



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ALINEADORES DENTALES: UNA OPCIÓN DE
TRATAMIENTO EN DENTICIÓN MIXTA.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

ABRYL FRANCO MONROY

TUTOR: Mtra. DENIS ANAYANSI CUEVAS ROJO

MÉXICO, CDMX.

2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS.

A Dios, por permitirme llegar hasta este momento tan importante, por todas sus bondades y bendiciones que he recibido a lo largo de mi vida.

A mi mamá Claudia, por acompañarme siempre en todos los sentidos, por su amor, apoyo y esfuerzo, sin ella nada de esto sería posible. La admiro y la amo.

A mi papá Carlos, por ser mi primer y mejor paciente, por su confianza y por llevarme cada día a la escuela, sé que está orgulloso de mí.

A mi hermana Sofía, por las risas y los momentos compartidos.

A mi abuelita Guille, mi segunda mamá, por todo su amor, atenciones, apoyo y paciencia.

A mi familia, Estrella, Regina, Paola, Dante, Emilio, Tamara, Andrés y Reynaldo. Son muy importantes para mí.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme enseñado tanto y haber pasado los mejores años de mi vida en ella.

A mi tutora la Mtra. Denis Cuevas, por su apoyo en este trabajo.

PROPÓSITO.

Describir la técnica de alineadores dentales en la dentición mixta.

ÍNDICE.

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.

1.1 Odontogénesis.....	1
1.1.1 Morfogénesis del órgano dentario.....	2
1.1.1.1 Estadios histológicos del proceso.....	3
1.1.1.1.1 Brote o yema dentaria.....	3
1.1.1.1.2 Casquete.....	4
1.1.1.1.3 Campana.....	7
1.1.1.1.4 Terminal o aposicional.....	11
1.1.1.1.5 Formación de la raíz.....	12
1.2 Histogénesis del órgano dentario.....	13
1.2.1 Amelogénesis.....	13
1.2.2 Dentinogénesis.....	14
1.2.3 Cementogénesis.....	14
1.2.4 Periodontogénesis.....	15
1.3 Erupción dental.....	15
1.3.1 Mecanismo general de erupción.....	16
1.3.2 Movimientos dentarios de erupción.....	18
1.3.3 Etapas de la erupción dentaria.....	19
1.3.3.1 Preeruptiva.....	20
1.3.3.2 Eruptiva prefuncional.....	21
1.3.3.3 Eruptiva funcional o poseruptiva.....	24
1.4 Biopatología y consideraciones clínicas de la erupción.....	25
1.5 Dentición temporal.....	26
1.5.1 Cronología de erupción de la dentición temporal.....	29
1.5.2 Reemplazo de la dentición temporal.....	30
1.6 Dentición mixta.....	32
1.7 Dentición permanente.....	46
1.7.1 Cronología de erupción de la dentición permanente.....	47
1.8 Definición de Ortodoncia.....	48
1.8.1 Tipos de Ortodoncia.....	48

1.8.1.1 Preventiva.....	49
1.8.1.2 Interceptiva.....	51
1.8.1.3 Correctiva.....	52
1.9 Definición de maloclusión dental.....	53
1.9.1 Etiología.....	53
1.9.2 Factores generales.....	54
1.9.3 Factores locales.....	54
1.9.4 Tipos de maloclusión dental.....	54
1.9.4.1 Anomalías verticales.....	54
1.9.4.2 Anomalías sagitales.....	55
1.9.4.3 Anomalías transversales.....	56
1.9.4.4 Anomalías de espacio.....	57

CAPÍTULO 2: ALINEADORES DENTALES (INVISALIGN®).

2.1 Definición.....	58
2.2 Antecedentes históricos.....	58
2.3 Características.....	60
2.4 Indicaciones y contraindicaciones.....	71
2.5 Tipos de tratamientos.....	72

CAPÍTULO 3: INVISALIGN® FIRST.

3.1 Definición.....	75
3.2 Características.....	75
3.3 Indicaciones y contraindicaciones.....	81
3.4 Ventajas y desventajas.....	81
3.5 Flujo de trabajo digital.....	82
3.5.1 Captura de datos.....	82
3.5.2 Conversión de información (Scanner iTero Element®).....	82
3.5.3 Planeación (ClinCheck®).....	84
3.5.4 Tratamiento con Invisalign®.....	86
3.5.4.1 SmartTrack™, SmartStage™ y SmartForce™.....	86
3.5.5 Seguimiento (My Invisalign® App).....	88

3.6 Invisalign® Teen.....	89
3.6.1 Invisalign® con avance mandibular.....	91
3.6.1.1 Precision Wings.....	93
3.7 Invisalign Stickables™	94

INTRODUCCIÓN.

La tecnología avanza cada vez más rápido y con ello, la Odontología también cambia, sin duda estamos viviendo la era digital.

La estética es un aspecto importante actualmente, desde pequeños lo tenemos presente en la sociedad; es por esta razón que han surgido tratamientos de ortodoncia invisible.

Invisalign® First (o Fase 1) es un tratamiento de ortodoncia invisible para niños en crecimiento con dentición mixta temprana, es decir de los 6 a los 10 años, lanzado al mercado en el año 2018. Actúa como una opción de tratamiento interceptivo para evitar problemas futuros; se trata del uso de férulas fabricadas por un ordenador en 3D a medida de la boca del paciente que van realizando movimientos dentales secuencialmente y expanden de manera previsible la arcada para corregir maloclusiones, está diseñado teniendo en cuenta que los pequeños pacientes cuentan con coronas clínicas más cortas y dientes en erupción.

De los 10 años en adelante se continúa con Invisalign® Teen (o Fase 2) para el tratamiento en la dentición mixta tardía, con una opción incluida para corregir la maloclusión clase II mediante unos aditamentos de avance mandibular.

El procedimiento es digital ya que se utiliza un escáner para registrar las fotografías y modelos, y con los demás auxiliares de diagnóstico (radiografías y cefalometría) el especialista podrá brindar un plan de tratamiento previsible mediante un software y sus algoritmos.

Por lo que el propósito de esta revisión bibliográfica es describir puntualmente la técnica de alineadores así como sus características en la dentición mixta.

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.

1.1 Odontogénesis.

Se define como el proceso de desarrollo dental que conduce a la formación de los elementos dentarios en el seno del hueso maxilar y mandibular. En éste proceso, aparecen sucesivamente dos clases de dientes: *los temporales y los permanentes*.

Los dientes se desarrollan a partir de *brotes epiteliales* que empiezan a formarse en la porción anterior de los maxilares y luego avanzan hacia posterior. En su formación participan dos capas germinativas: *el epitelio ectodérmico* (origina el esmalte) y *el ectomesénquima* (forma los tejidos restantes: complejo dentinopulpar, cemento, ligamento periodontal y el hueso alveolar).

El papel inductor desencadenante durante este proceso es ejercido por el *ectomesénquima o mesénquima cefálico* (llamado así porque son células derivadas de la cresta neural que han migrado hacia la región cefálica) ejerciendo su acción inductora sobre el *epitelio bucal* (de origen ectodérmico) que reviste al *estomodeo o cavidad bucal primitiva*.

La acción inductora ejercida por diversos factores químicos en las distintas fases del desarrollo dentario y su interrelación, entre el epitelio y las diferentes estructuras de origen ectomesenquimático, conducen hacia una interdependencia funcional entre ambos tejidos que es conocida como: *interacción epitelio-mesénquima*.

Durante la odontogénesis distinguimos 2 fases importantes:

- 1) *Morfogénesis o morfodiferenciación*: Consiste en el desarrollo y formación de los patrones coronarios y radiculares como resultado de la división, desplazamiento y organización en distintas capas de las poblaciones celulares, epiteliales y mesenquimatosas.

2) *Histogénesis o citodiferenciación*: Se refiere a la formación de los distintos tipos de tejidos dentarios: el esmalte, la dentina, la pulpa, el cemento y el ligamento periodontal. (1)

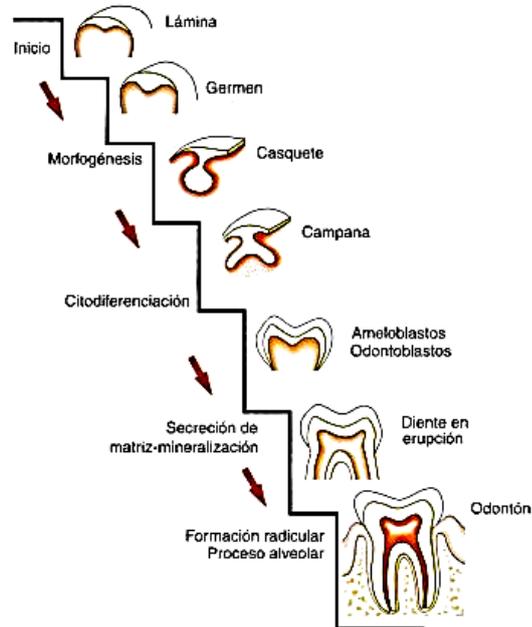


FIGURA 1 Secuencia clásica de etapas en la odontogénesis.

1.1.1 Morfogénesis del órgano dentario.

El ciclo vital de los dientes comprende una serie de cambios químicos, morfológicos y funcionales que comienzan en la 6ta semana de vida intrauterina y que continúan a lo largo de toda su vida.

La primera manifestación es la formación de la *banda epitelial primaria* (a partir del ectodermo que tapiza el estomodeo). En este momento, el epitelio ectodérmico bucal está constituido por dos capas: *una superficial de células aplanadas y otra basal de células altas*, conectadas al tejido conectivo embrionario o mesénquima por medio de la *membrana basal* (elemento sumamente importante para la diferenciación celular y la organogénesis dental).

Inducidas por el ectomesénquima subyacente, las células basales proliferan en todo lo largo del borde libre de los futuros maxilares y forman

la *banda epitelial primaria* que después dará lugar a dos nuevas estructuras: *la lámina vestibular y la lámina dentaria*.

- *Lámina vestibular*: Sus células proliferan dentro del ectomesénquima, aumentan rápidamente su volumen, degeneran y forman una hendidura que constituye el surco vestibular entre el carrillo y la zona dental.
- *Lámina dentaria*: Tiene una actividad proliferativa intensa y localizada, en la 8va semana de vida intrauterina se forman en lugares específicos 10 crecimientos epiteliales dentro del ectomesénquima de cada maxilar en los sitios (predeterminados genéticamente) correspondientes a los 20 dientes deciduos. También se originan los 32 gérmenes de la dentición permanente alrededor del 5to mes de gestación.

En su evolución, los gérmenes dentarios siguen una serie de etapas que de acuerdo con su morfología se denominan: *estadio de brote o yema*, *estadio de casquete*, *estadio de campana* y *estadio terminal, aposicional o maduro* (a continuación se explicarán con más detalle). (1)

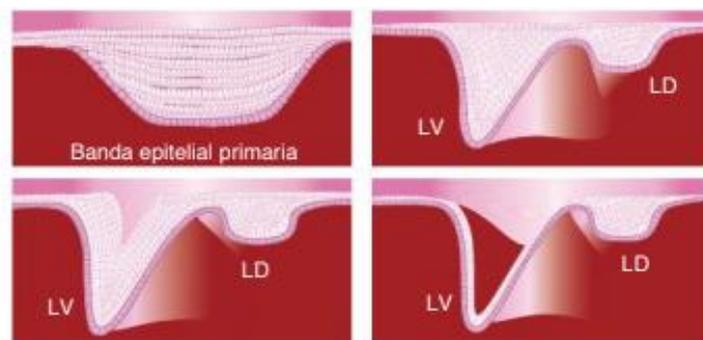


FIGURA 2 Formación de la lámina vestibular y dental.

1.1.1.1 Estadios histológicos del proceso.

1.1.1.1.1 Brote o yema dentaria.

El período de iniciación y proliferación es breve y casi a la vez aparecen 10 brotes en cada hueso (maxilar y mandíbula). Son engrosamientos de

aspecto redondeado que surgen como resultado de la división mitótica de algunas células de la capa basal del epitelio en las que asienta el crecimiento potencial del diente, se trata de una población de células madre que persistirá durante algún tiempo en las siguientes etapas del desarrollo dentario. Los brotes serán los *futuros órganos del esmalte*, dando lugar así al único tejido de naturaleza ectodérmica del diente. (1)

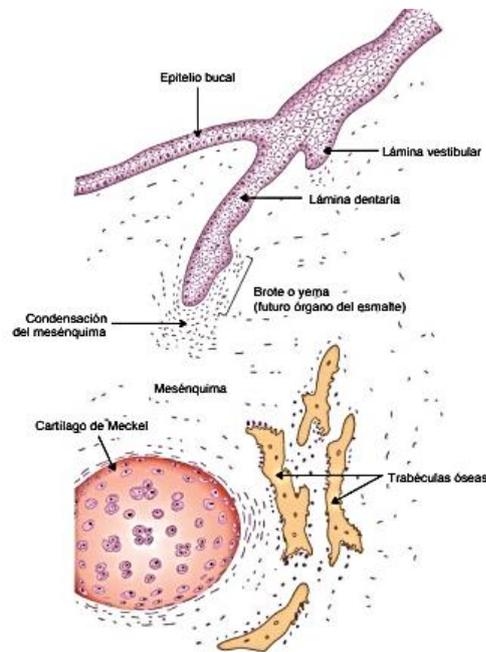


FIGURA 3 Formación del brote dentario.

1.1.1.1.2 Casquete.

La proliferación desigual del brote (9na semana) a expensas de sus bordes determina una concavidad en su cara profunda, por lo que adquiere un aspecto de “casquete”. Su concavidad central encierra una pequeña porción del ectomesénquima que lo rodea (es la *futura papila dentaria*) que dará origen al *complejo dentinopulpar*.

Histológicamente, se distinguen *tres estructuras en el órgano del esmalte u órgano dental*:

- a) *Epitelio dental externo*: Constituido por una sola capa de células cuboideas bajas dispuestas en la convexidad, están unidas a la

lámina dental por una porción del epitelio llamada: *pedículo epitelial*.

- b) *Epitelio dental interno*: Dispuesto en la concavidad, se compone inicialmente de un epitelio simple de células más o menos cilíndricas bajas que se diferenciarán en *ameloblastos* durante la fase de campana, de ahí que suele denominarse: *epitelio interno o preameloblástico*.
- c) *Retículo estrellado*: Constituido por células de aspecto estrellado cuyas prolongaciones se anastomosan y forman un retículo, están unidas mediante *desmosomas* que conforman una red celular continua.

La *papila* se encuentra separada del epitelio interno del órgano del esmalte por una *membrana basal* (representa la localización de la futura *conexión amelodentinaria*). El tejido mesenquimático que se encuentra inmediatamente por fuera del casquete y lo rodea casi por completo, salvo en el pedículo (que une el órgano del esmalte con la lámina dental) también se condensa, dando lugar así al *saco dentario primitivo o folículo dental*. El *órgano del esmalte, la papila y el saco* constituyen en conjunto el *germen dentario*.

Sintetizando, tenemos en esta etapa *tres estructuras embrionarias* fundamentales para el desarrollo dental:

1. *Órgano del esmalte*.
Origen: Ectodermo.
 - a) Epitelio dental externo.
 - b) Retículo estrellado.
 - c) Epitelio dental interno o preameloblástico.
2. *Esbozo de papila dentaria*.
Origen: Ectomesénquima.
3. *Esbozo de saco o folículo dentario*.
Origen: Ectomesénquima. (1)

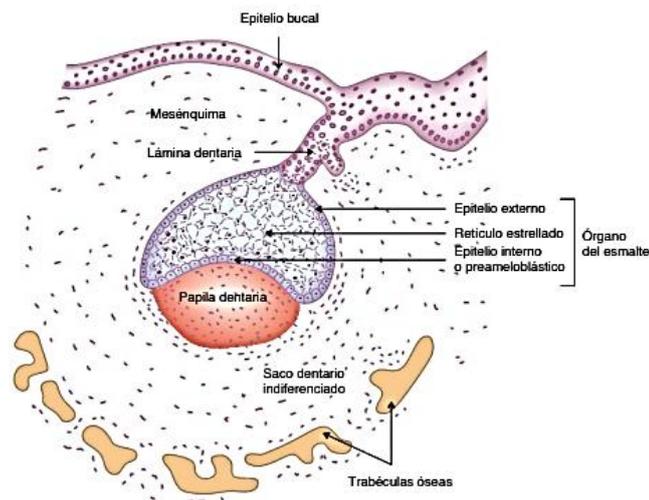


FIGURA 4 Estado de casquete inicial.

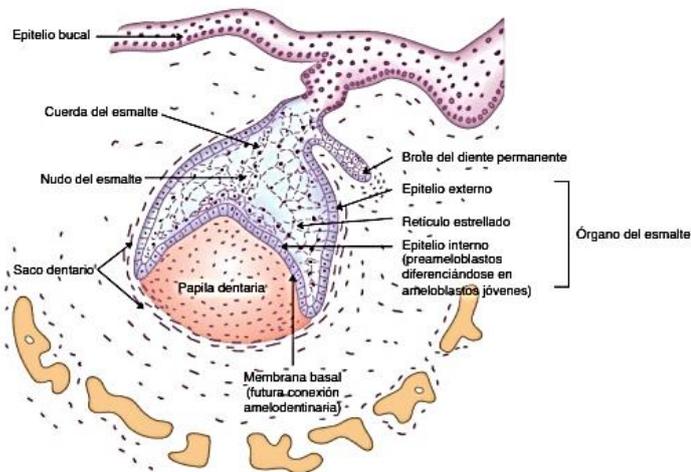


FIGURA 5 Etapa terminal de casquete.

1. Diferenciación de la lámina dental (6ta semana).		
2. Brote de células periféricas cúbicas, células internas poligonales.		
3. Casquete (9na semana).	Órgano del esmalte (3 capas).	-Epitelio externo: células cuboideas. -Reticulo estrellado: células estrelladas con espacios intercelulares grandes. -Epitelio interno: células cúbicas altas.
-Papila dentaria: condensación del mesénquima y capilares. -Saco dentario o folículo dental: condensación fibrilar del mesénquima periférico.		

TABLA 1 Cambios estructurales del estadio de brote y casquete.

1.1.1.1.3 Campana.

Ocurre entre las 14 a 18 semanas de vida intrauterina, se acentúa la invaginación del epitelio dental interno y adquiere el aspecto típico de una “campana”. En este estadio se observan modificaciones estructurales e histoquímicas en el órgano del esmalte, papila y saco dentario (*germen dentario*). El desarrollo de éste proceso considera *una etapa inicial y una avanzada*.

- *Órgano del esmalte:*

En la *etapa inicial* presenta una nueva capa: *el estrato intermedio* (situada entre el retículo estrellado y el epitelio dental interno).

Este período embrionario está constituido por:

- a) *Epitelio dental externo:* Las células cúbicas se han vuelto aplanadas y han tomado el aspecto de un epitelio plano simple. Al final de la etapa, presenta pliegues debido a invaginaciones o a brotes vasculares provenientes del saco dentario (capa interna) que aseguran la nutrición del órgano del esmalte.
- b) *Retículo estrellado:* Las células tienen un aspecto de estrellas y es notable el aumento de espesor debido al incremento del líquido intercelular, aunque con el avance del desarrollo su espesor se reduce a la *altura de las cúspides o bordes incisales*.
- c) *Estrato intermedio:* Entre el epitelio interno y el retículo estrellado aparecen varias capas de células planas que corresponden a este estrato, se hace más evidente por el mayor número de capas celulares en el sitio que corresponderá a las *futuras cúspides o bordes incisales*; participa indirectamente en la mineralización del esmalte durante la *amelogénesis*.

Al finalizar este estadio, cuando comienza la *histogénesis*, se vincula estrechamente con los vasos sanguíneos provenientes del saco dentario (no solo al asegurar la vitalidad de los ameloblastos subyacentes, también al controlar el paso del aporte de calcio del

medio extracelular al esmalte en formación), su papel es muy importante durante la etapa de *secreción y mineralización del esmalte*.

- d) *Epitelio dental interno*: Son células cilíndricas bajas y sus organelos no presentan aún en esta fase una orientación definida. Después de la diferenciación de los odontoblastos de la papila dentaria, estas células se diferenciarán en *ameloblastos*.

Existe una membrana basal que separa el epitelio interno y la papila dental a la que se asocian en la vertiente las denominadas: *fibras aperiódicas* (el conjunto de membrana basal y fibras aperiódicas se le llama: *membrana preformativa o lámina ameloblástica basal*).

En este período de campana, además se determina la *morfología de la corona* por acción o señales específicas del *ectomesénquima subyacente o papila dental* sobre el epitelio interno del órgano dental (conduce a que esta capa celular se pliegue, lo que dará lugar a la *forma, número y distribución de las cúspides*). Al avanzar en el estadio, el epitelio ejerce su influencia inductora sobre la papila dentaria. Las células superficiales ectomesenquimáticas indiferenciadas (*pluripotentes*) de la papila se diferencian en *odontoblastos* que comienzan a *sintetizar dentina a nivel de las cúspides*.

En la etapa de *campana avanzada*, y antes de que los odontoblastos empiecen a sintetizar y secretar la *matriz dentinaria*, los *ameloblastos* adquieren por citodiferenciación caracteres secretores de manera progresiva; estos permanecen inactivos (es decir, sin sintetizar las proteínas del esmalte) hasta que los *odontoblastos* segregan la *primera capa de dentina* (primer tejido dentario depositado).

• *Papila dentaria:*

La diferenciación de los odontoblastos se realiza a partir de las *células ectomesenquimáticas de la papila*, que evolucionan transformándose primero en *preodontoblastos* y finalmente en *odontoblastos secretores* destinados a formar la *dentina* (cuando ésta se forma, la porción central de la papila se transforma en: *pulpa dentaria*).

• *Saco dentario:*

Formado por *dos capas: una interna célulovascular y otra externa o superficial con abundantes fibras colágenas*. Las fibras colágenas y precolágenas se encuentran en forma circular, envolviendo al germen dentario en desarrollo, de ahí proviene la denominación de “*saco dentario*”. De la capa celular constituida por células mesenquimáticas indiferenciadas derivarán los componentes del *periodonto de inserción: cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar*.

Tanto la inervación como la irrigación presentan dos variedades: *una destinada al saco y la otra a la papila* (donde los vasos y nervios atraviesan el saco para distribuirse). Además en esta etapa, la lámina dentaria prolifera en su borde más profundo, que se transforma en un extremo libre situado con respecto al órgano del esmalte y forma el *esbozo o brote del diente permanente*. (1)

Organo del esmalte (cuatro capas).	-Epitelio externo. -Retículo estrellado. -Estrato intermedio: células planas. -Epitelio interno o preameloblastos.
Papila dentaria.	Sin diferenciación odontoblástica.
Saco dentario (dos capas).	Celulovascular. Fibrilar.

TABLA 2 Cambios estructurales de la fase inicial del estadio de campana.

