud (por ejemplo, con hélices) la fuerza se divide por 8.

$$R = m.e. \frac{d^4}{l^3}$$

Fig. 55. Fuerza de un resorte.<sup>16</sup>

De acuerdo con la segunda ley de Newton, toda acción tiene una reacción, entre más se activan los elementos activos más debe aumentar la retención del aparato, para que no se salga. Los resortes aplican su acción sobre un plano inclinado. La fuerza del resorte (FR) se divide entonces en dos:

- Una fuerza perpendicular al plano y que es la fuerza efectiva (FE) (la que mueve el diente).
- Una fuerza paralela al plano, que es la fuerza deslizante (FD) y representa la fuerza no efectiva.

Cuanto más perpendicular al diente es la fuerza, más gruesa tiene que ser la resina y por lo tanto interfiere más en la oclusión.

Si el resorte que se diseñó queda muy paralelo al diente, ejerce una fuerza efectiva muy pequeña y se puede compensar haciendo una retención de composite en el diente o diseñando un resorte encofrado (recubierto por resina) o un resorte auxiliar con resina (Fig. 56).<sup>16</sup>

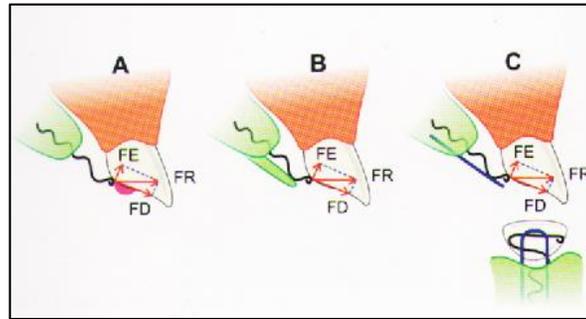


Fig. 56. Para minimizar la fuerza deslizante se puede hacer: A) Retención de composite en el diente, B) Resorte encofrado o C) Resorte auxiliar por encima del resorte activo. <sup>16</sup>

### 7.1.3. Corrección de caninos.

El canino, presenta una raíz muy voluminosa respecto al premolar y al lateral, genera una gran resistencia al movimiento por el gran apoyo en el hueso alveolar, transmitiendo las fuerzas aplicadas sobre él mismo a los dientes adyacentes. Por este hecho, para su corrección se debe distribuir la fuerza de desrotación en un grupo dentario. La utilización de asas a mesial y distal del canino, además de facilitar su corrección, permite servir de apoyo para distintos dispositivos auxiliares (Fig. 57).

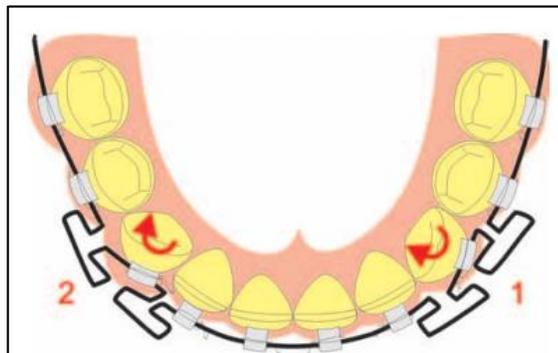


Fig. 57. Rotación de caninos con arco preformado de 4 asas en T. 1. Más sencillo de rotar. 2. Más difícil de rotar. <sup>15</sup>

La rotación del canino y la compensación vestibulolingual (in-out) incorporada en la prescripción, en especial en los caso de extracciones, se

modifica por cada autor para buscar unos objetivos determinados en la eficacia del tratamiento ortodóntico.<sup>15</sup>

#### 7.1.4. Corrección de premolares.

Los premolares ocupan mayor espacio cuando están rotados y su anatomía radicular dificulta la acción de la palanca realizada por el conjunto bracket/arco. Es necesario la utilización de dispositivos auxiliares apoyados en un arco rígido para lograr eficacia en el tratamiento, generando un par de fuerzas (Fig. 58).<sup>15</sup>

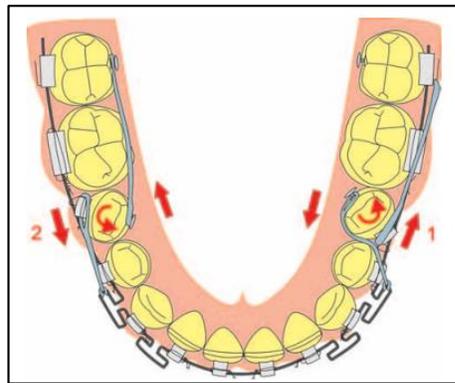


Fig. 58. Rotación de premolares con arco preformado de 4 asas en T. 1) Más sencillo de rotar. 2) Más difícil de rotar.<sup>15</sup>

Se pueden conjuntar diferentes tipos de aparatos para crear uno que cumpla el principio de acoplamiento (Figuras 59 y 60 A-B).



