



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA CON SISTEMA DE
TRAZADO DIGITAL.**

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:

DIANA ITZEL CRUZ VILLEGAS

TUTOR: Mtro. RICARDO ORTIZ SÁNCHEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, Claudia Villegas por ser el más grande pilar de mi vida, por tu apoyo y tu amor incondicional, por ayudarme a cumplir todas y cada una de mis metas y sueños, por hacer de mí lo que soy ahora, gracias porque sin ti, nada de lo que estoy logrando sería posible. Te amo, te admiro y nunca terminaré de agradecerte todo lo que has hecho por mí.

A mi hermanita Priscila, por ser mi mejor amiga y darme tantos momentos de alegría, por enseñarme tanto de la vida, de la paciencia, del amor y de la felicidad. Gracias por ser mi primer paciente y la favorita. Por tu confianza y apoyo incondicional siempre. Te amo y admiro todo lo que también estás logrando. Eres la mejor.

A José Martínez, por permitirme compartir contigo mis momentos felices y tristes, por celebrar mis logros y abrazarme en mis fracasos, por animarme a ser cada día mejor y nunca dejarme sola. Por tu tiempo, tu paciencia, por todo tu amor y el apoyo incondicional que me brindas cada día. Sé que, para ambos aún vendrán muchas cosas buenas. Te amo.

A mi familia, por animarme y echarme porras, por confiar en mí. Gracias en especial a mi abuelita Mary, por cuidarme y procurarme en todos los sentidos en cada una de mis etapas, sobre todo en estos años difíciles y hasta ahora.

A la Facultad de Odontología por darme la oportunidad de cumplir el sueño de estudiar lo que siempre quise, por los amigos, las experiencias y todo el aprendizaje que obtuve en sus aulas, laboratorios y clínicas durante estos años. A todos mis pacientes, por permitirme aprender a través de ustedes.

A mi tutor Ricardo Ortiz, por su tiempo y apoyo durante la realización de esta tesina. Muchas gracias, sin usted nada de esto sería posible.

A todos los docentes que han guiado mi camino en la carrera. A mis profesores de la Facultad, de la Clínica Padierna y del seminario. A la Dra. Diana, por ser un gran apoyo durante el último año de la carrera, por abrirme las puertas de su consultorio, por confiar en mí y enseñarme tantas cosas.

Ai Programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE205321 de la sala 3D de la Facultad de Odontología, por el apoyo en la realización de esta tesina.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN -----	1
OBJETIVO -----	2
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES -----	3
1.1 Conceptos básicos -----	3
1.2 Antecedentes históricos. -----	4
CAPÍTULO 2. DIAGNOSTICO EN ORTODONCIA -----	6
2.1 Auxiliares de diagnóstico en ortodoncia-----	6
2.1.1 Historia clínica -----	6
2.1.2 Fotografías extraorales e intraorales -----	7
2.1.3 Modelos de estudio -----	7
2.1.4 Radiografías-----	8
2.1.4.1 Lateral de cráneo-----	9
2.1.4.2 Imagenología digital -----	11
CAPÍTULO 3. ESTUDIOS CEFALOMÉTRICOS -----	14
3.1 Normas -----	15
3.2 Análisis de Downs-----	15
3.3 Análisis de Steiner -----	23
3.4 Análisis de Jarabak -----	31
CAPÍTULO 4. PROGRAMAS DIGITALES PARA DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA -----	44
4.1 NemoCeph -----	44
CAPÍTULO 5. COMPARATIVO DE TRAZADO CEFALOMÉTRICO -----	47
5.1 Trazado cefalométrico manual-----	47
5.2 Trazado cefalométrico digital-----	48
5.3 Resultados obtenidos con el programa NemoCeph-----	51
CONCLUSIONES -----	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	61



INTRODUCCIÓN

La cefalometría es un auxiliar indispensable para el diagnóstico ortodóncico. El trazado cefalométrico manual se inició en 1931, pero en los últimos años, la ciencia y la tecnología en el campo odontológico y de la ortodoncia han tenido avances importantes en el desarrollo de sistemas asistidos por computadora para los análisis cefalométricos, esto debido a las ventajas que presentan ante un análisis manual.