Organo del esmalte.	<ul style="list-style-type: none"> -Epitelio externo: con pliegues. -Reticulo estrellado: partes laterales abundantes. -Estrato intermedio: mayor número de capas en zona cuspídeas o borde incisal. -Ameloblastos jóvenes: células cilíndricas con organoides no polarizados.
Papila dentaria.	<ul style="list-style-type: none"> Diferenciación odontoblástica. -Periferia papila. -Predentina (sin mineralizar). -Dentina.
Saco dentario.	Dos capas bien manifiestas.

TABLA 3 Cambios estructurales de la fase avanzada del estadio de campana.

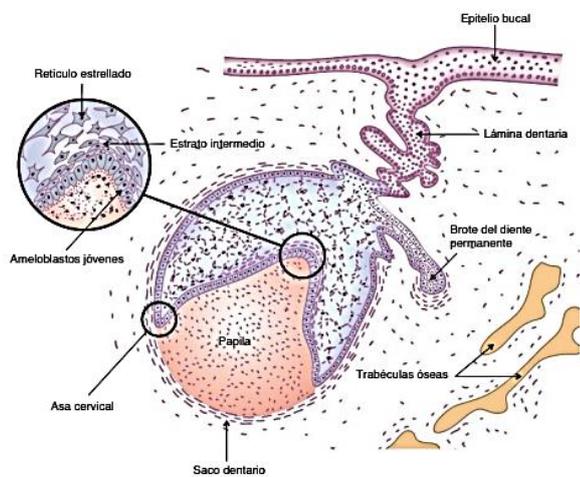


FIGURA 6 Estadio de campana inicial.

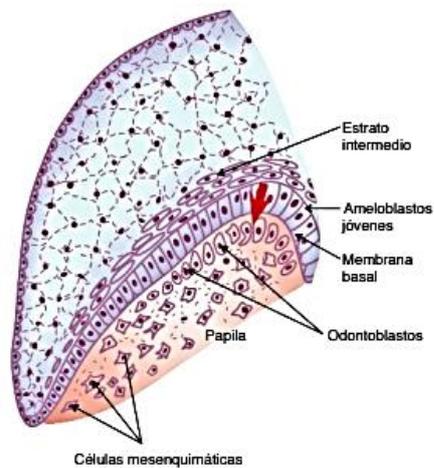


FIGURA 7 Detalle de la diferenciación odontoblástica.

1.1.1.1.4 Terminal o aposicional.

Inicia cuando en la zona de las futuras cúspides o bordes incisales se identifica la presencia del depósito de la *matriz del esmalte* sobre las capas de la dentina en desarrollo. La elaboración de la matriz orgánica (a cargo de los *odontoblastos* para la dentina y de los *ameloblastos* para el esmalte), es seguida por las fases iniciales de su *mineralización*.

El mecanismo de formación de la corona se realiza de esta manera: primero se depositan unas laminillas de dentina y luego se forma una de esmalte; el proceso se inicia en las cúspides o borde incisal y paulatinamente se extiende hacia el bucle cervical. En dientes multicuspidados, se inicia en cada cúspide de forma independiente y luego se unen entre sí, dando como resultado la presencia de surcos en la superficie oclusal de premolares y molares. Una vez formado el patrón coronario y comenzado el proceso de histogénesis mediante los mecanismos de *dentinogénesis* y *amelogénesis*, comienza el desarrollo y la formación del *patrón radicular*.

La mineralización de los dientes temporales se inicia entre el 5to y el 6to mes de vida intrauterina; es por eso que en el momento del nacimiento existen tejidos dentarios calcificados y en los primeros molares permanentes. Cuando la corona se ha formado, el órgano del esmalte se atrofia y constituye el *epitelio dentario reducido* (que sigue unido a la superficie del esmalte como una membrana delgada). Cuando el diente hace erupción, algunas células de este epitelio de las paredes laterales de la corona se unen a la mucosa bucal y forman el *epitelio de unión* (une la encía con la superficie del diente y establece el surco gingival). (1)

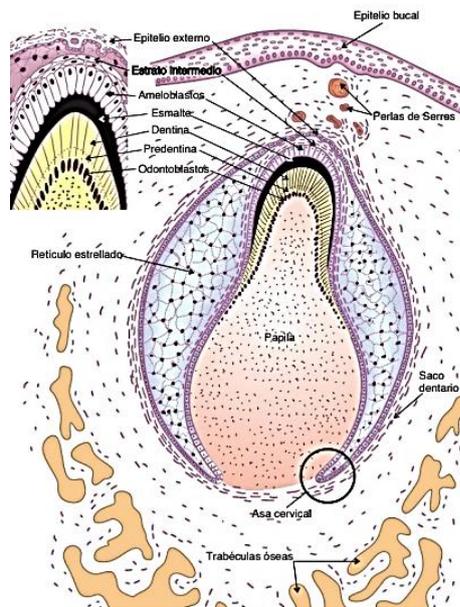


FIGURA 8 Estadio terminal.

1.1.1.1.5 Formación de la raíz.

La *vaina epitelial de Hertwig* desempeña un papel fundamental como inductora y modeladora de la raíz, es una estructura que resulta de la fusión del *epitelio interno y externo del órgano del esmalte* (sin la presencia del retículo estrellado en el asa cervical).

La vaina prolifera en profundidad, en relación con el *saco dentario* por su parte externa y con la *papila dentaria* por su parte interna. Al momento de proliferar, induce a la papila para que los odontoblastos radiculares se diferencien en la superficie del mesénquima papilar; cuando se deposita la primera capa de dentina radicular, la vaina de Hertwig pierde su continuidad (se fragmenta y forma los *restos epiteliales de Malassez*).

En los dientes multirradiculares, emite dos o tres especies de lengüetas epiteliales en el cuello, dirigidas hacia el eje del diente y destinadas a formar por fusión, *el piso de la cámara pulpar*. Una vez delimitado éste, proliferan en forma individual en cada una de las raíces; al completarse la formación radicular, la vaina se curva hacia adentro para formar el *diafragma*. Esta estructura marca el límite distal de la raíz y envuelve al

agujero apical primario (por éste entran y salen los nervios y vasos sanguíneos de la cámara pulpar). En este momento, la papila se transforma en *pulpa dental*. (1)

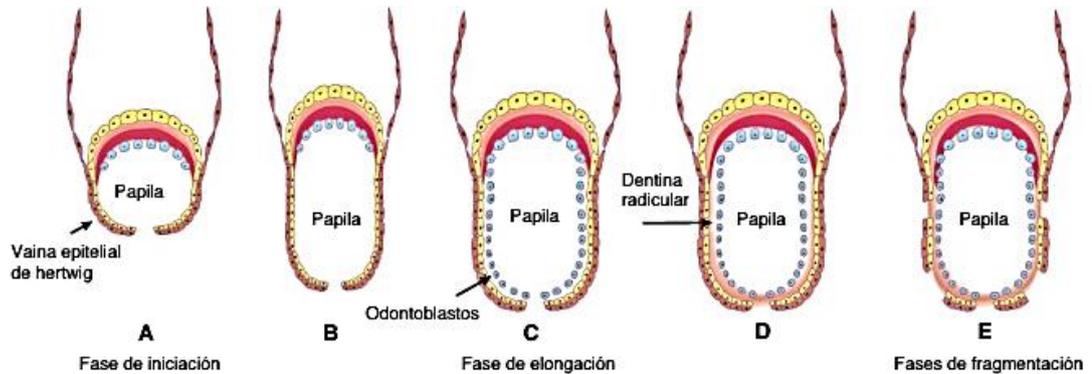


FIGURA 9 Formación de la vaina epitelial de Hertwig A) Fase de iniciación. B-D) Fase de elongación: diferenciación de odontoblastos y formación de dentina. E) Fase de fragmentación.

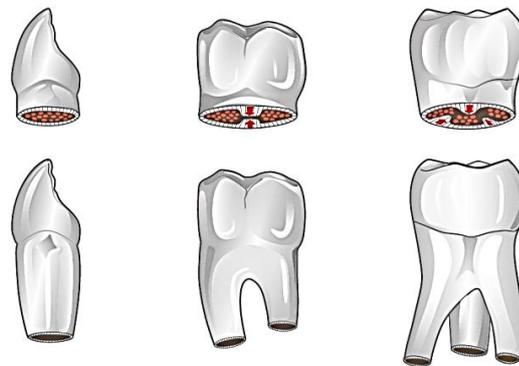


FIGURA 10 Formación de dientes con raíces uni, bi y trirradiculares.

1.2 Histogénesis del órgano dentario.

La histogénesis del esmalte recibe la denominación de *amelogénesis*, la formación de la dentina *dentinogénesis* y la del cemento *cementogénesis*. (1)

1.2.1 Amelogénesis.

Comprende *dos etapas*: 1) *la elaboración de una matriz orgánica extracelular* y 2) *su mineralización casi inmediata*, la cual conlleva: a) *formación, nucleación y elongación de los cristales* y b) *eliminación de la matriz orgánica y maduración del cristal*.

Los *ameloblastos* se diferencian a partir del epitelio interno del órgano del esmalte y alcanzan un alto grado de especialización, en el proceso de diferenciación se requiere la presencia de *dentina*. Debido a ello, la diferenciación se inicia en la región del extremo cuspídeo futuro o borde incisal del germen dentario, y siguiendo a la dentina en desarrollo se propaga en dirección de las asas cervicales hasta que las células del epitelio dental interno de la corona se transforman en *ameloblastos*. El extremo del asa cervical del órgano del esmalte determina la extensión de la aposición de éste, ya que los *ameloblastos* del epitelio dental interno solo llegan hasta ese nivel. El *ameloblasto* constituye la unidad funcional (es la única célula responsable de la secreción de la matriz orgánica del esmalte). (1)

1.2.2 Dentinogénesis.

Conjunto de mecanismos por los cuales la papila dental elabora por medio de sus células especializadas (*odontoblastos*), una matriz orgánica que más tarde se mineraliza para formar la *dentina*. Se consideran *tres etapas*: a) *elaboración de la matriz orgánica*, b) *maduración de la matriz*, c) *precipitación de sales minerales (calcificación o mineralización)*.

Su formación comienza en el *estadio de campana avanzada*, se inicia en la zona del vértice de la papila dental (que corresponde al área de las futuras cúspides o bordes incisales), desde donde continúa en dirección cervical para constituir la *dentina coronaria*. El depósito de dentina radicular se produce con posterioridad y en sentido apical bajo la inducción de la *vaina epitelial de Hertwig*. (1)

1.2.3 Cementogénesis.

La formación de dentina y cemento en la raíz depende de la presencia de la *vaina radicular de Hertwig* una vez que se ha completado la aposición del esmalte en toda la extensión de la corona. (1)

1.2.4 Periodontogénesis.

Con el desarrollo de la raíz se inicia la formación del ligamento, aunque la estructura definitiva se adquiere una vez que el diente ocluye con su antagonista. El saco dentario aporta el tejido mesenquimático que formará el *ligamento periodontal*. (1)

1.3 Erupción dental.

El ser humano posee a lo largo de su vida *dos tipos de denticiones: una temporal o primaria y otra permanente o secundaria*.

La dentición primaria se desarrolla durante la infancia y está constituida por un total de 20 dientes distribuidos de esta manera: un incisivo central, un incisivo lateral, un canino, un primer y un segundo molar. Estos dientes también son conocidos como: *dientes primarios, temporales, caducos, deciduos o de leche*; éstos se caen o se exfolian progresivamente como resultado de la reabsorción fisiológica de sus raíces (*rizoclasia*) y son sustituidos por los permanentes, que incorporan tres nuevos dientes por hemiarcada: dos premolares (1er y 2do) y un molar (3ero), dando un total de 32 dientes.

La formación de los dientes acompaña a las diferentes etapas del desarrollo y crecimiento craneofacial, desde el *período intrauterino hasta la etapa posnatal*, con la erupción completa de la dentición permanente y su oclusión. En el maxilar, el desarrollo es mayor que en la mandíbula tanto en sentido *transversal como sagital*. En los sectores posteriores de ambas arcadas, el aumento de longitud forma un espacio denominado: "*poslácteo*" para que más tarde erupcionen los *molares permanentes*. (1)

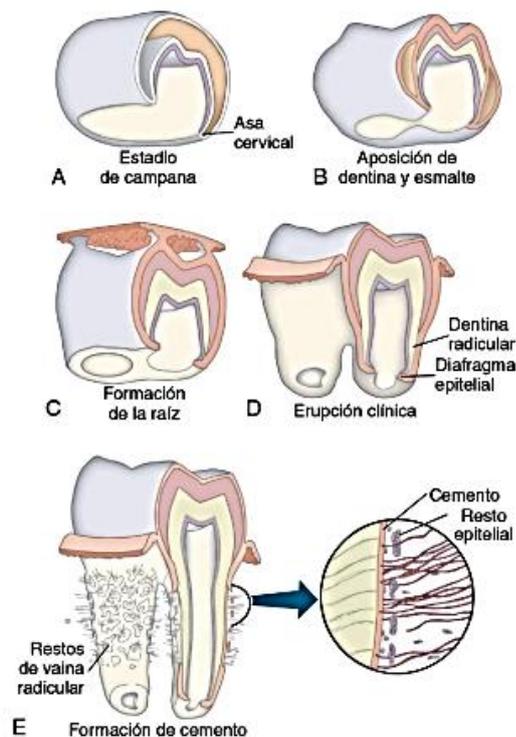


FIGURA 11 Resumen de la erupción del diente. A) Cambios preeruptivos iniciales en el órgano del esmalte en el estadio de campana. B) Cambios preeruptivos tardíos como la formación de dentina y esmalte. C) Cambios prefuncionales iniciales a medida que el diente se dirige hacia el epitelio bucal. D) Cambios prefuncionales tardíos a medida que el diente emerge hacia el interior de la cavidad bucal. E) Fase eruptiva funcional con contacto clínico. Se muestra el crecimiento de la raíz con la separación de la vaina radicular de la superficie de la raíz, también aparecen restos epiteliales y formación de cemento.

1.3.1 Mecanismo general de erupción.

Comprende una serie de fenómenos por los cuales el diente en formación dentro del hueso, migra hasta ponerse en contacto con el medio bucal y ocupar un lugar específico en la arcada.

Se describen *tres mecanismos básicos* como posibles responsables directos:

1. La *formación y crecimiento de la raíz* que va acompañado del remodelado del hueso y asociado al crecimiento de las arcadas. El crecimiento radicular y el depósito de cemento en el extremo apical provocan presiones en la canastilla ósea (produciendo un remodelado que facilita el proceso eruptivo).
2. El crecimiento del hueso alveolar por *resorción y aposición* selectiva de tejido óseo (que desplazaría al diente hacia la zona oclusal).
3. La *remodelación del ligamento periodontal* a tres niveles: 1) mediante la *presión vascular e hidrostática del tejido conectivo periodontal*, que produciría un aumento local de la presión en los tejidos periapicales y empujaría al diente en dirección oclusal (en trabajos experimentales *in vitro* e *in vivo*, se le adjudica mayor importancia a este punto), 2) a través de la *tracción del ligamento periodontal* como consecuencia del desarrollo y de los cambios de orientación de las fibras y la actividad contráctil de los miofibroblastos y 3) mediante la existencia de *apoptosis selectivas* que modificarían el patrón histológico del ligamento periodontal.

Asimismo, en este proceso contribuyen de manera significativa los *proteoglucanos* de la región (constituyentes del tejido conectivo que retienen mayor cantidad de agua); las propiedades biomecánicas de éstos se atribuyen a su naturaleza polianiónica y a que por lo tanto, pueden expandirse hasta casi un 50% y ejercer presión sobre cualquier barrera física que intente prevenir su expansión. Al parecer, es el *proteoglucano 1* (localizado en las regiones interfibrilares) el que controla la presión osmótica interna en dichos tejidos durante el proceso de erupción.

Se ha sugerido que la migración en dirección coronal de los fibroblastos que proliferan en la zona apical del ligamento periodontal en desarrollo podría contribuir a desplazar al diente hacia la mucosa bucal. La erupción se debe considerar como el resultado de un *fenómeno multifactorial*,

algunos autores consideran que el *desarrollo radicular*, el *crecimiento del hueso alveolar* y la *erupción dentaria* son mecanismos relacionados entre sí.

Además, estudios *in vivo* e *in vitro* han revelado que en los mecanismos de erupción intervienen distintas *hormonas* y *factores de crecimiento*. Entre las hormonas destacan: la *tiroxina* y la *hidrocortisona* (aceleran la erupción). Entre los factores de crecimiento se menciona: el *factor de crecimiento epidérmico (EGF)* que de forma directa o a través del factor transformador del crecimiento (*TGF β 1*), inicia la cascada de señales moleculares que estimulan el *comienzo de la erupción*. (1)



FIGURA 12 Genes, factores y mecanismos que desencadenan la erupción.

1.3.2 Movimientos dentarios de erupción.

Durante este proceso, el diente se traslada a través del hueso y de los tejidos blandos desde el lugar en el que se desarrolla hacia la cavidad bucal. Se distinguen *cuatro movimientos* esenciales:

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

Dichos 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*. Se ha demostrado que durante la oclusión (cuando los dientes se ponen en contacto con su antagonista) se producen fuerzas que actúan como guías mutuas para producir las *relaciones intercuspidas* adecuadas; cuando existe un desequilibrio entre éstas, por una mala posición de los dientes en la arcada o una oclusión inadecuada, se produce una *maloclusión*.

Los *movimientos fisiológicos de los dientes*, de acuerdo con el *momento en que actúan*, se clasifican en:

- a) *Movimientos dentarios preeruptivos*: Se realizan en diferentes direcciones, tanto en los gérmenes dentarios de los dientes temporales como en los permanentes antes de su erupción en la cavidad bucal; su objetivo es mantener la posición de éstos en el maxilar y mandíbula (que se están expandiendo por el crecimiento).
- b) *Movimientos dentarios eruptivos*: 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.
- c) *Movimientos dentarios poseruptivos*: Encargados de mantener al diente en oclusión y compensar su desgaste oclusal y proximal. (1)

1.3.3 Etapas de la erupción dentaria.

El estudio del proceso eruptivo se divide en *tres etapas*: *preeruptiva*, *eruptiva prefuncional* y *eruptiva funcional*. (1)

1.3.3.1 Preeruptiva.

Los gérmenes dentarios que se desarrollan en el interior de los maxilares durante este período ya han completado su formación coronaria; además, el órgano del esmalte se ha transformado en el *epitelio dentario reducido*. Exteriormente, están rodeados por el *saco dentario* y su presencia favorece el crecimiento simultáneo del tejido óseo que forma los alveolos primitivos que rodean a cada uno de los gérmenes en crecimiento en forma de *canastillas o criptas*; esta etapa se extiende hasta el *comienzo de la formación radicular*.

Los dientes temporales están separados del epitelio de la mucosa bucal solamente por los *tejidos blandos*, pero los permanentes se encuentran totalmente rodeados por las *criptas óseas*, excepto en la región oclusal y en dirección lingual (donde existe un orificio llamado: *canal gubernacular o gubernaculum dentis* que comunica al diente permanente en desarrollo con el corion gingival). Se sugiere que tanto el *canal gubernacular* como su contenido (representado por restos de la lámina dental y tejido conectivo), podrían tener la función de guiar al diente permanente en su trayectoria eruptiva. Durante la erupción del diente permanente, el *conducto gubernacular* se ensancha por la actividad osteoclástica, favoreciendo así su movimiento ascensional.

El hueso se desarrolla a una velocidad mayor que los tejidos dentarios; con el tiempo, se establece un cambio real en la posición del maxilar y diente. Los dientes temporales se desarrollan, crecen y se desplazan más fácilmente en *dirección vestíbulo oclusal*, mientras que los permanentes experimentan movimientos complejos antes de alcanzar la posición final desde la cual erupcionan. Al final de esta fase, los incisivos y caninos permanentes se sitúan lingual respecto de la región apical de los temporales, los premolares se sitúan a nivel oclusal. (1)

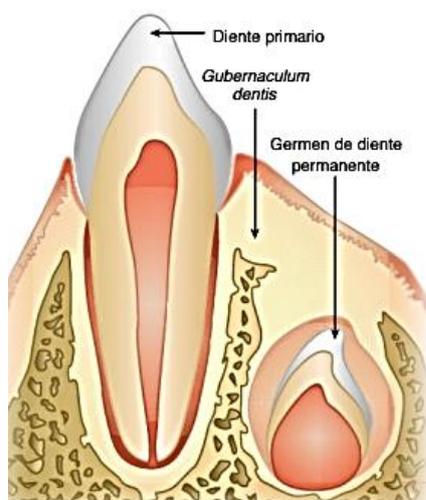


FIGURA 13 El *canal gubernacular* dirige la erupción del diente permanente.

1.3.3.2 Eruptiva prefuncional.

Comienza con la *formación radicular y termina cuando el diente hace contacto con su antagonista* (ésta incluye la formación de la raíz, el desarrollo del ligamento periodontal y la diferenciación del periodonto de protección: *encía y unión dentogingival*).

El desarrollo radicular va asociado al desplazamiento gradual de la corona que se aproxima al epitelio bucal, las células centrales de esta masa epitelial degeneran y se necrosan por falta de irrigación; esto va precedido por isquemia que superficialmente en la mucosa se observa como un cambio de color rosado a blanquecino. La necrosis celular y la presión que ejerce el diente facilitan su salida hacia la cavidad bucal a través de una abertura por donde emerge el borde dental.

Formación de la raíz.

Inicia con la proliferación de la *vaina de Hertwig* (esta lo hace primero en sentido horizontal para estrechar el gran espacio cervical que presenta el borde inferior de la corona), este crecimiento epitelial toma el aspecto de un diafragma, llamado: *diafragma epitelial*, que desempeña un papel

importante ya que determina la separación entre la papila y el tejido conectivo subyacente que se interpone entre el borde inferior del germen dentario en desarrollo y el fondo de la canastilla ósea que lo aloja, además de que establece un *plano fijo de crecimiento*.

Antes de que los ameloblastos situados en la proximidad del asa cervical depositen esmalte para el cuello del diente o *futura unión amelocementaria*, éstas células entran en mitosis (esto conlleva a que el tejido epitelial constituido únicamente por los epitelios externo e interno se alarguen en dirección apical). Esa región deja de llamarse “asa” para recibir el nombre de “*vaina epitelial de Hertwig*”, que cumple las siguientes funciones: *inductora* (sobre la papila dentaria, lo que provoca la diferenciación de los odontoblastos que sintetizarán la dentina radicular) y *modeladora de la raíz* (determina la forma y número de la o las raíces por medio del *diafragma epitelial*, que adopta diferentes aspectos según el diente en desarrollo: uni, bi o trirradicular).

Formación del ligamento periodontal.

Mientras continúa el depósito de cemento sobre la dentina radicular recientemente formada, se inicia el desarrollo y organización del ligamento periodontal a partir del *folículo o saco dentario*. Las células mesenquimáticas indiferenciadas del saco (que dan origen a los *cementoblastos*) también originan a los *fibroblastos* del ligamento periodontal en desarrollo y a los *osteoblastos* del hueso alveolar en diferenciación.