Fig. 59. Aparato transpalanaceo con ganchos modificado para el uso de cadenas elastoméricas unidas a botones metálicos bondeados en los segundos premolares superiores (15 y 25) mediante una cupla para permitir desrotarlos.<sup>17</sup>

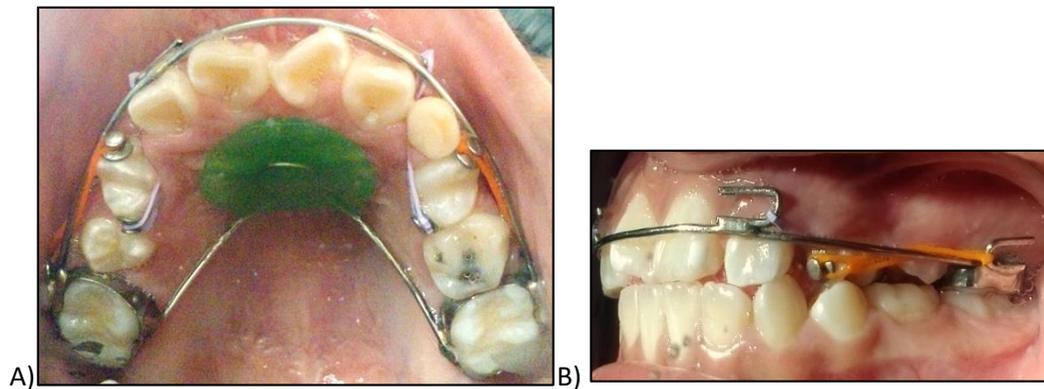


Fig. 60. A) Botón de Nance con arco vestibular sueldados a bandas de los primeros molares superiores permanentes. Botones metálicos en las caras vestibular y palatina de ambos primeros premolares superiores para colocación de cadenas elásticas y formar un sistema de acoplamiento. B) Ganchos hook en las bandas por la parte vestibular y en el arco vestibular a la altura de los incisivos laterales superiores. Fuente directa.

Los plásticos elastoméricos con fines ortodónticos como los módulos de pequeño tamaño o las cadenas elásticas sustituyen a las ligaduras de alambre para sujetar los arcos de alambre a los brackets o algún aditamento en numerosas aplicaciones. Sin embargo, al igual que la goma estos elastómeros tienden a perder elasticidad tras un período relativamente corto de uso intraoral, por lo que conviene tener en cuenta que al usar elástomeros las fuerzas decaen con rapidez por lo que se pueden clasificar mejor como fuerzas interrumpidas que como fuerzas continuas para mover los dientes.<sup>12</sup>

## 7.2. Retención de rotaciones.

Una vez finalizada la corrección de la rotación, se debe mantener la posición obtenida por un largo periodo de tiempo, construyendo una placa con el arco vestibular perfectamente adaptado, con apoyo acrílico en la zona palatina del diente (Fig. 61).<sup>15</sup>