Los *fibroblastos* (células principales del tejido conectivo) son los encargados de *elaborar las fibras y la sustancia fundamental del ligamento periodontal*. Estructuralmente, se ha observado primero una red de finísimas fibrillas colágenas sin una disposición determinada, sobre la cual posteriormente se forman las fibras periodontales que se orientan desde el cemento hacia el hueso. Para permitir la erupción de los dientes,

el ligamento experimenta modificaciones o remodelaciones, se ha informado que algunas de estas células (*miofibroblastos*) contienen proteínas contráctiles y que en conjunto, podrían formar una red celular que generaría una fuerza que participaría en el *proceso de erupción*.

En el extremo apical de la raíz en crecimiento el *ligamento en hamaca* (fibras colágenas dispuestas en forma curva alrededor del borde de la raíz) es la base o plano fijo a partir del cual el diente se mueve hacia bucal. Esto estaría complementado, porque la formación de la raíz estimula el crecimiento del hueso y se depositan trabéculas en el fondo del alveolo, lo que ayuda al *movimiento eruptivo vertical*. (1)

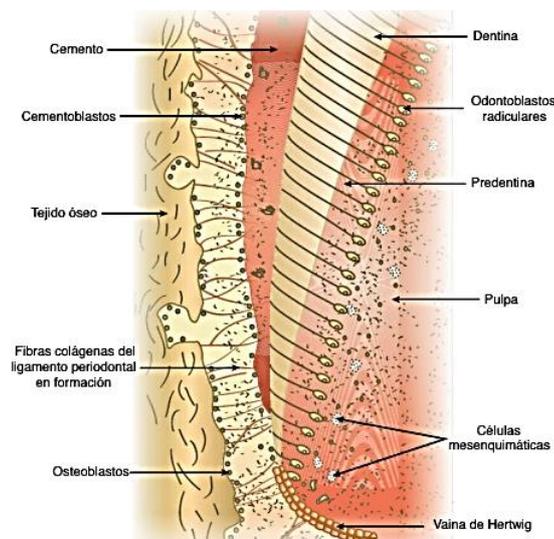


FIGURA 14 Estructura del periodonto de inserción en desarrollo.

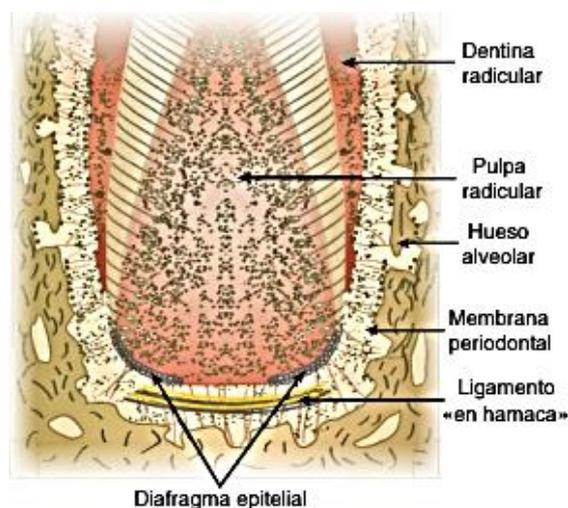


FIGURA 15 Localización del ligamento en hamaca.

1.3.3.3 Eruptiva funcional o poseruptiva.

Comprende desde que el diente entra en contacto con su antagonista (*plano de oclusión*) hasta su pérdida por diversas causas.

Aunque los movimientos poseruptivos continúan durante toda la vida del diente, ahora se vuelven muy lentos y existen *tres tipos*:

- a) *Movimientos de acomodación para adaptarse al crecimiento de los maxilares*: Se refieren a un reajuste en la posición alveolodentaria, son más activos entre los 14 y 18 años.
- b) *Movimientos para compensar el desgaste oclusal y proximal del diente*: Se observa el depósito de cemento secundario o celular especialmente en la zona del ápice (cuyo espesor es mayor con la edad). La aposición de cemento es suficiente para equilibrar el desgaste oclusal fisiológico.
- c) *Movimientos para compensar el desgaste en los puntos de contacto*: Para mantener el contacto interproximal tiene lugar un desplazamiento en sentido mesial del diente (provocado por fuerzas oclusales y por la presión ejercida por la lengua y las mejillas).

En caso de pérdida del antagonista, el movimiento eruptivo continúa, aunque lentamente, y en algunas circunstancias se produce la exposición de la raíz; esto demuestra que la *erupción activa* se mantiene durante toda la vida del diente. En cambio, se designa con el nombre de *erupción pasiva* a la migración del epitelio de unión dentogingival en dirección apical. (1)

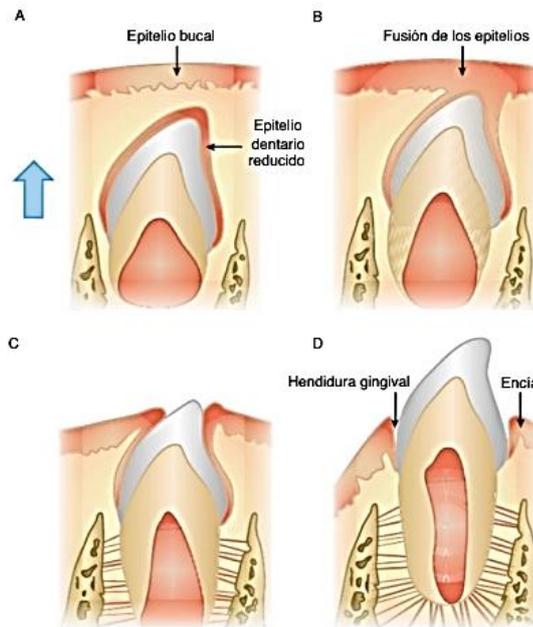


FIGURA 16 Etapas de la erupción dentaria. A) Movimientos preeruptivos. B) Movimientos eruptivos prefuncionales. C) Diente en erupción. D) Diente erupcionado.

1.4 Biopatología y consideraciones clínicas de la erupción.

La erupción dentaria y su cronología pueden tener muchas variantes y pueden verse alteradas por numerosos factores, tanto *sistémicos* como *locales*.

- *Factores sistémicos:*

- a) Deficiencias nutricionales que retardan la erupción.
- b) Deficiencias endocrinas (diabetes e hipertiroidismo).
- c) Alteraciones genéticas vinculadas a los genes implicados.

- *Factores locales:*

- a) Pérdida prematura del diente primario.
- b) Traumatismos graves en los dientes temporales.
- c) Quiste de erupción o hematoma de erupción.
- d) Quistes dentígeros.
- e) Longitud inadecuada del arco dentario.

- f) Terceros molares comúnmente incluidos.
 - g) Fibromatosis gingival hereditaria.
 - h) Respiración bucal y trastornos en la masticación, deglución y fonación.
 - i) Permanencia de los dientes temporales (retenidos o anquilosados).
- (1)

1.5 Dentición temporal.

Los dientes comienzan su erupción alrededor de los *seis a siete meses de edad* y el proceso se completa a los *tres años* (en este momento, todas las raíces temporales están completamente formadas). Cuando se inicia dicho proceso, el niño experimenta molestias por la irritación local de la mucosa, un aumento de la salivación y la necesidad de llevarse objetos a la boca provocando el roce mecánico sobre la mucosa y facilitando que el diente emerja en la cavidad bucal.

La dentición primaria completa y en oclusión determina un circuito integrador de reflejos neuromusculares que estimulan el desarrollo maxilar y mandibular, y por supuesto, *el crecimiento de la articulación temporomandibular (ATM)*. Éstos dientes le sirven al niño desde los 3 a los 6 años, pues a esa edad comienzan a exfoliarse (*rizoclasia fisiológica*) y son reemplazados por los permanentes.

Las *características* de la oclusión primaria en general son:

- Los dientes inferiores ocluyen por dentro de los superiores.
- Cada diente se relaciona con dos del arco opuesto (excepto los incisivos centrales inferiores y los segundos molares superiores).
- Relación incisiva borde a borde o ligero resalte/sobremordida.
- Los arcos son redondeados.
- La implantación de los dientes es casi perpendicular respecto a sus bases óseas, por lo que la superficie oclusal es plana, en sentido

anteroposterior (*curva de Spee*), como transversal (*curva de Wilson*).

El *resalte u overjet* es la relación horizontal o la distancia entre el incisivo central maxilar y el incisivo central mandibular, los valores normales varían entre 0 y 4 mm. La *sobremordida u overbite* es la magnitud de la superposición vertical entre los incisivos centrales maxilares y mandibulares, varía entre 10 y 40%.

Los *arcos primarios pueden ser de dos tipos*: el que Baume llama *cerrado sin espacios o arco moderno* (donde todos los dientes están en contacto) y *el arco con diastemas* (éstos espacios son de varios tipos y permiten un correcto establecimiento de la oclusión permanente, es así como podemos encontrar los siguientes):

- *Espacios interdentarios*: Pequeños espacios entre diente y diente que se presentan en forma generalizada, estando situados frecuentemente en la zona incisiva (su ausencia hará pensar en problemas de espacio).
- *Espacios fisiológicos (primates)*: En escenarios ideales hay un espacio por mesial del canino superior y por distal del canino inferior, este espacio se llama *primate* y es un reservorio para compensar el déficit de espacio regional al momento del cambio por los incisivos permanentes.
- *Espacio libre de Nance*: Espacio disponible cuando se reemplazan los caninos y molares por sus homólogos permanentes. *El espacio de deriva*, se produce cuando el espacio libre de Nance es aprovechado para la mesialización del primer molar permanente y el establecimiento de la clase I molar.

Relación canina: La relación normal, es con el canino inferior ocluyendo con su vertiente distal la vertiente mesial del canino superior. Pasando una tangente a la cara distal del canino superior y otra a la distal del

canino inferior, quedan paralelas con una distancia que se considera normal entre 2 y 3 mm. Si la distancia es mayor de 3 mm y coincidiera con una relación mesial exagerada en los molares, se considera que hay una tendencia *clase III*. Si fuera menor de 2 mm y la relación de los molares distal, la tendencia es *clase II*.

Relación molar: Se describe en términos de la relación entre los *planos terminales*. Los planos terminales son las *superficies distales de los segundos molares primarios superiores e inferiores* y pueden relacionarse entre sí de *tres maneras posibles*:

- *Plano terminal recto:* Es el más frecuente, tanto el plano maxilar como el mandibular están en el *mismo nivel anteroposterior*.
- *Escalón mesial:* El plano terminal maxilar es relativamente más *posterior* que el plano terminal mandibular.
- *Escalón distal:* El plano terminal maxilar es relativamente más *anterior* que el plano terminal mandibular.

Una vez completa la dentición primaria hay un período de más o menos tres años durante el cual no hay erupción de nuevos dientes, llamado: *periodo de reposo*; en este período hay una aparente *creación de espacios en el sector anterior* que puede deberse a un simple desplazamiento por presión muscular de piezas que van perdiendo su soporte radicular, o bien, el resultado de la *atrición* que elimina la parte más ancha de la corona para dejar espacios aparentemente más grandes entre coronas de menor ancho.

La dentición presenta por distal de los segundos molares inferiores la aparición gradual de un *plano retromolar o poslácteo*; si se observa en la etapa más temprana, el borde anterior de la rama está a muy poca distancia de los últimos molares, al final de este período más o menos a los 5 años de edad, se observa una distancia mayor, indicando un intenso

crecimiento mandibular que crea un espacio para el primer molar permanente en desarrollo. (1,2)



FIGURA 17 Dentición temporal.

1.5.1 Cronología de erupción de la dentición temporal.

No existe un tiempo específico para que cada diente erupcione (por lo que se habla de un *rango promedio*), en ocasiones se encuentran diferencias de hasta un año entre un individuo y otro. (3)

Dientes primarios listados en orden de erupción (secuencia)	Inicio de la calcificación (meses in útero)	Corona completada posnatalmente (meses)	Aparición en la cavidad bucal (edad de erupción) (meses)	Raíz completada (años)
Incisivo central inferior	3-4	2-3	6-8	1-2
Incisivo central superior	3-4	2	7-10	1-2
Incisivo lateral superior	4	2-3	8-11	2
Incisivo lateral inferior	4	3	8-13	1-2
Primer molar superior	4	6	12-15	2-3
Primer molar inferior	4	6	12-16	2-3
Canino superior	4-5	9	16-19	3
Canino inferior	4-5	9	17-20	3
Segundo molar inferior	5	10	20-26	3
Segundo molar superior	5	11	25-28	3

TABLA 4 Cronología del desarrollo de la dentición temporal.

1.5.2 Reemplazo de la dentición temporal.

Para que se produzca el recambio de los dientes temporales por los permanentes, es necesaria la resorción fisiológica de la raíz o raíces de los dientes deciduos. Este proceso se denomina: *rizoclasia* y es el resultado de la presión que ejerce el diente permanente en erupción, cabe mencionar que no es un proceso continuo, pues existen períodos de *resorción activa* que alternan con otros de *descanso* en los que puede existir depósito de *cemento cicatricial*.

En el *período de reposo* puede haber reinserción dentaria debido a procesos reparativos en el hueso y el cemento, es por esta razón que los niños experimentan etapas de *movilidad* que se alternan con otras de *estabilidad dentaria* (pero la resorción predomina finalmente y conduce a la pérdida del diente). La resorción de la raíz de los incisivos y caninos comienza por el lado lingual (por la ubicación de los permanentes), incluso el diente en ocasiones se cae con la porción de la raíz bucal intacta. En el caso de los premolares, las raíces divergentes de los molares primarios (entre los que éstos se ubican, frecuentemente se eliminan en su totalidad).

El patrón de exfoliación es simétrico en cada hemiarcada y tanto en el maxilar como en la mandíbula. Los primeros molares deciduos se exfolian prácticamente de modo simultáneo, no así como los segundos molares, pues los inferiores se pierden antes que los superiores; estadísticamente las mujeres exfolian antes que los hombres.

Mecanismo de resorción.

Está a cargo de células que tienen una estructura y función similares a los osteoclastos llamados: *odontoclastos* (son células multinucleadas con citoplasma vacuolado).

El tejido periodontal se desorganiza por completo, los *fibroblastos* detienen la síntesis de colágeno y éste se degrada; las fibras se liberan del hueso y del cemento. Los vasos sanguíneos se comprimen localmente, acelerando así dicho mecanismo. Se observa un descenso importante del epitelio de unión debido a la pérdida del aparato de sostén, lo que conlleva a la movilidad del diente, llega un momento en el que el diente está flojo por la falta del periodonto de inserción y por la acción de las fuerzas masticatorias y se produce su *pérdida o exfoliación*. La erupción del diente permanente es relativamente fácil, ya que el camino está casi totalmente preparado.

La erupción propiamente dicha del diente permanente coincide en el tiempo con el desarrollo y calcificación de su porción radicular. Simultáneamente, cuando el diente permanente realiza los *movimientos preeruptivos y eruptivos prefuncionales*, el diente temporal se encuentra en pleno proceso de *resorción radicular*; esto permite crear el espacio que facilita no solo el *movimiento ascensional*, sino además el crecimiento de la raíz. (1)

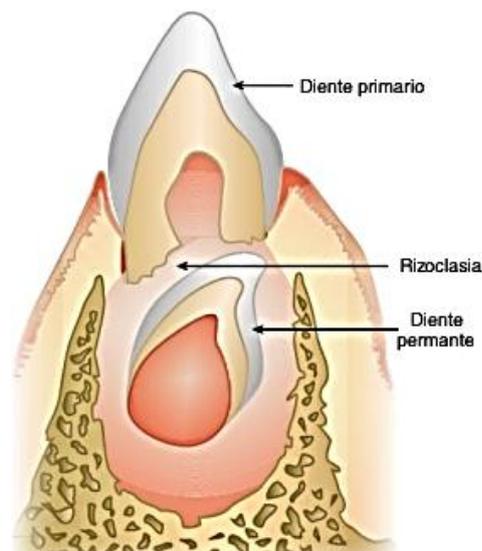
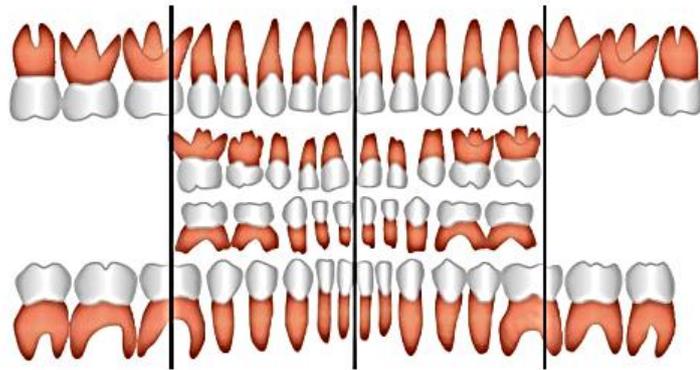


FIGURA 18 Reabsorción radicular (rizoclasia) del diente primario.



Dentición temporal: erupción desde los 6 a los 26 meses.
 Dentición permanente: erupción desde los 6 a los 17 años.

FIGURA 19 Dientes temporales y permanentes en una ficha de consulta odontológica.



FIGURA 20 Radiografía que muestra la ubicación de los premolares entre las raíces de los molares primarios (dentición mixta).

1.6 Dentición mixta.

Se define como el periodo de sustitución que dura 6 años (*desde los 6 a los 12 años*) y se caracteriza porque en las arcadas se observan tanto *dientes temporales como dientes permanentes*.

Se divide en 2 etapas: *temprana y tardía*.

- *Mixta temprana*: Corresponde con la *erupción de los incisivos superiores e inferiores (centrales y laterales) y con la erupción del primer molar permanente* (por detrás de los segundos molares primarios que le sirven de guía). En esta primera etapa, se forman *dos centros eruptivos*, mientras entre ambos queda un área de sostén, que es la que mantiene la altura y la oclusión durante esta

etapa de recambio. El primer molar permanente o “*molar de los 6 años*” se considera como un *diente clave* para el desarrollo normal de la dentición y de la oclusión. Concretando, este primer periodo transicional es relevante para la nueva oclusión ya que con la erupción del primer molar se adquiere una nueva *relación molar* y al erupcionar los incisivos (superiores e inferiores) se establece la *sobremordida horizontal y vertical.*

- *Mixta tardía:* Comienza aproximadamente a los 10 años, con la *erupción de los premolares* (que se ubican en el lugar de los molares temporales), *los caninos y los segundos molares.* Estos nuevos dientes van cerrando los espacios creados durante el crecimiento de los maxilares.



FIGURA 21 Dentición mixta.

	Temporales	Permanentes
Números de dientes	20	32
Esmalte y dentina	Más delgados	Más gruesos
Duración	Desarrollo más rápido -8 ½ años	Desarrollo más lento -6 años a ¿?
Tamaño	Más pequeños, excepto anchura MD de molares	Más grandes
Forma de la corona	Contorno mayor, sobre todo en área cervical	Curva M/D/V/L
Áreas de contacto	Planas	Puntuales
Forma de la raíz	Raíces molares curvas	Raíces más rectas
Cámara pulpar	Más grande, en relación con el resto del diente Pulpa en forma de cinta en la raíz	Más pequeña Forma oval en la raíz

Conductos accesorios	Más en el área de bifurcación que en los dientes permanentes	Más en el área apical
Anchura MD de los incisivos (la diferencia se llama discrepancia incisiva)	Más pequeña (los incisivos están más verticales)	Más grande (los incisivos tienen una gran angulación)
Anchura MD de los molares primarios y premolares permanentes (la diferencia se llama espacio de deriva)	Más grande	Más pequeña (1,3mm en maxilar, 3.1mm en mandíbula)
Reabsorción de la raíz	Normal	Patológica
Dureza de la dentina	Dentina periférica -igual	-Igual
Dentina central	Más blanda	Más dura
Dentina pulpar	Más blanda	Más dura

TABLA 5 Resumen comparativo de dientes deciduos y permanentes.

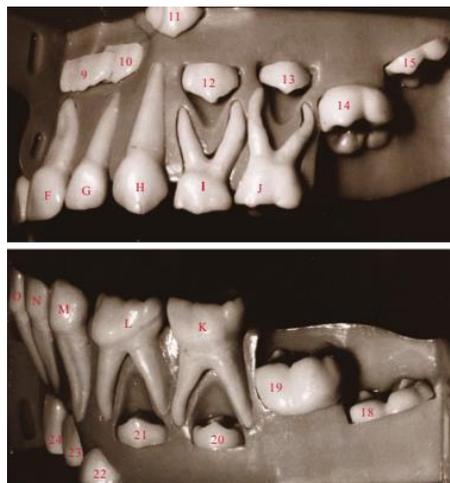


FIGURA 22 Modelos que muestran las fases del desarrollo de la dentición de un niño de 3 años de edad.

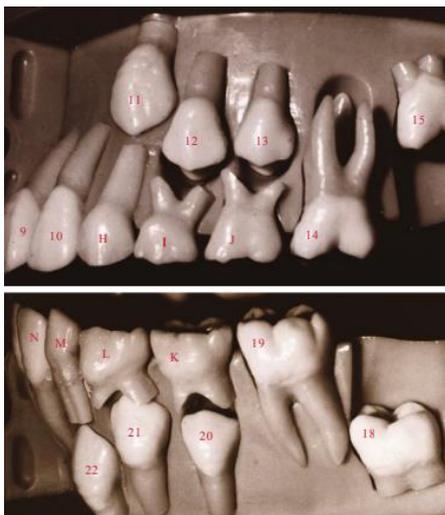


FIGURA 23 Desarrollo de los dientes de un niño de 9 años de edad con dentición mixta.

Es importante conocer los cambios que son normales durante este periodo para impedir que se confundan y se traten como condiciones "anormales". Las características generales de un *patrón "normal"* de oclusión en la dentición mixta (después de la erupción de *los incisivos centrales y laterales* son):

- Relación molar y canina de clase I.
- Rotaciones menores o ausentes, ausencia de apiñamiento de los incisivos.
- Inclinaciones axiales mesiodistales y bucolinguales normales.
- Contactos proximales firmes.
- Espacio de deriva positivo.
- Dimensión vertical aumentada.
- Plano oclusal recto o una curva de Spee leve.

Cambios de la oclusión en el período de oclusión mixta.

En las fases tempranas puede haber una *mordida abierta temporal* (normalmente se debe a la erupción todavía incompleta de los incisivos). La presencia de un *diastema* entre los incisivos centrales superiores es normal durante esta fase y se cierra en el momento en que los caninos

han erupcionado totalmente (no requiere intervención ortodóncica), en cambio, si es tratado puede producirse su impactación (en etapas tempranas del desarrollo dental las puntas de sus cúspides están muy cerca de los ápices de los incisivos laterales y pueden provocar su resorción). El tratamiento debe posponerse hasta que el nivel de la punta de las cúspides de los caninos haya superado por lo menos el tercio apical de la raíz de los laterales.

Para entender la *relación molar* en oclusión mixta, debemos tener en cuenta que Angle lo clasificó de la siguiente manera:

- *Relación molar de clase I*: La cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente ocluye con el surco vestibular del primer molar inferior permanente (*relación normal*).
- *Relación molar de clase II*: La cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente ocluye en un plano *mesial* al surco vestibular del primer molar inferior.
- *Relación molar de clase III*: La cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente ocluye *distal* al surco vestibular del primer molar inferior.

Los *planos terminales* de los segundos molares primarios influyen en el trayecto de erupción de los primeros molares permanentes. Cuando el primer molar permanente hace erupción, hace contacto con la superficie distal del segundo molar primario, misma que no es estable hasta que se logra la relación interoclusal final, con la digitación intercuspídea entre los primeros molares permanentes superiores e inferiores; durante este proceso cualquier espacio inusual (por caries o destrucción traumática de la corona y/o la pérdida prematura de los dientes primarios) resultará en la migración mesial del primer molar permanente.

La relación entre los tipos de planos terminales y la oclusión temprana de los primeros molares permanentes cuando estos erupcionan son *tres*:

- *Plano terminal recto*: Si existían los espacios dentales en el arco dental primario, los primeros molares erupcionarán en oclusión clase I, además de estos espacios también influyen los *espacios de deriva* y el *crecimiento mandibular*.

El *espacio de deriva* es más grande en la mandíbula que en el maxilar, pero a veces el tamaño combinado de los dientes no erupcionados es mayor que el espacio disponible (*deficiencia del espacio de deriva*) y frecuentemente da por resultado el *apiñamiento*. La diferencia de espacio de deriva entre los dos arcos permite que los primeros molares permanentes tengan un movimiento mesial relativamente mayor en el arco inferior que en el superior.

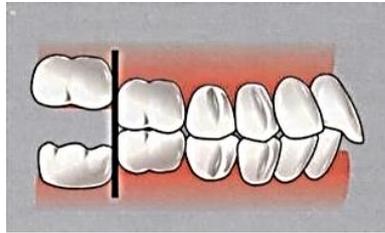


FIGURA 24 Plano terminal recto y erupción de los primeros molares permanentes.

- *Escalón mesial*: El primer molar erupciona directamente en una oclusión clase I, aunque algunos se pueden transformar en clase III.

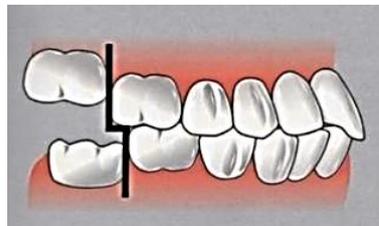


FIGURA 25 Escalón mesial (Clase I).

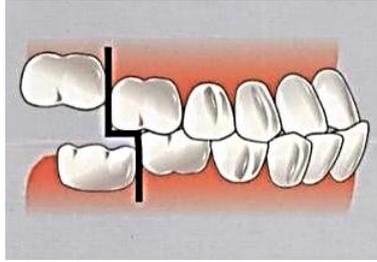


FIGURA 26 Escalón mesial (Clase III).

- *Escalón distal*: El primer molar erupciona directa y definitivamente en oclusión clase II de Angle.

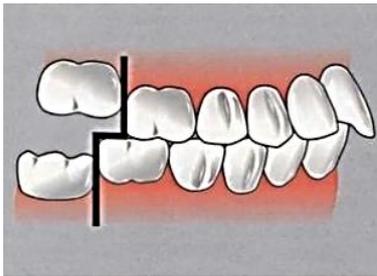


FIGURA 27 Escalón distal (Clase II).

El *arco ideal* en esta etapa es simétrico en la dimensión *anteroposterior* y *transversal*. Existe un *apiñamiento anterior* durante el cambio de los caninos e incisivos laterales, ya que la suma total del ancho mesiodistal de los cuatro incisivos permanentes es mayor que la de los incisivos primarios (7 mm en superior y 5 mm en inferior).

Los *factores reguladores* que controlan la colocación de los cuatro incisivos permanentes son los siguientes:

- *Espacio interdental en la región de los incisivos primarios.*
- *Aumento del ancho intercanino.*
- *Aumento anterior del arco dental:* Es importante que los incisivos permanentes erupcionen más labialmente que los primarios para obtener el espacio adicional necesario.
- *Cambio en el eje de los dientes incisivos:* El ángulo interincisal entre los incisivos centrales superiores e inferiores es 150° en la dentición temporal y 123° en la dentición permanente. Los incisivos

permanentes superiores e inferiores están inclinados hacia labial mucho más que los incisivos primarios, esto hace que la arcada permanente tenga una circunferencia más ancha.

El mal alineamiento transicional durante el período de cambio de los *incisivos superiores* es denominado por *Broadbent en 1957* como el período del "*patito feo*". Normalmente, los incisivos se enderezan gradualmente con la erupción de los laterales y caninos.

El *espacio disponible* para la erupción de los caninos y premolares es limitado, a medida que la superficie mesial del primer molar permanente forma su límite distal y la superficie distal del incisivo lateral permanente forma su límite mesial. Por lo tanto, para permitir una erupción gradual de estos dientes, es necesario que existan éstas condiciones:

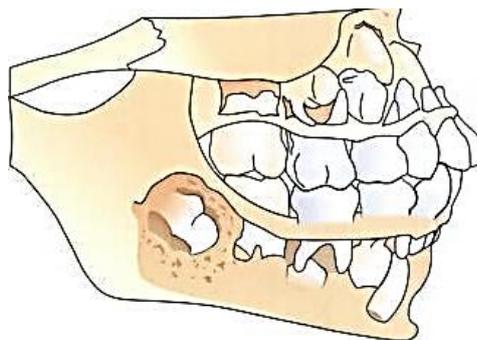
- *Espacio a la deriva*: Factor fundamental necesario para un cambio gradual de los dientes laterales. El canino permanente es más grande que el primario, el primer premolar es tan grande como el primer molar primario y el segundo premolar es más pequeño que el segundo molar primario; por lo tanto, aunque el cambio de los dientes laterales puede ser gradual, hay un apiñamiento a medida que cada diente se cambia. Cuando el primer premolar hace erupción, el arco dental se apiña transicionalmente pero regresa a la normalidad al momento en que el segundo premolar erupciona completamente; aunque esto está altamente relacionado con el cambio de orden de los dientes laterales, la pérdida de espacio siempre ocurre cuando el canino se cambia en la mandíbula. Esta pérdida de espacio se resuelve eventualmente en el momento de la exfoliación del segundo molar. Más aún, después del cambio del incisivo lateral, el apiñamiento de los dientes de la región anterior, observado frecuentemente en la mandíbula se alivia también por éste espacio.

- *Orden del cambio de los caninos y premolares:* El apiñamiento es muy común inmediatamente después del cambio de los caninos, este fenómeno es más prevalente en la mandíbula. Si el cambio es en el patrón 3-4-5, el apiñamiento se aliviará después de la exfoliación del segundo molar primario (este es el tipo de cambio en el cual el alineamiento normal de los incisivos laterales será más fácil de realizar). Por el contrario, si la secuencia de cambio es 4-3-5 o 4-5-3, el espacio a la deriva no se utilizará eficientemente; en estos casos la dentición se apiñará sin que el espacio a la deriva ayude a mejorar.

Ahora se describirán las épocas así como sus características específicas de la erupción de los dientes permanentes:

Edad dentaria 6.

- *Erupción de primeros molares inferiores:* La mayoría de las veces ocurre un poco antes de los incisivos centrales inferiores, la presión eruptiva determina el cierre de espacio entre molares primarios, si la dentición primaria muestra a ese nivel una adecuada relación de *planos poslácteos*, se podría llegar a establecer una *neutroclusión temprana*.
- *Erupción de primeros molares superiores:* Por diversas causas, entre las cuales están la falta de desarrollo de la tuberosidad, el apiñamiento o la posición adelantada del germen, este molar puede mostrar *erupción ectópica* y queda retenido detrás del molar primario o puede causar la pérdida prematura de éste.



6 años

FIGURA 28 La dirección de la erupción es diferente en los molares. En los inferiores es oblicua hacia arriba y adelante, en los superiores es más bien un movimiento pendular descendente en la tuberosidad.

Edad dentaria 7.

En la radiografía se observa avance en la formación radicular de los incisivos laterales superiores, mientras que los premolares y caninos suelen estar en etapa 6 o 6.5 de Nolla. A esta edad ha ocurrido el 95% de crecimiento del *ancho intermolar*.

- *Erupción de incisivos laterales inferiores:* Se desarrollan por lingual de los incisivos primarios. En condiciones normales de espacio reemplazan a sus predecesores casi en el mismo sector del arco, de este modo, labios y lengua son capaces de guiar la erupción de estos dientes aún en condiciones de una posición inicial atípicamente lingualizada. Estos dientes son *los primeros en mostrar evidencia de espacio suficiente o, lo contrario*. El tamaño de los incisivos primarios, el espacio que hubo entre ellos o la adecuada distancia entre ambos caninos primarios son determinantes para la ubicación correcta de estos dientes, que de paso hacen disminuir el *espacio fisiológico* como auxiliar de compensación del déficit o deuda incisal de la región; es decir, los incisivos permanentes son aproximadamente 7.4 mm más anchos respecto de sus antecesores. Aun así, suele terminar este periodo con un *apiñamiento discreto* de 1.7 mm.

- *Erupción de incisivos centrales superiores:* Su ubicación se logra por dos medios; *la existencia de espacios en el arco maxilar temporal y la dirección de su erupción*, que tiene dos órdenes de divergencia, hacia vestibular (claramente con mayor oblicuidad que el central primario, casi vertical y hacia distal), de modo que ambas coronas están separadas por un diastema de un perímetro mayor. La situación ha sido descrita por Broadbent como la etapa de “*patito feo*” y se refiere a que los nuevos dientes son más grandes, menos blancos, separados y divergentes, no armonizan con una cara aún pequeña.



FIGURA 29 La erupción de los incisivos permanentes inferiores es un signo objetivo para el diagnóstico de las condiciones de espacio en el arco.



FIGURA 30 La etapa del 'patito feo' es un período transitorio de desarmonía de forma, color y posición.

Edad dentaria 8.

Esta etapa representa el *final del primer periodo de reemplazo* de dentición primaria por permanente, su signo característico es la *erupción del incisivo lateral superior*; la corona de este incisivo se encontraba por

palatino de las coronas de los centrales, al erupcionar estos últimos no hay impedimentos para el desplazamiento eruptivo de los laterales hacia abajo y hacia delante, deslizándose por la superficie distal de la raíz de los centrales, de modo que al hacer su erupción clínica se produce *un cierre del característico diastema de estos incisivos*.

- *Relación de espacios en el reemplazo de incisivos:* Es bastante notoria la diferencia de ancho entre incisivos primarios y permanentes, al reemplazar un incisivo mandibular de 4 mm por otro de 5.5mm; crítico para la resolución de este déficit incisal que se estima de 7.4 mm para los incisivos maxilares y de 5.1 mm para los mandibulares, es el *espaciamento existente* (incluidos los *espacios fisiológicos*), de esta manera, para el alineamiento de los incisivos se requieren estos espacios, el aumento de ancho intercanino y la posición más vestibular de los incisivos superiores en un perímetro mayor.

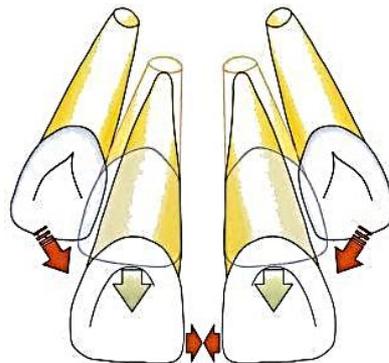


FIGURA 31 Vista palatina. Erupción de incisivos superiores. La erupción de los centrales permite el movimiento hacia adelante y hacia abajo de los laterales, estos últimos al tomar contacto con los centrales contribuyen al cierre del diastema típico de esta etapa.

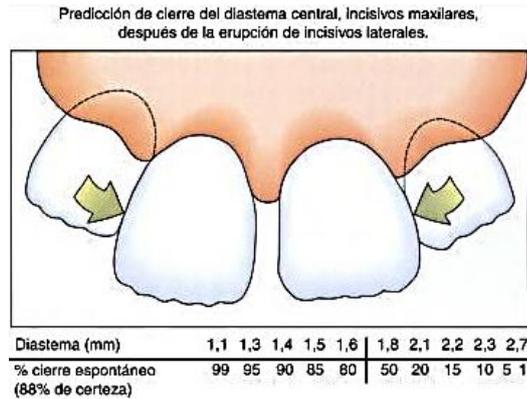


FIGURA 32 Relación entre diastema central residual (en mm) y la posibilidad porcentual de autocorrección.

Edad dentaria 9-10.

Hay dos hechos importantes: *la utilización del perímetro del arco para completar el recambio y los cambios adaptativos de la oclusión al crecimiento craneofacial*, donde desempeña un papel muy relevante el *proceso alveolar*; de aquí la importancia de esta época para la mayoría de las *intervenciones ortodóncicas*.

A los 9 años, en la mandíbula, el canino y el primer premolar suelen tener formado un tercio de la raíz y el segundo premolar la corona completa, mientras en el maxilar se muestra el progreso eruptivo del primer premolar; al año siguiente se observa una mayor reabsorción radicular de la zona de sostén, el canino y el primer premolar inferior progresan a la mitad de la formación radicular, así como ambos premolares superiores. Los incisivos y primeros molares en su etapa funcional se encuentran en las fases finales de su *apexificación*.

- *Dimensiones del perímetro del arco*: Hay 3 usos para el perímetro: 1) *alineamiento de los incisivos, que en el caso de la mandíbula están con apiñamiento la mayoría de los casos*, 2) *espacio para la erupción de los sucesores* y 3) *ajuste eventual de la oclusión de los molares permanentes*.

El *espacio disponible* es la resultante positiva de comparar el ancho de los caninos y molares primarios con el ancho de sus sucesores. Al contrario de lo que ocurre en el sector anterior (donde existe un déficit), hay en esta región un exceso de espacio, especialmente en el *arco inferior*.



FIGURA 33 Zona de sostén: canino y molares primarios, cuya integridad da apoyo y reserva espacio a la dentición permanente del sector lateral del arco, al mismo tiempo que mantiene la relación de los molares permanentes.

Edad dentaria 11.

- *Erupción de caninos y premolares:* En esta fase se *termina el segundo periodo de reposo*, con la erupción casi simultánea del canino y primer premolar inferior, junto con el primer premolar superior. Son las *etapas tardías de la dentición mixta* y requieren por parte del profesional una supervisión estrecha (en este periodo es cuándo pueden utilizarse por diversos propósitos clínicos, espacios disponibles en caso de existencia de espacios residuales).

Edad dentaria 12.

- Es la *etapa en la cual se termina el reemplazo de dientes temporales*, presenta en un período relativamente breve la erupción del segundo premolar mandibular, el segundo premolar y el canino maxilar. Finalmente, los segundos molares permanentes (se denominan *molares de 12 años*).

La finalización del recambio depende del *espacio disponible*. El crecimiento esquelético puede hacer cambiar las relaciones oclusales, por ejemplo; si la mandíbula crece más hacia abajo y adelante que el maxilar puede haber un cambio de *neutroclusión a mesioclusión* (pero eso no altera el espacio que existe para ubicar los dientes en los segmentos respectivos). Para la erupción del segundo premolar inferior no suele haber problema si el espacio es adecuado, al tener un predecesor aproximadamente 3 mm más ancho; no así en el segundo premolar y canino, por las relaciones dimensionales más ajustadas entre la dentición primaria y secundaria. Especialmente en el caso del canino, cuya trayectoria requiere normalidad para ubicarse adecuadamente en el arco; por lo general, al deslizarse por distal del incisivo lateral, contribuye al cierre de espacios residuales entre los incisivos. (1-7)

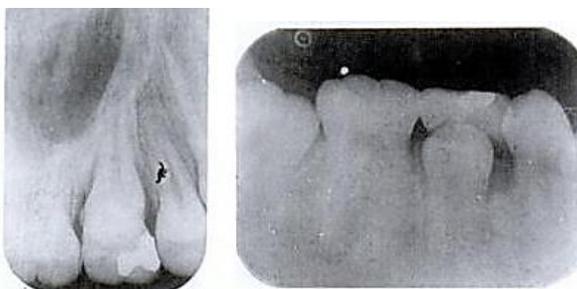


FIGURA 34 Últimas fases del recambio. Los segundos molares primarios, reducidos casi a la estructura coronaria, tiene aún la capacidad de cuidar la longitud del segmento respectivo del arco.

1.7 Dentición permanente.

Su inicio propiamente dicho es desde los *12 a los 21 años* (por la erupción del 3er molar) y hasta el final de la vida, siempre que los dientes se mantengan sanos y no se pierdan con anterioridad por traumatismo, caries o enfermedad periodontal.

La *fase de oclusión permanente* del desarrollo dental empieza después de la caída del último diente primario y de la erupción de todos los permanentes (excluidos los terceros molares).

Existen *dos hallazgos importantes* de cambios tardíos en la oclusión en la dentición permanente:

- Tanto en hombres como en mujeres (entre los 25 y los 45 años) los labios se retraen más respecto de la nariz y el mentón; la implicación es que el tratamiento ortodóncico a edades más tempranas no debe dar como resultado un perfil demasiado recto de los tejidos blandos, ni labios demasiado retraídos.
- En ambos sexos los anchos de *arco interincisivo e intercanino* disminuyen; por lo tanto, también las longitudes de arco totales disminuyen dando como resultado un *apiñamiento anterior*. (1,2)



FIGURA 35 Dentición permanente.

1.7.1 Cronología de erupción de la dentición permanente.

Entre los 6 y 7 años emergen los incisivos centrales inferiores, entre 7 y 8 aparecen los incisivos centrales superiores e incisivos laterales inferiores y entre 8 y 9 años erupcionan los incisivos laterales superiores. A partir de los 9 y 10 empieza el *segundo periodo transicional (o dentición mixta tardía)* con la erupción de los caninos inferiores, entre los 10 y 11 años emergen los primeros premolares superiores e inferiores, a los 11 y 12 se da la erupción de los caninos superiores y segundos premolares inferiores y este periodo finaliza entre los 11 y 13 años con la erupción de los segundos molares inferiores y por último, los segundos molares superiores. (3)

Dientes permanentes listados en orden de erupción (secuencia)	Inicio de la calcificación	Corona completada (años)	Aparición en la cavidad bucal (edad de erupción) (años)	Raíz completada (años)
Primer molar inferior	Nacimiento	3-4	6-7	9-10
Primer molar superior	Nacimiento	4-5	6-7	9-10
Incisivo central inferior	3-4 meses	4	6-7	9
Incisivo central superior	3-4 meses	4-5	7-8	10
Incisivo lateral inferior	3-4 meses	4-5	7-8	9-10
Incisivo lateral superior	10-12 meses	4-5	8-9	10-11
Canino inferior	4-5 meses	5-6	9-10	12-13
Primer premolar superior	1-2 años	6-7	10-11	12-14
Primer premolar inferior	1-2 años	6-7	10-11	12-14
Segundo premolar superior	2-3 años	7-8	10-12	13-14
Segundo premolar inferior	2-3 años	7	11-12	14-15
Canino superior	4-5 meses	6-7	11-12	14-15
Segundo molar inferior	2-3 años	7-8	11-12	14-15
Segundo molar superior	2-3 años	7-8	12-13	15-16
Tercer molar inferior	8-10 años	12-16	17-20	18-25
Tercer molar superior	7-9 años	12-16	18-20	18-25

TABLA 6 Cronología del desarrollo de la dentición permanente.

1.8 Definición de Ortodoncia.

Proviene del griego, *orthos= derecho o enderezar y odonto= diente*. La Ortodoncia es la rama de la Odontología que se encarga de prevenir, diagnosticar, interceptar y tratar las malposiciones dentales y trastornos maxilofaciales con el fin de establecer un equilibrio morfológico y funcional de la boca y de la cara, mejorando así también la estética facial. (8,9)

1.8.1 Tipos de Ortodoncia.

Se clasifica en tres tipos: *ortodoncia preventiva, interceptiva y correctiva*. (9,10)

1.8.1.1 Preventiva.

Actúa antes de la aparición de las maloclusiones. Diagnostica la presencia de algún hábito o disfunción en la respiración, deglución, masticación o fonación. Suele aplicarse en edades cortas, los tratamientos van enfocados en la corrección de hábitos nocivos.

Tratamientos:

- *Técnica de cepillado adecuada.*
- *Selladores de fosetas y fisuras.*
- *Aplicación de fluoruro.*
- *Eliminación de caries y restauración.*
- *Técnicas de desgaste dental (oclusal e interproximal).*
- *Extracción de dientes supernumerarios.*
- *Aparatos removibles que eliminan los riesgos de sufrir un problema en el crecimiento bucodental:* Se utiliza durante la dentición temporal y mixta para tratar maloclusiones sencillas y ensanchar el paladar o ganar espacio. Ejemplo:
 1. *Placa Hawley (activa):* Diseñada para promover diferentes movimientos en los dientes: vestibularización, palatización o lingualización.
- *Mantenedores de espacio:* Utilizados en las pérdidas prematuras de los dientes temporales, se debe conservar el espacio que el diente permanente necesita para erupcionar. Ejemplos:
 1. *Banda y ansa:* Consta de una banda o corona (según sea el caso) del diente pilar y un ansa que contacta con la parte distal del diente adyacente respetando la zona edéntula.
 2. *Arco lingual:* Aparato fijo bilateral, consta de dos bandas y un arco de alambre soldado a ellas, el cual se adapta a la cara lingual del arco dental (se usa para prevenir el movimiento dental).

3. *Arco transpalatal*: Tipo de arco bilateral metálico que cruza el paladar entre los primeros molares permanentes, soldado a cada una de las bandas.
 4. *Botón de Nance*: Consta de dos bandas y un botón de acrílico anterior unidos mediante un arco de alambre, funciona como mantenedor y educador de la posición lingual.
 5. *Zapatilla distal*: Se utiliza en pérdida prematura del segundo molar deciduo para guiar la erupción del primer molar permanente.
 6. *Mantenedores de espacio con dientes de acrílico*: Se coloca un diente o los dientes que estén ausentes, con lo cual se solucionará de forma momentánea el aspecto estético.
 7. *Placa Hawley (pasiva)*: Aparato de retención por excelencia, su principal función es mantener los dientes en una posición ideal después de sus movimientos.
- *Corrección de hábitos nocivos*: La *respiración bucal* provoca un desequilibrio porque la lengua no se apoya en el paladar y no lo estimula. La *deglución atípica* consiste en la colocación inadecuada de la lengua al momento de tragar. La *succión digital* es un hábito típico en niños muy pequeños. Ejemplos:
 1. *Lipbumper*: Arco rígido, con escudo sintético vestibular anterior inferior, el arco se detiene en los primeros molares con tubos dobles soldados. El escudo acrílico se aparta de la cara vestibular de los dientes (a la altura del límite gingival de los incisivos inferiores) y la presión del labio provoca el anclaje de los primeros molares inferiores.
 2. *Trampa para hábito lingual y de dedo*: Aparato ortodóncico que se utiliza para corregir problemas de hábitos y problemas funcionales de la deglución, consta de dos bandas en primeros molares permanentes superiores y una rejilla metálica en la zona anterior en forma de ojal. (10-12)



FIGURA 36 Mantenedor de espacio (banda y ansa).