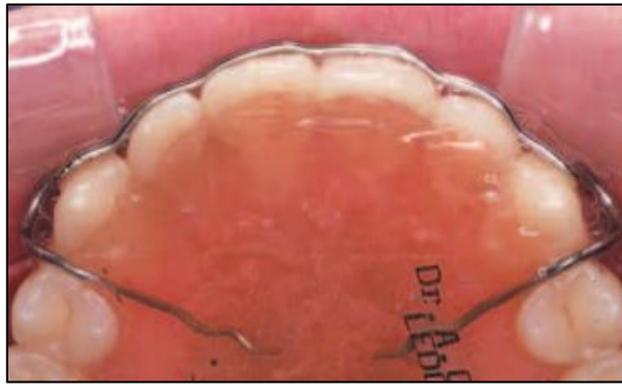


Fig. 61. Ajuste del arco vestibular y el acrílico por palatino. <sup>15</sup>



---

## 8. CONCLUSIONES.

- Las rotaciones dentarias no tienen una etiología determinada como tal, sino más bien existen diversos factores que determinan su presencia en los dientes permanentes.
- Cuando los patrones de erupción y los movimientos dentales fisiológicos son alterados durante la erupción, el diente puede tender a erupcionar con cierto grado de rotación.
- Es recomendable corregir las rotaciones de dientes permanentes a temprana edad aun cuando no estén cerrados los ápices, pero considerando una formación radicular de dos tercios en los dientes permanentes, ya que las fibras transeptales que unen al hueso con el diente son más difíciles de volverse a formar y tienden a regresar a su posición original cuando se deja de aplicar una fuerza.
- Los movimientos de inclinación se realizan en dirección labiolingual y son en los que se debe tener una mayor cautela porque la aposición ósea es un poco más lenta ya que el hueso cortical de las láminas óseas labial y lingual están formadas por hueso cortical denso.
- Los movimientos de traslación tienen una mayor eficacia cuando se utiliza un sistema de cuplas o acoplamiento.
- No se debe aplicar una fuerza mayor al límite que se establecido para cada tipo de movimiento dental, y se debe tomar en cuenta la duración o ritmo de la fuerza, ya que se puede provocar una reabsorción ósea o radicular.
- Una fuerza intensa, pero intermitente, es más apropiadas cuando se utiliza aparatología removible y una fuerza continua cuando se usa aparatología fija.



---

## 9. FUENTES DE INFORMACIÓN.

1. Cárdenas D. Fundamentos de odontología. Odontología pediátrica. 4ª ed. Medellín (Colombia): Corporación para Investigaciones Biológicas; 2009.
2. Canut JA. Ortodoncia clínica y terapéutica. 2ª ed. Barcelona (España): Masson; 2000.
3. Reyes CA, Torre H. Asociación de la oclusión de los primeros molares permanentes con los planos terminales de la primera dentición en una población de niños del posgrado de Odontopediatría. Tesis de maestría en Ciencias Odontológicas con Especialidad en Odontopediatría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Odontología (División de Estudios de Posgrado). Hallado en: <http://eprints.uanl.mx/3175/1/1080224611.pdf>.
4. Barbería E, Boj JR, Catalá M, García C, Mendoza A. Odontopediatría. 2ª ed. Barcelona (España): Masson; 2001.
5. Quirós O. Haciendo fácil la ortodoncia. Caracas (Venezuela): Amolca; 2012.
6. Moyers RE. Manual de ortodoncia. 4ª ed. Buenos Aires (Argentina): Médica Panamericana; 1992.
7. Vellini F. Ortodoncia. Diagnóstico y Planificación Clínica., Sao Paulo (Brasil): Arte Médicas Latinoamérica; 2002.
8. Okeson JP. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. 7ª ed. España: Editorial Elsevier; 2013.
9. Rojas G., Brito J., Díaz J., Soto S., Alcedo C., Quirós O., D'Jurisic A., Fuenmayor D., Maza P. Ortiz M. Tipo de Maloclusiones Dentales más frecuentes en los pacientes del Diplomado de Ortodoncia Interceptiva de la Universidad Gran Mariscal de Ayacucho 2007-2008. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. (Online). Enero 2010 (1-19). Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2010/art4.asp>.
10. Describan de Saturno L, Torres M. Ortodoncia en dentición mixta. Caracas (Venezuela): Amolca; 2007.
11. Gómez ME, Campos A. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. 3ª ed. México: Médica Panamericana; 2009.
12. Proffit W, Fields HW, Sarver DM, Ackerman JL. Ortodoncia contemporánea. 5ª ed. Barcelona (España): Elsevier; 2013.



- 
13. Nanda R. Biomecánicas y estética: estrategias en ortodoncia fija. Caracas (Venezuela): Amolca; 2007.
  14. Kwangchul C, Kyung-Ho K, Charles JB. Initial changes of centres of rotation of the anterior segment in response to horizontal forces. Pub Med. European Journal of Orthodontics 28 (2006) 471–474. Disponible en: <http://ejo.oxfordjournals.org/content/28/5/471.long>.
  15. Cervera A, Simón M. Corrección de rotaciones con arco recto. Revista Española de Ortodoncia 2003;33:249-59. Disponible en: [http://www.revistadeortodoncia.com/files/2003\\_33\\_3\\_249-259.pdf](http://www.revistadeortodoncia.com/files/2003_33_3_249-259.pdf).
  16. Echarri P. Tratamiento ortodóncico y ortopédico de primera fase en dentición mixta. 2ª ed. España: Ripano: 2009.
  17. Sapienza AV, Gurrola B, Casasa A. Sistemas de cupla y arco transpalanace modificado para desrotación de premolares. Evista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría (Online). 2013 (1-14). Disponible en: <http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2013/art8.asp>.