FIGURA 37 Corrección de hábitos (trampa para hábito lingual).

1.8.1.2 Interceptiva.

Su objetivo es la *detención de cualquier tipo de hábito o disfunción para poder corregirlo y permitir un correcto crecimiento*. Se usa donde ya se estableció una *mala posición que todavía puede modificarse* y sirve para evitar que el crecimiento del complejo craneofacial se desarrolle de forma anormal, por lo que se aplica en niños y jóvenes (*dentición mixta*).

Tratamientos:

- *Trainer:* Sistema compuesto de una serie de aparatos miofuncionales que pueden ser utilizados de acuerdo a la edad o la condición a tratar, estimulan el balance de los músculos faciales, masticatorios y reeducan la postura de la lengua, permitiendo así que se desarrollen los maxilares en forma de arco ideal. Se debe utilizar mínimo una hora durante el día y por la noche en niños de 6 a 10 años de edad.

- *Placas activas con tornillos de expansión:* Existen tres tipos, uni, bi y tridireccionales. Se utilizan para la expansión del maxilar y/o de la mandíbula o de los dientes, aumentan el diámetro de las arcadas en sentido *transversal, sagital y vertical*.
- *Máscara facial:* Produce una *protracción posteroanterior esquelética del maxilar*, ayuda a mejorar el crecimiento en la parte anterior del maxilar y la premaxila, con un movimiento mesial del arco dentario superior en relación con la base maxilar. En la mandíbula modifica la dirección y cantidad de crecimiento del cartílago condilar y remodelación del mentón e inclinación lingual de los incisivos inferiores, consiste en una barra de metal que actúa como marco para mantener el soporte de la frente y el mentón. (10,12-14)



FIGURA 38 Sistema Trainer.

1.8.1.3 Correctiva.

Aplica cuando la maloclusión ya se ha instaurado y ha alterado el curso normal del complejo dentofacial (deformación de la forma del arco o alteraciones en la función). Indicada en jóvenes y adultos, se utiliza *ortodoncia removible* (alineadores) u *ortodoncia fija* (brackets). (10)



FIGURA 39 Ortodoncia correctiva (removible y fija).

1.9 Definición de maloclusión dental.

Son *alteraciones morfológicas del crecimiento y desarrollo de los componentes óseos, musculares y dentales* que conforman el sistema estomatognático. Ocupan el tercer lugar de prevalencia dentro de los problemas de salud bucodental (después de la caries y la enfermedad periodontal). Su clasificación es muy importante en el diagnóstico para lograr un buen plan de tratamiento; se clasifica en los *tres planos* del espacio: *sagital, vertical y transversal*. (15,16)

1.9.1 Etiología.

Debido a la complejidad de los factores causales y que el conocimiento de la etiología es limitado, es reconocida la denominada: “*ecuación de Dockrell*” como esquema inicial para la consideración *etiopatogénica*. El factor *tiempo* tiene dos componentes: 1) *momento o período de actuación de la causa* y 2) *duración de la causa: continua o intermitente*. Los tejidos sobre los que actúa la causa pueden ser: 1) *dientes* 2) *sistema neuromuscular* 3) *huesos* y 4) *tejidos blandos*. (16)

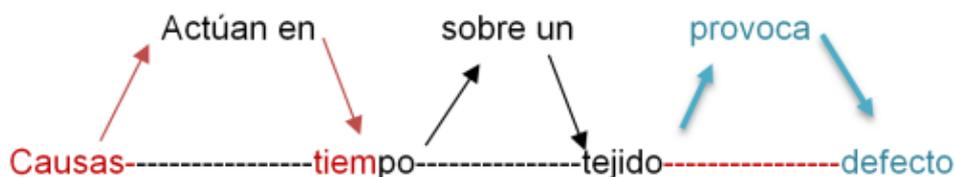


FIGURA 40 Ecuación de Dockrell.

1.9.2 Factores generales:

- Herencia.
- Defectos congénitos.
- Medio ambiente.
- Problemas nutricionales.
- Hábitos de presión anormales y aberraciones funcionales.
- Postura.
- Trauma y accidentes. (15)

1.9.3 Factores locales:

- Anomalías de número, tamaño y forma de los dientes.
- Frenillo labial anormal.
- Pérdida prematura de dientes.
- Retención prolongada de dientes.
- Erupción tardía de los dientes.
- Vía de erupción anormal.
- Anquilosis.
- Caries.
- Restauraciones inadecuadas. (15)

1.9.4 Tipos de maloclusión dental.

1.9.4.1 Anomalías verticales.

Se refiere a una *ausencia de contactos entre los dientes superiores e inferiores*. Una oclusión correcta implica que $\frac{1}{3}$ de los dientes superiores sobrepasen los dientes inferiores.

Existen *tres tipos*:

- *Mordida abierta*: Ausencia de contacto de los dientes superiores con sus antagonistas. Si el origen es esquelético, el paciente presenta una cara larga y el tratamiento ortopédico debe ir encaminado a frenar el crecimiento vertical del maxilar y a favorecer la anterorrotación mandibular; cuando el origen es

funcional es fundamental el control de los hábitos y la reeducación de la deglución.

- *Sobremordida*: Los dientes superiores al cerrar superan más de $\frac{1}{3}$ a los inferiores. Se presenta cuando el maxilar se superpone de forma exagerada a la mandíbula (discrepancia de 2.5 mm). El origen puede ser esquelético o por una extrusión excesiva de los incisivos. Si es esquelético, la sobremordida coexiste con una cara corta y el tratamiento debe ser la extrusión de los molares; en cambio, si es de origen dentario y el paciente muestra un exceso gingival en la sonrisa, la actitud será intruir los incisivos superiores (si no muestra exceso de encía, habrá que intruir los inferiores).
- *Mordida borde a borde*: Existe una sobremordida cero y contacto incisal entre los incisivos superiores e inferiores. (17,18)



FIGURA 41 Anomalías verticales.

1.9.4.2 Anomalías sagitales.

De acuerdo a la *posición de los molares permanentes en sentido anteroposterior* se clasifican en:

- *Distoclusión (Clase II, perfil convexo)*: El maxilar se sitúa más adelantado que la mandíbula. La cúspide mesiobucal del primer molar superior ocluye *anterior* al surco bucal del primer molar

inferior, esto se puede producir porque: a) el maxilar está protruido, b) la mandíbula está retruida, o c) combinación de ambas.

- *Mesioclusión (Clase III, perfil cóncavo)*: La mandíbula se sitúa adelantada con respecto al maxilar. La cúspide mesiobucal del primer molar superior ocluye más *posterior* que el surco bucal del primer molar inferior, el origen puede ser por: hipoplasia maxilar, hiperplasia mandibular o una combinación de ambas. (17,18)

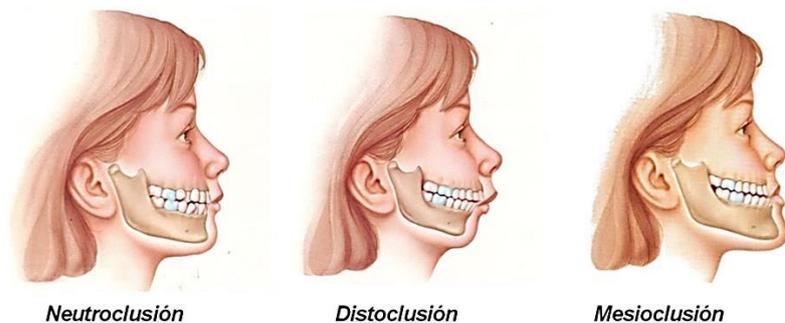


FIGURA 42 Anomalías sagitales.

1.9.4.3 Anomalías transversales.

Se origina por una *alteración en la anchura de los maxilares y/o a anomalías en la inclinación de los dientes.*

Existen *dos tipos*:

- *Mordida cruzada*: Cuando el maxilar se sitúa por *dentro* de la mandíbula, puede tener causas dentales o esqueléticas. Las de origen esquelético pueden ser por un maxilar hipoplásico o una mandíbula hiperplásica. En ambos casos, el tratamiento es expandir el maxilar (ya que la sutura de la sínfisis se osifica a los 8 meses de vida, mientras que la osificación de la sutura palatina comienza a los 9 años). Asimismo, puede ser uni o bilateral.
- *Mordida de tijera*: Se observa cuando en la oclusión, la cúspide de los molares superiores están por *fuera* de los inferiores, puede ser uni o bilateral. (17,18)

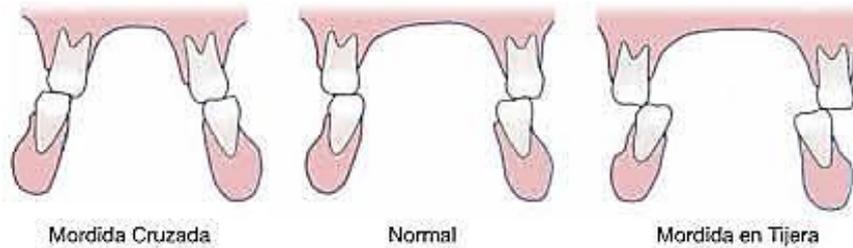


FIGURA 43 Anomalías transversales.

1.9.4.4 Anomalías de espacio.

El tamaño de los dientes debe correlacionarse apropiadamente con el tamaño de las bases óseas, ya que cualquier discrepancia entre ellas podría causar *apiñamiento* o *espaciado*. Las causas aún no están del todo claras pero se han relacionado con diferentes etiologías: *la reducción del tamaño de la arcada, el tamaño del diente y la relación entre el tamaño del diente y el número de dientes.*

- *Apiñamiento*: Discrepancia entre el tamaño mesiodistal de un grupo de dientes y el espacio disponible. (17)



FIGURA 44 Apiñamiento.

CAPÍTULO 2: ALINEADORES DENTALES (INVISALIGN®).

2.1 Definición.

El sistema Invisalign® consiste en unos alineadores estéticos removibles, los autores los denominan: “*Alineadores Secuenciados Transparentes (AST)*”, éstos son férulas de plástico transparente (*de polietileno tereftalato modificado con glicol y poliuretano*) que son realizados a la medida, con un diseño y fabricación asistido por ordenador 3D (CAD/CAM). Son utilizados individualmente y ejercen una ligera presión sobre los dientes llegando a producir su movimiento, se usan gradual y secuencialmente para corregir las maloclusiones. Cada alineador realiza movimientos lineales de 0.25-0.33 mm, 2° de rotación y 1° de torque. (19-22)



FIGURA 45 Alineadores Invisalign®.

2.2 Antecedentes históricos.

Harold Kesling (un ortodoncista estadounidense) en 1945 introdujo una serie de *posicionadores termoplásticos* con el objetivo de obtener la alineación dental, este se caracterizaba por ser una pieza de caucho de vulcanita flexible fabricada en el laboratorio a partir de un encerado y sólo permitía la inclinación de las coronas dentales; sin embargo tras la elaboración de varios posicionadores llegó a la conclusión de que los requerimientos del laboratorio eran muy significativos, por lo que no pudo aplicar esta técnica en ese momento. Más tarde, en 1971 *Ponitz* utilizó un dispositivo similar al que llamó: “*retenedor invisible*” realizado sobre un modelo maestro que pre-posicionaba los dientes sobre una base

de cera, el cual podía realizar movimientos dentarios limitados. Otros autores como McNamara (1985), Sheridan (1993), Rinchuse (1997) y Lindauer & Schoff (1998) profundizaron y desarrollaron técnicas similares; sin embargo, la mayoría requerían del uso de toma de impresiones y modelos set-up en cada visita, por lo cual no era factible.

Fue hasta Abril de 1997 cuando Zia Chishti y Kelsey Wirth, dos estudiantes de la Universidad de Stanford, fundaron *Align Technology* (en Santa Clara, California); basándose en los principios de Kesling, pensaron en realizar ligeros movimientos dentales progresivamente mediante una serie de alineadores de poliuretano removibles, con ayuda de un programa informático (*ClinCheck®*). En 1999 el sistema Invisalign® se comercializó para los ortodoncistas y en el año 2000 apareció la primera publicación científica. Es importante destacar que en sus inicios sólo se podían realizar tratamientos en *maloclusiones leves*, sin embargo, gracias al desarrollo e investigaciones, actualmente permiten el tratamiento también de las *moderadas y las complejas* (en algunos casos se recomienda la combinación con el uso *auxiliares* como: elásticos, botones y mini implantes).

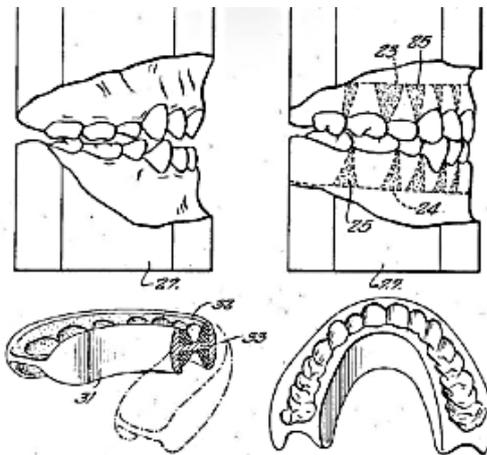


FIGURA 46 Posicionador de Kesling.

A continuación se describirá brevemente el evento que ocurrió en Invisalign® según el año:

- 2005: Tratamiento Invisalign® Express, diseñado para tratar mejoras estéticas ortodóncicas.
- 2007: Emerge la solución para mantener los dientes en posición ideal después del tratamiento ortodóncico (Retenedores Vivera™).
- 2008: Se crea Invisalign® Teen (para adolescentes).
- 2009: Recursos SmartForce™ (ataches), mejorando así el control del movimiento dental.
- 2011: Escáner iTero™ integrado a la tecnología Align (inicia el tratamiento con digitalización rápida y precisa).
- 2013: SmartTrack™, material patentado para mover los dientes de forma más precisa y cómoda (posee mayor elasticidad).
- 2016: SmartStage™ permite cambios semanales del alineador (tiempo de tratamiento más rápido).
- 2018: Invisalign® First, tratamiento de ortodoncia diseñado específicamente para niños de 6 a 10 años (dentición mixta temprana).
- 2020: Escáner iTero™ 5D.
- 2022: ClinCheck® Live Update para controles 3D (ClinCheck® Pro 6.0), Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT), Precision Wings mejoradas (tratamiento clase II), Moderate 26 (tratamiento de 20 alineadores), Invisalign® Profesional App (Virtual Care, Virtual Appointment, SmileView). (19-21,23)

2.3 Características.

Los alineadores son removibles y están hechos a base de *poliuretano termoformado de 0.75 mm de grosor*. El paciente debe portarlos todo el día (excepto al comer, beber un líquido que no sea agua simple y al realizar la higiene bucal), es decir, *22 horas al día y realizando el recambio de alineadores cada semana o dos* (el tiempo entre cada alineador y el número varía en función de la colaboración del paciente, de la fase en la que se encuentre y el tipo de tratamiento), la eficacia del tratamiento con alineadores es del 41 al 59%.

Al igual que en cualquier tratamiento ortodóncico se necesitan los estudios convencionales que son: *historia clínica, modelos de estudio, fotografías (extra e intraorales), radiografías (extra e intraorales) y cefalometría*, que son los auxiliares de diagnóstico que determinan si el caso es adecuado para el uso de alineadores (es importante conocer las posibilidades y las limitaciones del movimiento dental).

Cabe mencionar que el *diagnóstico y el plan de tratamiento* son realizados por el *especialista* (debe tener una certificación como "Invisalign® Doctor"), a continuación se especifica el proceso que consta de 5 fases:

- *Registros diagnósticos:*

El diagnóstico se obtiene gracias a las fotos intra y extraorales, ortopantomografía, radiografía lateral de cráneo, impresiones intraorales (con PVS polivinilsiloxano o *escáner intraoral*, éste último tiene mayor precisión) y registro oclusal en máxima intercuspidad (con papel de articular en caso de impresión con PVS).



FIGURA 47 Escaneo intraoral.

- *Elaboración del plan de tratamiento:*

Consta de varias fases, incluida la primera visita en la que se obtendrán datos inmediatos mediante la observación y la entrevista

con el paciente, así como la información recopilada de las radiografías y fotografías. La visualización de los *objetivos del tratamiento* asume un papel prioritario ya que permite elaborar en 3D las modificaciones que sufrirán las arcadas durante las fases y será de gran ayuda para determinar la *viabilidad de los objetivos*. Dicho esto, se envía la información a la compañía *Align Technology*.

- *Formulario de prescripción:*

El ortodoncista debe notificar las características del propio paciente y los *objetivos del tratamiento que se pretende emprender*. Los epígrafes del formulario de prescripción siguen un orden bien definido que comienza con la elección del *tipo de tratamiento* que se va a realizar en función de la *edad del paciente, la fase de dentición y la complejidad de la maloclusión*. Una vez identificado el tipo de tratamiento se definirán las instrucciones iniciales del operador en relación con los movimientos dentales que se desea realizar, las correcciones oclusales que se van a efectuar y el medio elegido. Se necesita contar con una secuencia ordenada (*estadificación*) de los distintos puntos clave que se van a seguir durante el desarrollo del *plan de tratamiento virtual*.

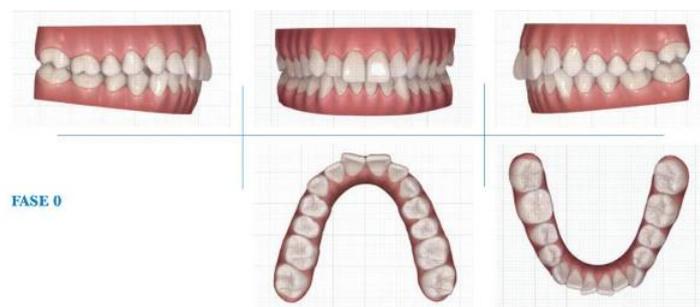


FIGURA 48 Fase 0 del tratamiento.

- *Control del plan de tratamiento virtual:*

El proyecto de corrección de la maloclusión se realiza basándose en las indicaciones clínicas recibidas y se visualiza mediante un

software específico llamado: *ClinCheck®* (versión a escala reducida del programa informático *Treat* que usa el técnico).

Se trata de diseñar la ruta de corrección desde la maloclusión inicial hasta su resolución completa, si no se especifican en detalle en la prescripción la secuencia de los pasos y la magnitud de los movimientos, se definirán mediante un *algoritmo del software (predicciones virtuales)*.

Para la visualización del plan de tratamiento el clínico dispone de varias herramientas, que a saber son:

El *primer paso* es comprobar la *oclusión digital inicial* y compararla con las fotografías del paciente evaluando a nivel frontal la sobremordida y a nivel lateral el resalte incisal y la relación molar y canina.

El *segundo paso* es analizar la posición final y controlar el modelo 3D en visión frontal, lateral y oclusal. En esta fase es necesario estudiar el resultado propuesto por el software con el formulario de prescripción enviado, controlar la cantidad de reducción interproximal del esmalte (IPR) programada y la secuencia de los movimientos.

La *superposición de las imágenes* en el software permite localizar y comparar la posición y los movimientos dentales antes, durante y al final del tratamiento.

El *uso de la cuadrícula* es útil para cuantificar la cantidad milimétrica/angular y la dirección sagital y/o vertical de cada pieza individual, el límite anterior y el grado de expansión dentoalveolar en las arcadas.

La *tabla de movimiento* ayuda a identificar los desplazamientos más significativos presentes en el plan de tratamiento y evaluar su grado de dificultad y predictibilidad clínica. Se pueden destacar los dientes en los que es necesario realizar movimientos leves o moderados, permitiendo así al ortodoncista considerar la

introducción de técnicas auxiliares para la corrección de la maloclusión.

Cabe mencionar que el especialista puede *solicitar modificaciones hasta que el tratamiento digital satisfaga todas las necesidades*; se puede obtener la simulación de planes de tratamiento alternativos para que él pueda tras el análisis de cada uno de ellos, elegir las opciones y movimientos dentales más idóneos.



FIGURA 49 Comparación de la fotografía y la oclusión digital inicial.

The screenshot shows a software interface with a table of dental movements. The table has 28 columns representing teeth and 5 rows representing different movement types. The data is as follows:

	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
Expansión/Intrusión, mm	0.21	0.21	0.11	0.11	0.11	0.11	1.01	1.11	0.21	0.21	0	0.11	0.21	0.41		
Traslación postero/anterio, mm	0	0.98	0.98	1.28	0.41	0.28	0.11	0.21	1.38	1.58	1.28	0.78	0.91			
Traslación medio-lateral, mm	1.42	1.32	1.42	1.42	1.42	1.42	0.82	0.58	0.22	0	0.38	0.38	0.12			
Rotación postero/anterio	1.8°D	0.1°D	8.4°D	8.7°D	25.7°D	0.2°S	22.7°D	8.5°D	14.8°D	1.8°M	3.8°M	5.7°D	2.5°D	1.1°D		
Angulación postero/anterio	2.3°D	1.4°D	3.3°D	4.5°D	3.2°D	0.3°S	3.8°D	0.4°D	3.5°M	0.8°D	3.2°M	4.0°M	0.9°M	2.0°D		
Inclinación postero/anterio	3.4°L	2.0°L	2.3°S	1.9°L	1.1°L	2.0°L	4.9°S	5.4°S	4.1°L	5.4°S	2.0°S	3.3°S	0.5°S	1.6°L		

FIGURA 50 Tabla de movimientos.

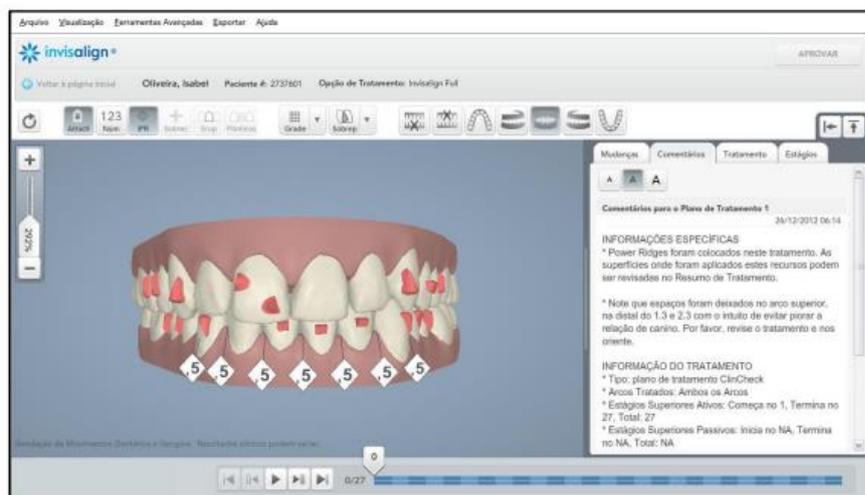


FIGURA 51 Tratamiento virtual.

- *Elaboración y gestión clínica de los alineadores:*

Mediante el uso de programas informativos capaces de manipular imágenes 3D de maloclusiones individuales, se genera una secuencia de algoritmos que permite el desplazamiento de las piezas dentarias, se construyen modelos de resina plásticos a partir de polímeros fotoactivados o *estereolitográficos (SLA)* para cada fase y para cada uno de ellos se obtienen los alineadores transparentes (festoneados a lo largo del margen gingival); a cada juego se le *graba con láser* los datos personales del paciente, posteriormente se desinfectan, se empaquetan y son enviados al ortodoncista correspondiente.

En el momento de la entrega del primer par de alineadores, se le explica al paciente todas las *indicaciones* que debe seguir.

Una buena práctica es no colocar los *ataches* en los dos primeros juegos de alineadores para permitir que el paciente inicie el tratamiento de la manera más agradable posible.

El ortodoncista debe elaborar una estrategia que mantenga activa la *motivación* y minimice las dificultades surgidas durante el tratamiento, para ello resultará útil informarle constantemente sobre los progresos del tratamiento e incentivarlo positivamente a que colabore.

En la segunda cita antes de la entrega del tercer par de alineadores se colocarán los *ataches (relieves de composite o resina temporales cuyo lugar, forma y posición se deciden durante el diseño del plan de tratamiento)*; además de aumentar la retención de los alineadores permiten obtener los movimientos dentales deseados ya que proporcionan una correcta transmisión de la fuerza expresada por el alineador en la dirección programada de conformidad con el *plan de tratamiento*. Las *citas de control* posteriores sirven para realizar un seguimiento.



FIGURA 52 Empaquetado y envío de alineadores.



FIGURA 53 Ortodoncista (Invisalign® Doctor) explicando las indicaciones al paciente sobre los alineadores.

Como se mencionó anteriormente, el sistema Invisalign® utiliza *aditamentos* para permitir un correcto anclaje y alcanzar los movimientos ortodóncicos deseados mediante los denominados “*attachments o ataches*” (SmartForce™). *Se colocan en los dientes mediante la técnica de grabado del esmalte, colocación de adhesivo y resina.*

Existen *tres tipos de ataches convencionales*:

- *Ataches elipsoidales*: Se usan *individuales* para extrusiones de dientes anteriores y rotaciones, en *parejas* cuando se intentan movimientos de raíz. Tienen 3 mm de alto, 2 mm de ancho, 0.75-1 mm de grosor y están disponibles para incisivos, caninos y premolares.

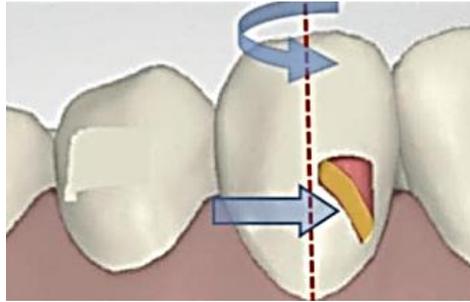


FIGURA 54 Atache elipsoidal individual.

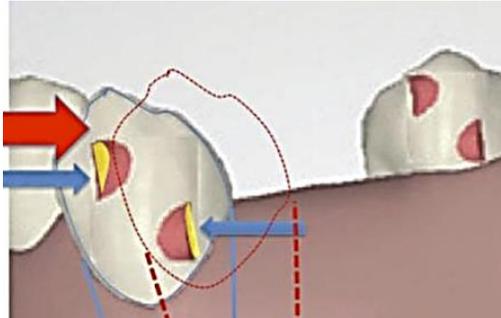


FIGURA 55 Ataches elipsoidales en parejas.

- *Ataches biselados*: Se usan cuando se trata de extruir un diente. Pueden ser de 3, 4 o 5 mm de ancho, 2 mm de alto y de 0.25 a 1.25 mm de grosor.



FIGURA 56 Ataches biselados.

- *Ataches rectangulares*: Se usan cuando se necesitan movimientos mesiodistales grandes; son de 3, 4 o 5 mm de alto, 2 mm de ancho y 0.5 a 1 mm de espesor. Son los más retentivos y pueden colocarse en cualquier diente, en forma *horizontal* o *vertical*:
 - *Verticales*: Para inclinaciones radiculares en dientes anteriores.
 - *Horizontales*: Para la extrusión individual o de varios dientes.

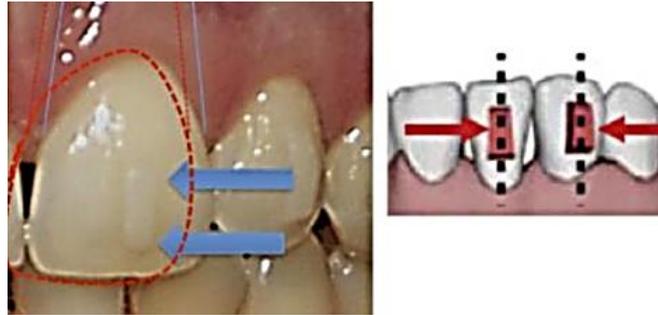


FIGURA 57 Ataches rectangulares.

Asimismo, los podemos clasificar por su función en *activos* o *pasivos*:

- *Activos*: Ayudan a realizar el movimiento del diente como rotaciones, control radicular (torque) y extrusión.
 - *Pasivos*: Se colocan en dientes que no van a ser movidos, indicados en procedimientos de intrusión y retención.
- *Power ridges*: Herramienta de SmartForce™, son crestas que se colocan en determinadas zonas para incrementar el relieve cerca del margen gingival labial de los dientes sometidos a *torque*, mejoran el torque de los incisivos para conseguir un *torque radiculolingual más controlado* evitando movimientos excesivos de otros dientes.



FIGURA 58 Power ridges.



FIGURA 59 Colocación de ataches.

Entre las características de cómo actúan los alineadores en los movimientos dentales están los siguientes:

- *Fuerza:* Ejercen una fuerza de empuje, cuando es insertado en el diente hay diferencias mínimas entre la posición del diente en boca y en el alineador (este se deforma alrededor del diente y gracias a la elasticidad del material termoplástico, empuja al diente en la posición deseada). Los ataches proporcionan una superficie activa con la que el alineador puede efectuar los movimientos de extrusión o rotación.
- *Retención:* Los dientes se retienen a través del material que los envuelve (*entre más material se encuentre alrededor del diente mejor enganche tendrá*).
- *Anclaje:* Predeterminado por las diferentes *etapas o set-ups* que se han planificado en el tratamiento, ofrecen un gran control del anclaje gracias a que en las diferentes etapas se puede seleccionar los dientes.
- *Extrusión:* Para un solo diente o un segmento, es necesaria la colocación de aditamentos.
- *Intrusión:* Se puede programar en dientes individuales para corregir un plano oclusal o nivelar la curva de Spee, sin el movimiento de otros dientes. Ofrecen un control vertical extremadamente bueno y programado.

- *Torque:* Los *power ridge*, son áreas de presión en el alineador para conseguir *torque radiculolingual*.
- *Inclinación radicular:* Los attaches proporcionan un buen control, los *rectangulares verticales* favorecen para el control de este movimiento.

Entre sus *características positivas* se encuentran:

- *Estéticos:* Gracias a que son translúcidos se mimetiza con el color de los dientes.
- *Removibles:* Se pueden quitar para comer o incluso en eventos especiales.
- *Mejor higiene oral:* El paciente después de comer podrá cepillarse los dientes con normalidad.
- *Movimientos diferenciales:* Se puede elegir cual diente mover y cual no, además se puede decidir la cantidad, tipo y momento exacto de movimiento.
- *Reducción de citas al consultorio.*
- *Menor dolor:* No provocan aftas ni laceraciones en la mucosa bucal, es decir, no hay emergencias.
- *Visualización de los objetivos del tratamiento:* El software ClinCheck® es uno de los más *predecibles*, permite tener una visualización final del tratamiento además de que cada año busca actualización, el más actual es el *ClinCheck® Pro 6.0* (que incluye la simulación facial del paciente después del uso de alineadores y el más novedoso, la tomografía computarizada de haz cónico que permite visualizar el hueso y las raíces).

Las características *negativas* son:

- *Limitación de movimientos:* Aunque el sistema está en constante evolución, actualmente está limitado para determinados tipos de malposiciones y movimientos muy severos, siendo clave la selección del caso.

- *Planificación previa del tratamiento:* Una vez determinado y aceptado el plan de tratamiento, Align enviará todos los alineadores, por lo que si se necesita realizar algún tipo de modificación, tendrá un costo adicional.
- *Costo:* Es más elevado comparado con un tratamiento de brackets convencional, pero similar a un tratamiento con ortodoncia lingual o brackets autoligables estéticos (depende el caso).
- *Colaboración:* Si el paciente no es colaborador y no utiliza los alineadores, el tratamiento va a fracasar. (19-22, 24-27)

2.4 Indicaciones y contraindicaciones.

Pueden dividirse en *tratamientos predecibles* y *tratamientos menos predecibles*:

Tratamientos predecibles:

- Dentición mixta (temprana y tardía).
- Distalización menor de 3 mm.
- Apiñamiento o diastema de 1 a 5 mm (leve a moderado).
- Corrección de línea media de 1 a 2 mm.
- Recidiva de movimientos dentales después de la ortodoncia fija.
- Mordida abierta (leve a moderada).
- Mordida cruzada (leve a moderada).
- Compresión dentoalveolar (que puede ser resuelta mediante la inclinación dental).
- Clase I con apiñamiento (vestibularizando o lingualizando los incisivos).
- Clase II y III (leve a moderada).
- Sobremordida aumentada (cuando el problema es a nivel de los incisivos).

Tratamientos menos predecibles:

- Apiñamiento o diastema mayor de 6 mm.
- Arcada con múltiples ausencias.
- Mordida abierta severa (anterior o posterior).
- Rotación mayor de 30°.
- Dientes con inclinación mayor a 45°.
- Verticalización de molares.
- Pacientes no colaboradores. (19,26)

2.5 Tipos de tratamientos.

Para adultos y adolescentes (+10 años*):

- *Express (i7)*: Se utiliza en casos *muy concretos*. Por ejemplo, pacientes que tuvieron ortodoncia y que no usaron retenedor, presentan pequeños movimientos que pueden solucionarse; también puede usarse para *apiñamientos muy mínimos*. Se usan 7 alineadores, la duración es de 3 meses y medio.
- *Lite*: Indicado para el tratamiento de *maloclusiones clase I* o para solucionar *apiñamientos o espaciados leves*, sin extracciones. La primera fase cuenta con una limitación de 14 alineadores (imprescindible que los objetivos se cumplan). No obstante, existe una fase de retoque de otros 14 alineadores (solo corrige los objetivos que no se hayan cumplido del todo). La duración suele ser de aproximadamente un año, aunque algunos pueden ser de 7 meses y otros durar 14.
- *Comprehensive (Full)*: Opción de tratamiento más completa, recomendada para tratar *apiñamientos o espacios entre los dientes de moderados a severos*, además de todo tipo de maloclusiones (mordidas abiertas, mordidas profundas, mordidas cruzadas, clase II, clase III y tratamientos que requieran extracción). No hay un límite de alineadores, su duración es de aproximadamente un año y medio, aunque según el caso algunos podrían prolongarse mucho más tiempo (no más de 5 años). *Invisalign® Teen (Fase 2)**

se incluye en este tipo de tratamiento, la diferencia es la posibilidad de tener unas pestañas para guiar a los dientes en erupción (*compensadores*), además de los *indicadores de colaboración*.

- *Retenedores Vivera™*: Su función es *mantener la estabilidad* de los dientes en la nueva posición después del tratamiento de ortodoncia, son 30% más resistentes que otros materiales. Deben usarse de 8 a 10 horas durante la noche a lo largo de los meses siguientes.

Para niños (6-10 años):

- *Invisalign® First (Fase 1 Comprehensive)*: Tratamiento para *niños en crecimiento con dentición mixta*, sustituye a la *primera fase* de ortodoncia funcional tradicional que utilizaba aparatos de resina y metal (*interceptiva*). Esta ortodoncia de primera fase se centra principalmente en *desarrollar la forma de la arcada* (amplía y da una forma más redondeada), mantiene el espacio para la dentición permanente que está en erupción, alinea y corrige mordidas cruzadas y clases II incipientes. Dura máximo *18 meses* sin limitación de alineadores. (28, 29)

		POLÍTICA DE ALIGNERS ADICIONALES*	OPCIONES ADICIONALES	FASES	INDICACIÓN
Adultos y adolescentes	Paquete Express	1 juego / 1 año	Indicadores de cumplimiento Compensación de erupción	7 fases	Recidiva / Muy leve
	Paquete Lite	2 juegos / 2 años	Cortes de precisión Rampas de mordida	14 fases	Leve
	Paquete Comprehensive	Ilimitado / 5 años	SOLO COMPREHENSIVE: Avance mandibular	Ilimitado	Leve / Severa
Pacientes jóvenes	Invisalign First	No aplicable	Igual que arriba	Ilimitado (18 MESES)	Tratamiento de fase 1 (De 6 a 10 años)

TABLA 7 Cartera de Invisalign®.

invisalign®		Stages	Patient-centric customization	Clinical indication
Adults and Teens (Ages 11+)	Express 5	up to 5-stages	All: Eruption compensation* Precision cuts* Bite ramps* Passive aligners Compliance indicators IPR Comprehensive Package only: Mandibular Advancement**	Very mild
	Express Package	upto7-stages		Relapse to mild
	Lite Package	up to 14-stages		Mild to moderate
	Assist Package	Unlimited		Anterior only
	Comprehensive Package	Unlimited		Moderate to severe
	Vivera retainers	3 or 4 sets		Retention
Children	Invisalign® First Comprehensive Package	Unlimited		Phase 1 treatment— Early interceptive treatment
	Invisalign® First Comprehensive Phase 2 Package	Unlimited		Phase 2 treatment

TABLA 8 Tipos de tratamientos de Invisalign®.

CAPÍTULO 3: INVISALIGN® FIRST.

3.1 Definición.

Es un método de ortodoncia invisible, diseñado especialmente para *niños en crecimiento con dentición mixta temprana* (entre los 6 y 10 años de edad) que se basa en el uso de férulas fabricadas a medida de la boca del paciente que van realizando *pequeños movimientos dentales* secuencialmente y *expanden de manera previsible la arcada dentaria*. Está diseñado teniendo en cuenta que los niños cuentan con *coronas clínicas más cortas, además de dientes en erupción y arcadas aún en desarrollo*, por lo que pertenece a la *Fase 1* o también llamada: *fase interceptiva*.

Éste tratamiento se lanzó al mercado en Julio del 2018, tiene una duración de *6 a 18 meses sin limitación de alineadores*, normalmente cada 10 días se deberá cambiar (depende cada caso). (30,31)



FIGURA 60 Invisalign® First.

3.2 Características.

Como ya se mencionó anteriormente, un *tratamiento interceptivo* (o *intervención temprana*) se caracteriza por eliminar o minimizar los trastornos dentoalveolares y esqueléticos que puedan afectar el crecimiento, función, estética y el bienestar psicológico del niño

(provocados por presencia de hábitos parafuncionales, pérdida temprana de dientes temporales, mordidas cruzadas, etc.)

Durante mucho tiempo, el *tratamiento interceptivo temprano* involucró varios aparatos como: expansores, planos de mordida, trampas para hábitos, bloques gemelos, entre otros; las recientes mejoras en la terapia con alineadores ha permitido que ésta sea también una opción.

El éxito de éste tratamiento radica en la *comprensión profunda de la causa del problema y su eliminación, el conocimiento del patrón de crecimiento potencial del paciente (se debe guiar), la respuesta biológica de la dentición temporal y permanente* a la intervención de ortodoncia (mejorar espacios para el recambio) y el *cumplimiento del paciente*; es decir, realizar un *diagnóstico adecuado*. Además, se deben dar instrucciones claras y precisas tanto al niño como a sus padres en todos los aspectos que conlleva el tratamiento.

El *ortodoncista* debe estar preparado para realizar múltiples escaneos y reordenar alineadores adicionales si el crecimiento o cambio de dentición varía fuera del rango de predicción del ClinCheck®, así como estudiar la *radiografía panorámica* para identificar y reconocer el estado de reabsorción radicular de los dientes temporales y la anatomía de las raíces de los permanentes; observar la altura y grosor de la corona clínica para ajustar la velocidad de movimiento dental en consecuencia.

El tratamiento consta de *dos fases*: la fase *interceptiva* (modifica las estructuras óseas) y la *fase de alineación* (corrige los problemas comunes).

- *Ortodoncia interceptiva.*

En esta primera fase, mediante los compensadores de erupción se guían las estructuras dentales de los niños de entre 6 y 10 años para prevenir futuros problemas.

- *Ortodoncia de alineación.*

El objetivo ya no trata sólo de prevenir, sino de corregir maloclusiones y malposiciones dentales.

Las *características especiales* de este tipo de tratamiento son:

- *Compensadores de erupción mejorados (pestaña de erupción para dientes permanentes):* El avanzado algoritmo permite mantener el espacio de forma muy precisa para que los dientes erupcionen de forma natural en los alineadores.
- *Indicadores de cumplimiento (opcional):* Son indicadores azules en el alineador que pierden gradualmente su color hasta quedarse transparentes conforme aumenta el tiempo de uso, de esta manera se puede controlar que el paciente lleva la ortodoncia el tiempo necesario.
- *Ataches optimizados:* Para pacientes en crecimiento con coronas clínicas cortas.
- *Juegos de férulas adicionales:* El tratamiento incluye juegos adicionales de alineadores para tener de repuesto en caso de pérdida o rotura.



FIGURA 61 Compensador de erupción del canino.

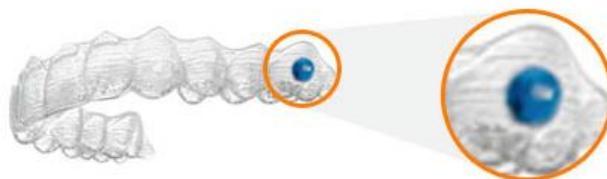


FIGURA 62 Indicador de cumplimiento azul.



FIGURA 63 Ataches optimizados.

El aparato utiliza un patrón de etapas predeterminado para la *expansión y los movimientos de arco dental*. Los *primeros molares permanentes suelen expandirse y moverse primero*, seguidos de los *incisivos* antes de los dientes temporales (este patrón de etapas secuenciales permite que los permanentes estén bien establecidos en el arco antes de que se muevan los temporales).

Es lógico que con los incisivos permanentes y las raíces de los molares siendo ambas más anchas en circunferencia y de mayor longitud, la resistencia al movimiento dentario sea mayor. Es necesario permitir más alineadores y una mayor presión sobre estos dientes para lograr los movimientos. Para la corrección anteroposterior se utilizan *elásticos de clase II o III* y los ataches más utilizados son para: *rotación y extrusión* (en permanentes) y *retención* (en temporales).

El software patentado puede analizar la estructura dental, medir los contornos bucales y el ancho mesiodistal, comprender la dirección y el tipo de movimiento dental requerido y diseñar *atches optimizados* (para *sopORTE de expansión* y mejorar la *retención en coronas clínicas cortas*).

El *nuevo algoritmo* para los compensadores de erupción es:

- Incisivos superiores (centrales y laterales) (nuevo).
- Caninos.
- Primeros premolares.
- Segundos premolares.

- Incisivos inferiores (centrales y laterales) (disponible pero con cálculo sin algoritmo).

Algunas configuraciones recomendadas son:

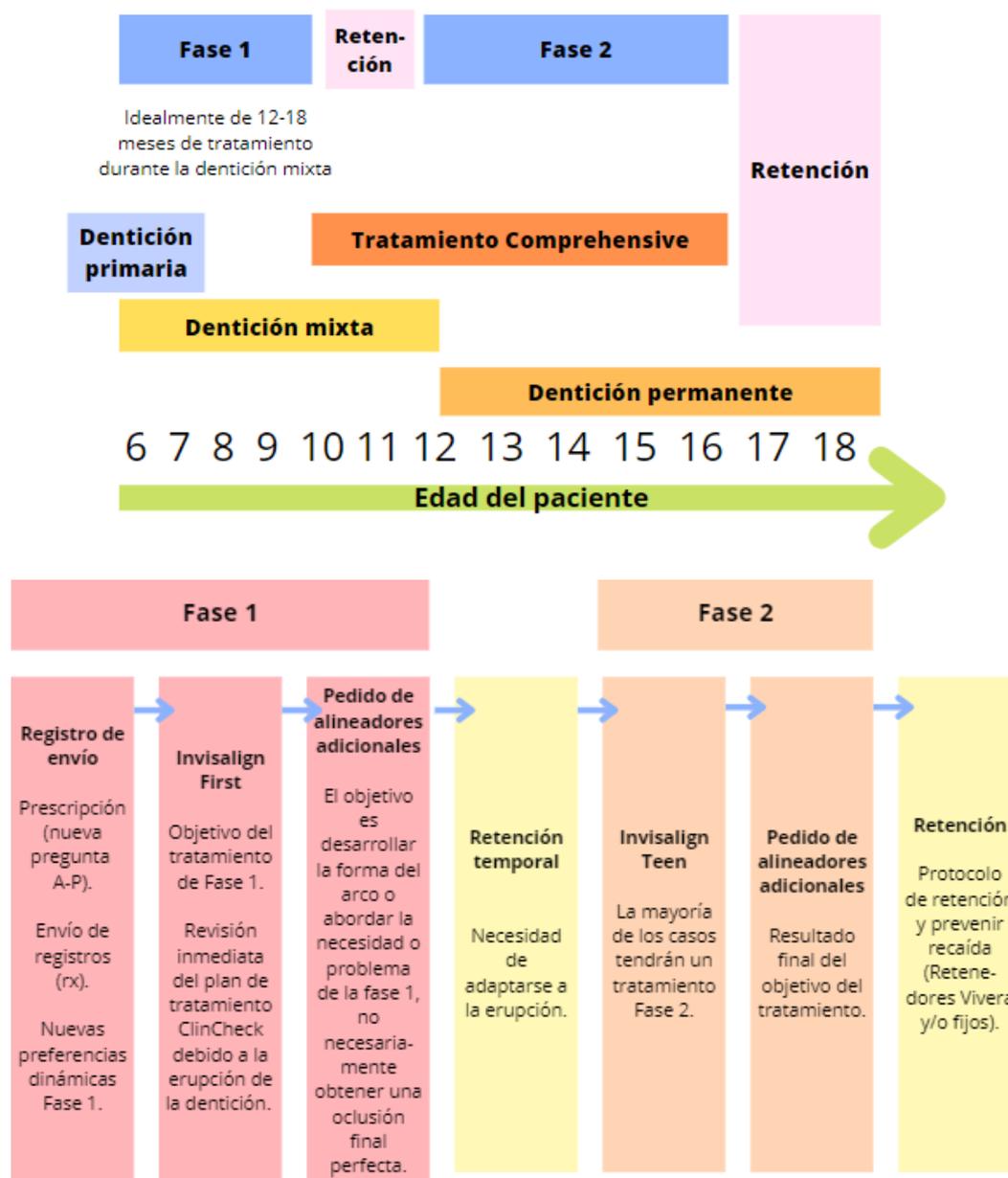
- *No realizar la reducción interproximal (IPR) en la dentición temporal, pues estos dientes son para mantener el espacio.*
- Durante la expansión del arco, tanto los dientes temporales como los permanentes se *expandirán bucalmente*. Esto refleja los objetivos del tratamiento de la Fase 1 *para desarrollar la forma del arco y mantener o aumentar el espacio para la erupción permanente; la expansión predecible oscila entre 4 a 6 mm por arcada.*
- Si hubiera discrepancias en el tamaño de los dientes de Bolton, el *espacio adicional se dejará mesial y distal a los caninos temporales*; esto dejará suficiente espacio para que los caninos permanentes erupcionen sin incidentes.

También se debe tener en cuenta que en algunos casos no se usa la secuencia completa de alineadores, lo que requiere alineadores para reajuste por exfoliación decidua y algunos desajustes cuando el movimiento real no es acorde al planeado por ClinCheck® (cada caso es único).

En cuanto a la *higiene* de éstos, se utiliza jabón neutro para limpiarlos, utilizando un cepillo de cerdas suaves exclusivo para esta actividad, posteriormente se deben enjuagar al chorro de agua tibia (no con agua caliente ni fría ya puede deformarlos). Otra opción es comprar el “sistema limpiador de Invisalign®” que consiste en 50 paquetes de cristales de limpieza así como una mini tina.

Si el tratamiento de Invisalign® First se ha completado antes de tiempo y los dientes permanentes no erupcionan por completo hasta años más

tarde es necesario *colocar un retenedor fijo* colocado en la parte anterior (superior y/o inferior), un *retenedor removible* (placa Hawley) durante la noche en la transición de la dentición permanente, (se le pueden agregar planos de mordida anteriores o posteriores si es que se necesita corregir alguna anomalía vertical). Después se continuaría con Invisalign® Teen. (30-35)



Nota: Los alineadores adicionales para Fase 1 requieren registros adicionales.

FIGURA 64 Protocolo de tratamiento de dos fases sugerido por Invisalign®.

3.3 Indicaciones y contraindicaciones.

Indicaciones:

- Los primeros molares permanentes deben estar erupcionados y al menos que 2 incisivos hayan erupcionado al menos 2/3 (por arcada).
- Tener al menos 2 dientes primarios (C o D o E) o dientes permanentes no erupcionados (3 o 4 o 5) por cuadrante en al menos 3 cuadrantes.
- En *ortodoncia interceptiva*: Alineación estética, espaciamiento/apiñamiento y para el desarrollo del arco dental.
- En *ortopedia*: Corregir maloclusiones (avance mandibular), corrección anteroposterior (AP) con elásticos, protusiones dentarias e interferencias (mordida cruzada anterior y posterior, mordida abierta y profunda) y expansión predecible del arco dental (hasta 8 mm).
- Niños motivados y *cooperativos*.

Contraindicaciones:

- *Niños no colaboradores*: Pierden o no usan los alineadores y comprometen el tratamiento, para poder establecer este punto se pueden realizar preguntas como: “¿pierde a menudo las botellas de agua o el estuche de lápices en la escuela?” si la respuesta es positiva no será el mejor candidato para esta terapia. (30,31)

3.4 Ventajas y desventajas.

Ventajas:

- *Experiencia 100% digital*: Escáner intraoral de iTero®.
- *Menor tiempo en el sillón dental*: Se asiste 1 vez cada 4 o 6 semanas al consultorio.
- *Dieta libre*: No hay restricciones alimentarias.
- *Higiene bucal óptima*: No exige cambios en la rutina, reduciendo así el riesgo de lesiones cariosas y gingivitis.

- *Comodidad:* Al no tener piezas metálicas, no provocan lesiones en la mucosa ni emergencias. De igual manera, el niño sólo experimentará *presión* en los dientes al cambiar el alineador.
- *Menor impacto estético:* La personalidad y autoestima en esta etapa está en pleno desarrollo.
- *No son un impedimento para el juego/deporte:* Los pacientes mejoran su sonrisa y disfrutan de su infancia.
- *Compatible con terapia miofuncional.*
- Se puede realizar *tratamientos ortodóncicos y ortopédicos* al mismo tiempo.

Desventajas:

- Requieren *100% de la colaboración del niño* y de la *ayuda de un adulto* que vigile que esté usando correctamente el tratamiento.
- El *costo es más elevado* si se compara con otros aparatos ortopédicos disponibles. (30)

3.5 Flujo de trabajo digital.

3.5.1 Captura de datos.

El primer paso es realizar una cita de valoración con el ortodoncista (Invisalign® Doctor) para asegurarse que el niño es candidato a esta terapia. Se realiza el diagnóstico mediante una completa historia clínica y los demás auxiliares (modelos, fotografías, radiografías y cefalometría) y en base a esto se hará la prescripción en la plataforma de Invisalign®. Se debe realizar el escaneo intraoral y llenar el cuestionario para hacer la prescripción (mientras más información se coloque en las “instrucciones especiales”, mejor ClinCheck® se va a obtener). (30)

3.5.2 Conversión de información (Scanner iTero Element®).

Los *escáneres intraorales* proyectan una fuente de luz sobre los dientes y al ser capturada la imagen por los sensores (toma 6,000

imágenes por segundo) se procesan en el software como puntos que después son trianguladas en un estilo malla, para crear el modelo en 3D.

Es un método más agradable para el paciente ya que evita los reflejos nauseosos que se provocan con las impresiones convencionales; gracias a él se obtienen *las fotografías intraorales y modelos digitales precisos* para obtener resultados previsibles en el ClinCheck®. Si se espera que un diente se exfolie durante algún periodo del tratamiento, se diseña el compensador de erupción y una vez que el diente esté presente en la cavidad bucal se vuelve a escanear para realizar el pedido de los siguientes alineadores.

El sistema de imágenes *iTero® Element 5D*, es el primer sistema híbrido de imágenes dentales que registra simultáneamente imágenes 3D, ópticas intraorales en color y NIRI (detección de *caries* interproximales) y permite la comparación a lo largo del tiempo utilizando el *iTero® Timelapse*; el nuevo *Invisalign® Outcome Simulator Pro* proporciona en minutos una visualización muy realista del aspecto que podría tener la sonrisa en la cara del paciente.

A través de estas herramientas, los pacientes pueden comprender mejor sus problemas dentales, las opciones de tratamiento y *los resultados simulados* directamente en la pantalla, favoreciendo así la educación y el seguimiento de su progreso para una mejor experiencia. (25, 31, 36, 37)



FIGURA 65 iTero® Element 5D.

3.5.3 Planeación (ClinCheck®).

Programa informático gráfico especial (software) que representa en 3D un *objetivo terapéutico* predeterminado por el ortodoncista y se fracciona en varias *fases de tratamiento* partiendo de la situación real de las arcadas (se establecen en *modelos virtuales*). De ese modo, el ClinCheck® muestra *paso a paso el movimiento dental* previsto en el curso del tratamiento (para cada una de las fases se fabrican los alineadores). El profesional define de *forma exacta el plan de tratamiento* y los procedimientos o *estrategias* llevados a cabo gracias a las *herramientas de medición* (tabla de movimiento planificado, medidas reales con la escala milimétrica y el ancho del arco) y las mediciones cefalométricas. El software actual es el *ClinCheck® Pro 6.0* (lanzado en el año 2020).

ClinCheck® Pro 6.0.

Algunos de los cambios en el software son los *movimientos más precisos* y las anotaciones que puede hacer el ortodoncista en cada caso clínico. Actualmente, se ha integrado la *tomografía (CBCT)* para visualizar las raíces, las coronas y el hueso (*disponible para adultos y adolescentes*).

Entre sus mejoras se encuentran las siguientes:

- *Software basado en la nube:* Ahora toda la información está respaldada y segura, eliminando riesgos de perderse si la PC falla y no se hace respaldo; tampoco se necesita la instalación de programas en la PC, el especialista puede gestionar el plan de tratamiento en cualquier sitio que esté, siempre y cuando exista conexión a internet en cualquier dispositivo (PC, Mac o Ipad).
- *Más preciso y flexible:* La propuesta que se observa en la valoración será el resultado final, siempre y cuando se sigan las indicaciones del tratamiento.
- *Nueva herramienta In-Face Visualization:* Es una simulación para observar como cambiará la apariencia del rostro después del tratamiento; se mezcla la fotografía 2D con las impresiones en 3D tomadas por el escáner intraoral iTero®. (35, 38, 39, 40)



FIGURA 66 ClinCheck® en un tratamiento de Fase 1.

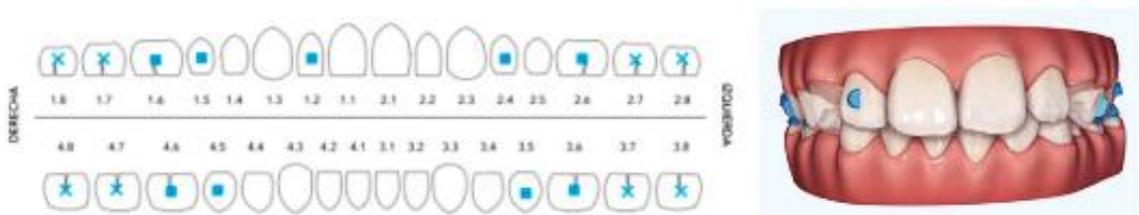


FIGURA 67 Ataches en varias áreas bucales del software.

3.5.4 Tratamiento con Invisalign®.

3.5.4.1 SmartTrack™, SmartStage™ y SmartForce™.

SmartTrack™.

Es un material *polímero termoplástico multicapa* de 1 mm de grosor, se usa para un ajuste óptimo a los dientes y ayuda a ejercer *fuerzas constantes necesarias para mejorar el control de los movimientos dentales*. Sus características proporcionan un mejor rendimiento, incluyendo en ellas una *fuerza suave y más constante*, una acción a largo plazo y una adhesión mejorada gracias a la *elasticidad*; así como la comodidad y facilidad de uso para el paciente permitiendo que el alineador sea cambiado normalmente cada 8 o 10 días.

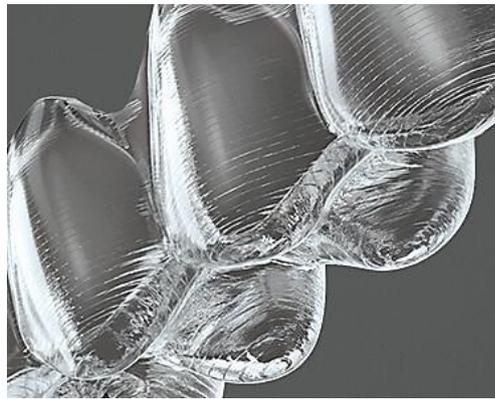


FIGURA 68 SmartTrak™.

SmartStage™.

Tecnología que optimiza la forma en que Invisalign® mueve los dientes (individual o en grupo), *mejora la progresión de movimientos dentales* y proporciona la *activación del alineador*. Maximiza la eficiencia del tratamiento de Fase 1 ejerciendo los *contactos y fuerzas necesarias sobre los dientes para el desarrollo de la forma de arcada específica*, proporciona mayor eficacia a la hora de actuar sobre la *expansión palatina*.

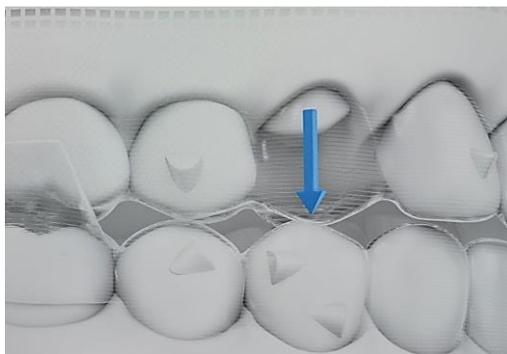


FIGURA 69 SmartStage™.

SmartForce™.

Los *ataches optimizados* son el *sistema de fuerzas* que han sido diseñados para pacientes en crecimiento con coronas clínicas cortas, mejorando la *predictibilidad de los movimientos dentales* necesarios para el desarrollo de las arcadas, el software los coloca automáticamente y se aplica cuando se programa la *expansión del arco*; se ajusta y redimensiona según la superficie del diente bucal. Es común que en el primer, segundo o tercer alineador se coloquen.

Existen los siguientes:

- *De rotación:* Tienen forma de gota y se pueden colocar en caninos y premolares superiores e inferiores.
- *De extrusión:* Tienen forma rectangular, se pueden colocar en incisivos y caninos superiores e inferiores.
- *De control radicular:* Se utilizan dos en forma de media luna sobre un mismo diente, se colocan en incisivos superiores, caninos y premolares superiores e inferiores en posición horizontal.
- *De multiplano:* Tienen forma de media luna, se colocan en posición vertical; realizan movimientos combinados cuando se colocan en incisivos laterales superiores.
- *De mordida profunda:* Inmovilizan o extruyen al diente, son muescas colocadas en premolares en los alineadores.

- *De unidad multidental:* De retracción (en caninos superiores e inferiores) y de anclaje (segundos premolares y molares superiores e inferiores). (30, 41-45)

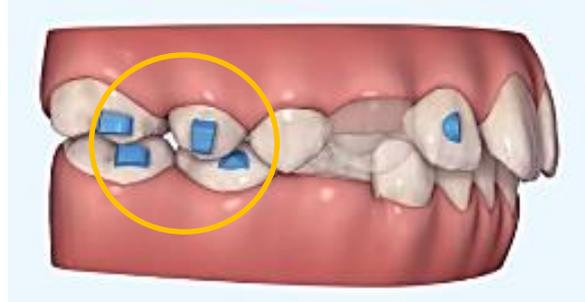


FIGURA 70 SmartForce™.

3.5.5 Seguimiento (My Invisalign® App).

Este software tiene como finalidad ver el *progreso de ortodoncia en el celular*, la aplicación está disponible en App Store y Google Play.

Inicio:

- Registrarse y aceptar los términos de uso.
- Escanear o ingresar manualmente los datos de la bolsa de alineadores.
- Ingresar a la aplicación y configurar el perfil con el número de alineadores totales que indicó el dentista, el número actual de alineador que se está usando así como los días de uso.

Notificaciones y Calendario:

- Envía notificaciones cuando es tiempo de cambiar a un nuevo alineador y de las citas con el ortodoncista.

Software ClinCheck®:

- Es posible ver los detalles del ClinCheck® y el escaneo con iTero®, el resultado final que se muestra es un estimado del resultado final.

Galería de My Invisalign® App:

- Se podrá comparar dos fotos a la vez ayudando a tener una visión clara de los cambios que se han tenido en la alineación.

Pantalla de inicio:

- Se observa el número de alineador que se está usando actualmente y los días que faltan para cambiar a uno nuevo.
- Cuenta con un cronómetro que se puede activar al quitar los alineadores (para saber de manera exacta el tiempo que no los ha usado).

Ayuda:

- Existe una sección de preguntas frecuentes para aclarar cualquier duda relacionada al uso de los alineadores, su limpieza, su funcionamiento, etc. (46)

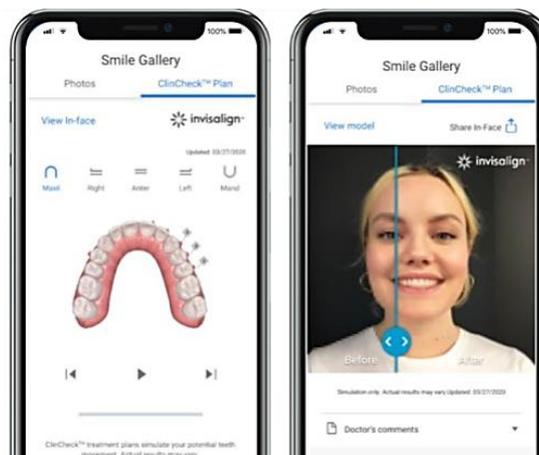


FIGURA 71 Invisalign® App.

3.6 Invisalign® Teen.

Una vez concluido el tratamiento de *Invisalign® First* o *Fase 1*, si el paciente así lo requiere y desea, se continuará con el tratamiento de *Invisalign® Teen (Comprehensive Fase 2)* con una duración máxima de 3 años incluidos alineadores ilimitados.

Sus características han sido especialmente diseñadas para el estilo de vida de los adolescentes: *indicadores de cumplimiento, pestaña terminal molar, juegos de férulas adicionales y compensadores de erupción mejorados (dentición mixta tardía, es decir, después de los 10 años de edad)*. Como los molares temporales son ligeramente más grandes que los premolares sucesivos, maximizar estos espacios después de su pérdida para aliviar el apiñamiento es útil durante esta etapa del tratamiento.

Además también se incluyen los recursos SmartForce™ con *ataches optimizados* debido a que las coronas son más cortas.

Como se mencionó en el capítulo 1, los casos de *maloclusión más severos* son tratados mediante auxiliares como: *botones, elásticos, brazos de potencia, ganchos y resortes*, además de que se requieren un mayor número de alineadores.

Una vez completado este tratamiento (es decir, alineados todos los dientes permanentes) se prescriben los *retenedores Vivera™* o también un *retenedor Hawley* (en los casos más complejos). (30, 31, 47)



FIGURA 72 Invisalign® Teen.



FIGURA 73 Pestaña terminal molar.

3.6.1 Invisalign® con avance mandibular.

Método clínicamente comprobado para la corrección de *maloclusiones de leves a moderadas clase II en pacientes en crecimiento, alinea y nivela los dientes simultáneamente* evitando futuros tratamientos quirúrgicos, disponibles para la arcada superior e inferior. Está indicado para la *dentición mixta tardía* y hay un mínimo de 26 alineadores activos sin límite que se pueden solicitar. Puede ser mediante las *alas de precisión* o por medio de *imanes* (éste último está en modo prueba y aún no está disponible comercialmente).

Antes de iniciar dicho tratamiento, se diseña una etapa de *pre avance mandibular* (mínimo de 4 alineadores activos para permitir la colocación del ala de precisión) y sirve para *nivelar la curva de Spee y proinclinan los incisivos superiores en una clase II división 2*. Posteriormente, se comienza la fase de *avance mandibular* cuando el niño está a punto de alcanzar el *pico de crecimiento* (la corrección se vuelve más fácil si existe potencial de crecimiento mandibular como en el *biotipo braquifacial*).

Hay 2 etapas subsiguientes después de las etapas de activación del avance mandibular: 1) *fase de transición* (visualizar la mordida en posición avanzada con alineadores pasivos) y 2) *objetivo del tratamiento* (tratamiento adicional con elásticos posteriores).

En general, este tratamiento se utiliza para optimizar el *crecimiento mandibular*, permitir un correcto desarrollo de la ATM y corregir la *formación del plano oclusal*.

Los criterios de inclusión son:

- Los dientes debajo y adyacentes a las *alas de precisión* o *precisión wings* deben estar presentes y estables durante toda la fase de tratamiento de avance mandibular.
- Los EDC o los 4 y 5 deben ser estables (es decir, no se espera que se exfolien ni erupcionen durante ésta fase). (30,31)

Tratamiento Invisalign con protocolo de avance mandibular.					
ClinCheck #1			ClinCheck #2		
Registro de envío. Formulario de prescripción.	Fase de pre avance mandibular (opcional). Alineación inicial, mínimo 4 etapas.	Fase de avance mandibular. Avance mandibular incremental o "salto mandibular" para corregir clase II, mínimo 26 alineadores.	Fase de transición. Envío de registros para el tratamiento estándar. El objetivo es la mordida de transición, mínimo 4 etapas.	Tratamiento estándar (alineadores adicionales). Por solicitud de alineadores adicionales. Objetivo del tratamiento.	Retención. Protocolo para retener en posición clase I para prevenir recaídas (ej. Vivera).
	<p>Nota: Se pueden enviar pedidos de alineadores adicionales en cualquier etapa del proceso del tratamiento.</p>				



Fase de preavance mandibular	Avance mandibular	Fase transicional
Propósito: Corregir sobremordida y otros movimientos mínimos para la colocación exitosa de las alas de precisión.	Propósito: Avance mandibular y movimiento dental simultáneo (movimiento limitado para dientes cubierto con las alas de precisión).	Propósito: Mantener la mandíbula en posición avanzada mientras se entregan los alineadores adicionales, sin movimiento dental adicional. 4 alineadores.
Tratamiento clínico: Inclinación de incisivos en clase II división 2, intrusión anterior en mordida profunda, rotaciones de molares (si es necesario).	Tratamiento clínico: Corrección de clase II, coordinación del arco, reducción de overjet, alineación y nivelación.	Tratamiento clínico: Mantener la mandíbula en posición avanzada.
Tipo de alineador: Estándar, accesorios, sin alas de precisión.	Tipo de alineador: Con alas de precisión, características limitadas debajo de éstas.	Tipo de alineador: Con alas de precisión.

FIGURA 74 Protocolo de tratamiento con avance mandibular de Invisalign®.

3.6.1.1 Precision Wings.

Es un tratamiento innovador para pacientes en crecimiento hecho de SmartTrack™, ahora cuenta con *precision wings* (aletas o alas de precisión) *mejoradas* para el tratamiento Invisalign® con *avance mandibular*; pues ahora son más largas y curvas (mayor durabilidad), poseen mayor superposición superior e inferior ayudando de esta manera a mantener la *mandíbula hacia adelante*, se colocan de lado bucal del alineador entre los *premolares y primeros molares*, además cuentan con una varilla de refuerzo adicional que ayuda a minimizar la deformación, han intentado imitar a los planos inclinados en los *bloques gemelos* convencionales. Es una manera más cómoda y duradera para tratar *maloclusiones clase II*. (30,31)

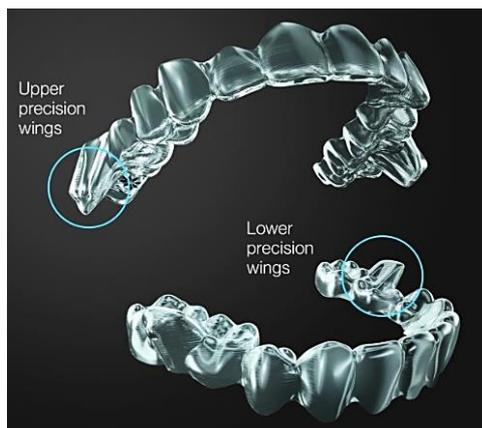


FIGURA 75 Precision Wings.

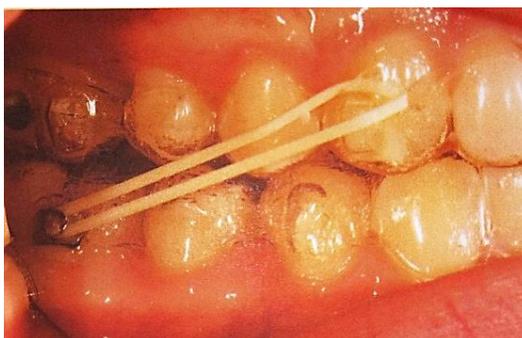


FIGURA 76 Auxiliares: Elásticos Clase II.

3.7 Invisalign Stickables™.

El niño puede personalizar sus alineadores *con stickers (pequeñas pegatinas)* de forma divertida y creativa, eligiendo entre gran variedad de temáticas. Estos accesorios ayudan a involucrar al pequeño en su tratamiento y a *mostrar su personalidad*.

Existen diferentes plantillas y cada una contiene 100 stickers; se categorizan por tipos de imágenes, el paciente puede seleccionar pegatinas como: emojis, letras, alimentos, deportes, etc. (en ocasiones especiales la empresa lanza imágenes de edición limitada como en Halloween y Navidad), se pueden cambiar cuando el niño quiera, son seguras y están fabricadas de un material plástico multicapa biocompatible y resistente al agua.

La ventaja de Invisalign Stickables™ es que el pequeño se adapta al tratamiento más fácilmente, ya que al decorar sus alineadores los sentirá aún más suyos, usándolos por más tiempo ya que no querrá quitárselos; esto *mejorará los resultados de la ortodoncia*. (41,48)

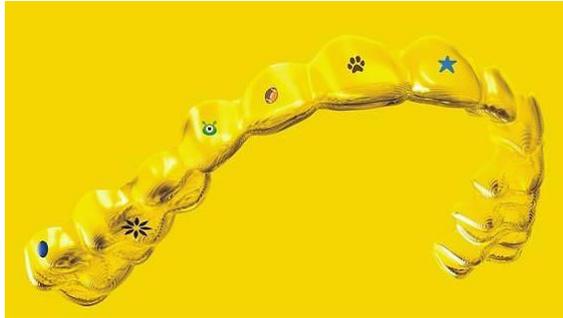


FIGURA 77 Invisalign Stickables™.

CONCLUSIÓN.

El Cirujano Dentista debe:

- Estar actualizado sobre los nuevos tratamientos que existen en el mercado, así como conocer sus características generales para determinar que pacientes pueden ser beneficiados con esa terapia, y de esta manera ser referidos con el especialista.
- Saber diagnosticar los tipos de maloclusión dental así como su etiología mediante una correcta historia clínica para elaborar un plan de tratamiento.
- Conocer las características de una oclusión normal durante la dentición mixta, para impedir que se confundan y se traten como condiciones anormales.
- Entender que en el periodo de dentición mixta es el mejor momento para realizar un tratamiento interceptivo o temprano, previniendo así problemas complejos en un futuro.
- Comprender que el éxito del tratamiento con alineadores dentales en dentición mixta depende de varios factores como: interpretación de la causa del problema y su eliminación, conocimiento del patrón de crecimiento potencial del paciente, así como su motivación y cooperación (por parte de él y de su tutor); por lo que se considera como una alternativa terapéutica y cada caso debe tratarse de forma particular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. **Gómez de Ferraris ME**, Campos MA. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. 4ª ed. México, Ciudad de México.: Médica Panamericana; 2019. (Cap. 14 Embriología dentaria. p 352-393 y Cap. 15 Erupción dentaria. p 397-414).
2. **González Sánchez MI**. Estudio de la prevalencia de maloclusiones en escolares de 6 a 13 años de la escuela “Gabriel García Márquez” del sector Monteserrín, Quito-Ecuador; 2011. [Internet]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/600/4/T-UCE-0015-4.pdf>
3. **Álzate-García F**, Serrano-Vargas L, Cortes-López L, Torres EA, Rodríguez MJ. Cronología y secuencia de erupción en el primer periodo transicional. Rev. CES Odont [Internet]. 2016 [consultado 10 Noviembre de 2022]; 29(1): 57-69. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-971X2016000100007
4. **Chiego, Daniel J**. Principios de histología y embriología bucal con orientación clínica. 4ª ed. Elsevier; 2014. (Cap. 6 Erupción y caída de los dientes. p. 77-91).
5. **Scheid RC**, Weiss G. Woelfel: Anatomía dental. 9ª ed. Barcelona: Wolters Kluwer; 2017. (Cap. 6 Dentición primaria (y mixta) p. 182-212).
6. **Torres Carvajal M**. El desarrollo de la dentición humana. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Odontología. p. 1-48. [Internet]. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/5069/1/desarrollo%20denticion.pdf>
7. **Bordoni N, Escobar A**, Castillo R. Odontología pediátrica: la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2010. (Cap. 2 Crecimiento y desarrollo de la dentición y de la oclusión p.21-45).
8. **Real Academia Española** [Internet]. [Consultado 25 Octubre 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/ortodoncia>

9. **Quirós, O.** Introducción a la Ortodoncia. Acta Odontológica Venezolana. Scielo [Internet]. 2004. [Consultado 25 Octubre 2022]. 42 (3). Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652004000300015#:~:text=Ortodoncia%20es%20la%20rama%20de,malposiciones%20dentarias%20y%20trastornos%20m%C3%A1xilofaciales
10. **Clínica Dental Serra de Fortuny.** ¿Qué es la ortodoncia preventiva, interceptada y correctiva? [Internet]. España; 2017. [Consultado 25 Octubre 2022]. Disponible en: <https://www.csfdental.com/que-es-la-ortodoncia-preventiva-interceptada-correctiva/>
11. **Torres, M.** La ortodoncia preventiva. [Internet]. 2017 [Consultado 25 Octubre 2022]. Disponible en: <https://www.dentalgalindo.com/blog/la-ortodoncia-preventiva/>
12. **Williams Díaz F.** Laboratorio en ortodoncia. Manual de procedimientos. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 1999.
13. **Impress.** Todo sobre la ortodoncia interceptiva en niños: qué es, tratamientos y tipos de aparato. [Internet]. [Consultado 25 Octubre 2022]. Disponible en: <https://smile2impress.com/es/blog/ortodoncia-interceptiva>
14. **MacNamara JS.** Tratamiento ortodóntico y ortopédico en la dentición mixta. Expansión del maxilar. EUA: Needham Press; 1995. p. 121-149.
15. **Ugalde MFJ.** Clasificación de la maloclusión en los planos anteroposterior, vertical y transversal. Revista ADM [Internet] 2007. [Consultado 25 Octubre 2022]; LXIV (3):97-109. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2007/od073d.pdf>
16. **Gurrola Martínez B., Orozco Cuanalo L.** Maloclusiones [Internet]. México: UNAM FES Zaragoza; 2017 [consultado 25 Octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/Maloclusiones17.pdf>
17. **Peña M, Rojas M del P, Tirado A, Benavides B, Hurtado M, Ruíz A.** Prevalencia de la maloclusión en tres planos del espacio en pacientes diagnosticados con defectos del habla en las clínicas de la especialización

de ortopedia funcional y ortodoncia de la Universidad Cooperativa de Colombia Prev. Rev. Estomatol. 2014; 22(1):26-32. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/01/877882/6-pena-prevalencia-malocclusion.pdf>

18. **Sada M**, Girón J. Maloclusiones en la dentición temporal o mixta. An Pediatr Contin. [Internet]. 2006 [consultado 04 Noviembre de 2022]; 4(1): 66-70.

19. **Rivero Lesmes J**, Román Jiménez M. La técnica Invisalign [Internet]. Ortodonciarivero; 2018. [consultado 02 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.ortodonciarivero.com/wp-content/uploads/2018/07/Invisalign.pdf>

20. **Invisalign** [Internet]. EUA; 2022. [consultado 30 Octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.invisalign.com/>

21. **Tuncay O**. The Invisalign System. Quintessence Publishing; 2006.

22. **Cozza P**, Pavoni C, Lione R. Enfoque sistemático de la terapia ortodóncica con alineadores. [Internet]. EDRA; 2021 [consultado 10 Noviembre de 2022]; Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=J6dHEAAAQBAJ&pg=PA153&dq=alineadores+dentales&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwji_arH89v6AhVQDkQIHlvBh8Q6AF6BAqKEAI#v=onepage&q=alineadores%20dentales&f=false

23. **Kharbanda Om P**. Orthodontics: Diagnosis and Management of Malocclusion and Dentofacial Deformities. [Internet]. India: Elsevier; 2020 [consultado 10 Noviembre de 2022]; Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=o9jBDwAAQBAJ&pg=PA427&dq=INVISALIGN+TEENS&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjjbrbXI8dv6AhV-IEQIHdOICPQQ6AF6BAqIEAI#v=onepage&q=INVISALIGN%20TEENS&f=false>

24. **Pando Bacuilima KA.**, Aguilar Novillo ER., Bravo Calderón ME. Alineadores invisibles: Invisalign - Revisión bibliográfica [Internet]. Ecuador: Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría;

2018. [consultado 04 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2018/art-13/>
25. **Cartujano Perdomo A.** Tesina: Uso de alineadores como una alternativa en los tratamientos de ortodoncia [Internet]. México: UNAM; 2021. [consultado 04 Noviembre de 2022]. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2021/diciembre/0820870/Index.html>
26. **López Pineda RA.** Tesina: Indicaciones y contraindicaciones del uso de alineadores [Internet]. México: UNAM; 2020. [consultado 04 Noviembre de 2022]. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2020/septiembre/0803707/Index.html>
27. **Proffit W.R** Ortodoncia contemporánea. [Internet] España: Elsevier; 2019. [consultado 10 Noviembre de 2022]; Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=AcrSDwAAQBAJ&pg=PA316&dq=alineadores+dentales&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwji_arH89v6AhVQDkQIHalvBh8Q6AF6BAgDEAI#v=onepage&q=alineadores%20dentales&f=false
28. **Viyuela C.** Invisalign precio – ¿cuánto vale una ortodoncia? [Internet]. 2020. [consultado 04 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.cristinaviyuela.com/invisalign-precio-cuanto-vale-una-ortodoncia/>
29. **Bondonclinic.** Vivera Retainers – Retenedores de Ortodoncia. [Internet]. España: [consultado 04 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.bondonclinic.com/tratamientos/vivera-retainers-retenedores-dentales-de-invisalign/>
30. **Invisalign First** [Internet]. EUA; 2022. [consultado 15 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://cloud.news.aligntech.com/invisalign-first>
31. **Eliades T., Athanasiou AE.** Orthodontic Aligner Treatment: A Review of Materials, Clinical Management and Evidence. Thieme; 2021.
32. **Ortoinvisible.** Invisalign Teen: ortodoncia invisible para dentición mixta. [Internet]. España; 2019 [consultado 15 Noviembre de 2022]. <https://ortoinvisible.es/invisalign-teen-ortodoncia-invisible-para-denticion-mixta/>

33. **Invisalign** [Internet]. EUA; 2022. [consultado 15 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.invisalign.com.mx/la-diferencia-de-Invisalign/padres>
34. **Clínica Dental VAS**. Invisalign First y Teen ¿Qué es y cómo funciona? [Internet]. Barcelona; 2021 [consultado 16 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.clinicadentalvas.com/invisalign-first-y-teen/>
35. **Pinho, T.**, Rocha, D., Ribeiro, S., Monteiro, F., Pascoal, S., Azevedo, R. Interceptive Treatment with Invisalign® First in Moderate and Severe Cases: A Case Series. PubMed [Internet]. 2022 [consultado 18 Noviembre de 2022]; 9(8):1176. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/children9081176>
36. **Gaceta Dental**. El sistema de imágenes iTero Element 5D Plus de Align Technology, premiado como «mejor innovación digital» [Internet]. España; 2021 [consultado 19 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://gacetadental.com/2021/12/itero-element-5d-plus-align-technology-28706/>
37. **iTero** [Internet]. EUA; 2022. [consultado 19 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.itero.com/es/our-solutions/itero-element-plus-series>
38. **Schupp W, Haubrich J**. Posibilidades y limitaciones del tratamiento con Invisalign. Quintessence España [Internet]. 2012 [consultado 19 Noviembre de 2022]; 25(2): 84-94. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-pdf-S0214098512000062>
39. **OrtoDental**. Clincheck Pro 6.0 de Invisalign. [Internet]. CDMX; 2022 [consultado 19 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://invisalign.mx/invisalign/clincheck-pro-6-0-de-invisalign/>
40. **Invisalign CBCT**. See more, treat more comprehensively with CBCT integration in ClinCheck® Pro 6.0 software. EUA; 2022. [consultado 19 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.invisalign.com/provider/ccpro6.0/cbct>

41. **OrtoDental**. Invisalign First, ortodoncia Invisible para niños en México [Internet]. CDMX; 2022 [consultado 15 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://ortodental.com.mx/ortodoncia/invisalign-first-ortodoncia-invisible-para-ninos-en-mexico/>
42. **Vidal Bernárdez, ML**. Tesis: Eficacia y predictibilidad de la expansión maxilar y mandibular con el sistema Invisaling®. Material SmartTrack®. [Internet]. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2022. [consultado 16 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/133594/Vidal%20Bern%c3%a1rdez%2c%20Mar%c3%ada%20Luisa%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllow>
43. **Doctora Mafer Camargo**. SmartForce (o Attachments) de Invisalign. [Internet]. Bogotá; 2022. [consultado 18 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://mafercamargo.com/invisalign/smartforce/>
44. **Doctora Mafer Camargo**. SmartTrack de Invisalign. [Internet]. Bogotá; 2022. [consultado 18 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://mafercamargo.com/invisalign/smarttrack/>
45. **Doctora Mafer Camargo**. SmartStage® de Invisalign. [Internet]. Bogotá; 2022. [consultado 18 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://mafercamargo.com/invisalign/smartstage/>
46. **OrtoDental**. Conoce My Invisalign App, el software de las sonrisas. [Internet]. CDMX; 2022 [consultado 18 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://invisalign.mx/invisalign/conoce-my-invisalign-app-el-software-de-las-sonrisas/>
47. **Novodent**. Ortodoncia Invisalign: ¿A qué edad se puede poner ortodoncia a un niño? [Internet]. Barcelona; 2022 [consultado 16 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://novodentdentistas.com/ortodoncia-invisalign-a-que-edad-se-puede-poner-ortodoncia-a-un-nino/>
48. **OrtoDental**. Nuevos y divertidos Invisalign Stickables en México. [Internet]. CDMX; 2022 [consultado 18 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://invisalign.mx/invisalign/nuevos-y-divertidos-invisalign-stickables-en-mexico/>

REFERENCIAS DE IMÁGENES.

Figura 1, 28-34. Bordoni N, Escobar A, Castillo R. Odontología pediátrica: la salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2010.

Figura 2-10, 12-16, 18-20, Tabla 1-3. Gómez de Ferraris ME, Campos MA. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. 4ª ed. México, Ciudad de México.: Médica Panamericana; 2019.

Figura 11, Tabla 4-6. Chiego, Daniel J. Principios de histología y embriología bucal con orientación clínica. 4ª ed. Elsevier; 2014.

Figura 17. Universidad Peruana Cayetano Heredia. XI. Características de la oclusión en niños. [Internet]. Perú: [consultado 04 Noviembre de 2022]. Disponible en:

<https://sites.google.com/site/portafoliofaestsotelo/desarrollo-de-la-denticion-la-denticion-primaria>

Figura 21. Unidad del Ángel. Muda de dientes: la historia secreta. [Internet]. 2017. [consultado 07 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://unidaddelangel.com/muda-de-dientes-la-historia-secreta/>

Figura 22 y 23. Scheid RC, Weiss G. Woelfel: Anatomía dental. 9ª ed. Barcelona: Wolters Kluwer; 2017.

Figura 24-27. González Sánchez MI. Estudio de la prevalencia de maloclusiones en escolares de 6 a 13 años de la escuela “Gabriel García Márquez” del sector Monteserrín, Quito-Ecuador; 2011. [Internet]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/600/4/T-UC-0015-4.pdf>

Figura 35. Freesmeyera W. La oclusión a lo largo del tiempo. Elsevier [Internet] 2010 [consultado 07 Noviembre de 2022]; 21 (2):82-92. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-tecnica-33-articulo-la-oclusion-lo-largo-del-X1130533910486215>

Figura 36. Gutiérrez N. Utilización de zapatilla distal debido a pérdida prematura de una segunda molar temporal: Reporte de caso. Odovtos-Int. J.Dental Sc. [Internet]. 2015 [consultado 07 Noviembre de 2022].

17(1): 21-29. Disponible en:
<https://fodo.ucr.ac.cr/sites/default/files/revista/Guti%C3%A9rrez%20N.pdf>

Figura 37. Gálvez Aguilera L. El mal hábito de chuparse el dedo y sus consecuencias [Internet]. Heart of earth; 2013. [consultado 07 Noviembre de 2022]. Disponible en:
<https://heartofearthcompany.wordpress.com/2013/10/24/el-mal-habito-de-chuparse-el-dedo-y-sus-consecuencias/>

Figura 38. Ortodoncia salud. ¿Cómo funciona el Sistema Trainer y Myobrace? [Internet]. 2021. [consultado 07 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://ortodonciasalud.com.ar/2018/03/ortodoncia-miofuncional-prevencion-para-los-mas-pequenos/>

Figura 39. Sinohui C. Brackets vs Invisalign [Internet]. España: Avodent clínica dental; 2020. [consultado 07 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.avodent.com/brackets-vs-invisalign/>

Figura 40. Gurrola Martínez B., Orozco Cuanalo L. Maloclusiones [Internet]. México: UNAM FES Zaragoza; 2017 [consultado 25 Octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/Maloclusiones17.pdf>

Figura 41. Instituto Nacional de Ortodoncia. ¿Sabes que es la maloclusión dental? [Internet]. Chile; 2021. [consultado 30 Octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.ino.cl/sabes-que-es-la-maloclusion-dental/>

Figura 42. InproDent M.R. La ortopedia funcional de los maxilares. [Internet]. Chile; 2022. [consultado 30 Octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.inprodent.cl/ortopedia/>

Figura 43. Parra Covarrubias, ME. Maloclusiones transversales [Internet]. Notas dentales; 2016. [consultado 30 Octubre de 2022]. Disponible en: <http://podemossonreir.blogspot.com/2016/11/maloclusiones-transversales.html>

Figura 44. Garza, C. ¿Qué es el apiñamiento dental? [Internet]. México: Clínica Dental Smile; 2021. [consultado 30 Octubre de 2022]. Disponible en: <https://dental-smile.mx/apinamiento/>

Figura 45 y 46. Rivero Lesmes J, Román Jiménez M. La técnica Invisalign [Internet]. Ortodonciarivero; 2018. [consultado 02 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.ortodonciarivero.com/wp-content/uploads/2018/07/Invisalign.pdf>

Figura 47-50, 53, 59. Proffit W.R Ortodoncia contemporánea. [Internet] España: Elsevier; 2019. [consultado 10 Noviembre de 2022]; Disponible en:

https://books.google.com.mx/books?id=AcrSDwAAQBAJ&pg=PA316&dq=alineadores+dentales&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwji_arH89v6AhVQDkQIHAlvBh8Q6AF6BAqDEAI#v=onepage&q=alineadores%20dentales&f=false

Figura 51,52, 54-57. Valverde Padilla G. Tratamiento con aligner en ortodoncia. [Internet] Perú: Universidad Inca Garcilaso de la Vega Facultad de Estomatología; 2018. [consultado 10 Noviembre de 2022]; Disponible en:

http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/2498/SEG.E_SPEC.GUISELLA%20VALVERDE%20PADILLA.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Figura 58,73. Graber LW., Vanarsdall, RL., Vig KWL., Huang GJ. Ortodoncia: Principios y técnicas actuales. [Internet]. Elsevier; 2017. [consultado 10 Noviembre de 2022]; Disponible en:

https://books.google.com.mx/books?id=pltgDwAAQBAJ&pg=PA795&dq=alineadores+dentales&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwji_arH89v6AhVQDkQIHAlvBh8Q6AF6BAqJEAI#v=onepage&q=alineadores%20dentales&f=false

Tabla 7. Invisalign [Internet]. EUA; 2022. [consultado 04 Noviembre de 2022]. Disponible en <https://www.invisalign-professional.es/patients-benefits>

Tabla 8. Align Technology, Inc. Align Technology amplía la cartera de productos Invisalign® con nuevas opciones y una mayor flexibilidad para tratar una gama más amplia de pacientes [Internet]. GlobeNewswire; 2018. [consultado 04 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.globenewswire.com/news-release/2018/04/04/1460346/0/en/Align-Technology-Expands-Invisalign-Product-Portfolio-With-New-Options-and-Greater-Flexibility-to-Treat-a-Broader-Range-of-Patients.html>

Figura 60. García, H. Invisalign First, El Tratamiento de Ortodoncia Sin Brackets Para Niños [Internet]. México: DentaCare 2020. [consultado 22 Noviembre de 2022]. Disponible <https://dentacare.mx/invisalign-first/invisalign-first-el-tratamiento-de-ortodoncia-sin-brackets-para-ninos/>

Figura 61. Sinohui C. Invisalign First: ortodoncia invisible y eficaz para niños [Internet]. España: Avodent clínica dental; 2019. [consultado 22 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.avodent.com/invisalign-first/>

Figura 62. Clínica Bernabeú. Tipos de Invisalign [Internet]. Madrid: [consultado 22 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.clinicadentalbernabeu.es/tipos-de-invisalign>

Figura 63,64,66,74,76. Eliades T., Athanasiou AE. Orthodontic Aligner Treatment: A Review of Materials, Clinical Management and Evidence. Thieme; 2021.

Figura 65. iTero [Internet]. EUA; 2022. [consultado 22 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://itero.com/our-solutions/itero-element-2>

Figura 67,70. Palma Moya S., Lozano Zafra J. Aligner Techniques in Orthodontics. [Internet]. Wiley; 2021. [consultado 24 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.mx/books?id=z-EmEAAQBAJ&pg=PA133&dq=invisalign+first&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi-oJ7h9dv6AhWnK0QIHaxLDCcQ6AF6BAgJEAl#v=onepage&q=invisalign%20first&f=false>

Figura 68. Invisalign Material SmartTrack [Internet]. EUA; 2022. [consultado 24 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.invisalign.cl/ventajas/material-smarttrack>

Figura 69. Doctora Mafer Camargo. SmartStage® de Invisalign. [Internet]. Bogotá; 2022. [consultado 24 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://mafercamargo.com/invisalign/smartstage/>

Figura 71. OrtoDental. Conoce My Invisalign App, el software de las sonrisas. [Internet]. CDMX; 2022 [consultado 24 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://invisalign.mx/invisalign/conoce-my-invisalign-app-el-software-de-las-sonrisas/>

Figura 72. Bratos, P. Invisalign Teen: la ortodoncia estética para adolescentes exigentes [Internet]. España; 2020. [consultado 26 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.clinicaferrusbratos.com/invisalign/teen/>

Figura 75. Myall A. Invisalign Teen with mandibular advancement launched. [Internet]. Dentistry; 2017 [consultado 26 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://dentistry.co.uk/2017/03/27/invisalign-teen-mandibular-advancement-launched/>

Figura 77. Orthodontics Products. Align tech unveils new invisalign stickables, designed to personalize orthodontic treatment for younger patients. [Internet]. 2020 [consultado 26 Noviembre de 2022]. Disponible en: <https://orthodonticproductsonline.com/industry-news/company-news/align-tech-unveils-new-invisalign-stickables-designed-to-personalize-orthodontic-treatment-for-younger-patients/>