La cefalometría digital es una buena opción para la práctica ortodóncica en sectores públicos, privados, hospitalarios e incluso escolares. Entre sus ventajas se encuentran que generalmente cuenta con gran cantidad y variedad de análisis cefalométricos, es de fácil registro y almacenamiento, acorta el tiempo de diagnóstico, la visualización de los puntos y trazados se hace más clara pues ofrece contraste y brillo en las radiografías, sin embargo, el precio de estos programas suele ser muy elevado.¹

Desde el primer sistema digital intraoral para uso odontológico, inicia también la controversia sobre si los sistemas cefalométricos manual y digital tienen los mismos resultados. En diversas investigaciones que comparan ambos métodos de análisis cefalométricos, se concluye que el método computarizado es más preciso que el trazado manual. Sin embargo, otros estudios encuentran que existe diferencia significativa en la identificación de los puntos cefalométricos, reportando mejores y más exactos resultados con el trazado manual.²

Actualmente, existen diversos programas que realizan este tipo de análisis. Nos enfocaremos en el programa NemoCeph (de Nemotec, NemoStudio Fall Edition, 2020. Versión en español), en sus características, funcionamiento y los inconvenientes que se pueden tener durante su uso para llegar al adecuado diagnóstico.



OBJETIVO

Evaluar la eficacia del software NemoCeph, mediante la comparación de los resultados obtenidos en un análisis cefalométrico digital realizado con dicho programa y los valores normales propuestos por Downs, Steiner y Jarabak en sus respectivos análisis cefalométricos.



CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Ortodoncia. Según la Asociación Americana de Ortodoncia, la Ortodoncia es el área de la Odontología que supervisa, guía y corrige las estructuras dentofaciales ya maduras y las que se encuentran en crecimiento. Se incluyen aquellas situaciones en que se requieren movimientos de dientes o corrección de relaciones deficientes y malformaciones de estructuras, por medio de la modificación de las relaciones dentales con los huesos faciales, a través de la aplicación de fuerzas exógenas, estimulación y reorientación de fuerzas funcionales dentro del complejo craneofacial.³

Los objetivos del tratamiento de ortodoncia son mejorar el aspecto de la sonrisa y de la cara, por ende, la calidad de vida del individuo; obtener contactos oclusales y proximales óptimos entre los dientes; devolver la función adecuada; conseguir la estabilidad dental fisiológica.⁴

Cefalometría. La palabra cefalometría viene de los vocablos griegos *kephale* que significa cabeza y *metron* que significa medida, por lo que se puede definir como el conjunto de procedimientos para la medición de la cabeza, la descripción y cuantificación de estructuras involucradas en la maloclusión. Es una técnica que emplea radiografías orientadas con el fin de obtener mediciones cefálicas. Se usa para evaluar el crecimiento de las estructuras faciales y dentales para el diagnóstico y terapéutica ortodóncica. En la práctica clínica, se comparan las mediciones del paciente con normas obtenidas estadísticamente en diversos estudios cefalométricos.^{5, 6}

Diagnóstico es un proceso deductivo, realizado a partir de un conjunto de signos y síntomas con el fin de definir o reconocer una afección diferenciándola de cualquier otra. El diagnóstico se emite al recabar datos para analizarlos e interpretarlos, lo que permite evaluar una cierta condición, a través de la exploración, palpación, inspección y auscultación que conduce al clínico a brindar un tratamiento correcto. El diagnóstico es un elemento fundamental en la cadena de actividades que implican una buena atención médica.⁷



El diagnóstico se basa en:

- Relación médico-paciente, con una buena relación, se logra tranquilidad, seguridad y mayor cooperación del paciente para el examen físico.
- Anamnesis, es la base fundamental para el diagnóstico. Del 50 al 75% de los diagnósticos se realizan gracias al interrogatorio.
- Examen físico, el cual complementa al interrogatorio los signos físicos son marcas objetivas y verificables de la enfermedad. Se vuelven más relevantes cuando confirman un cambio funcional o estructural ya sugerido por la anamnesis.
- Asociación de los signos y síntomas, los cuales se suelen agrupar en tríadas, tétradas y síndromes para realizar el diagnóstico. ⁸

1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Desde el siglo XVI Leonardo da Vinci trazaba estructuras anatómicas tanto horizontales como verticales buscando relaciones proporcionales, para demostrar que existe diferencia en los biotipos faciales.

En 1603, Albrecht Dürer propone un sistema de trazos empleados para determinar los diferentes tipos de perfiles del rostro humano: recto, convexo y cóncavo.

Petrus Camper (1722-1789). Empleó mediciones angulares en sus estudios sobre cráneos para determinar las dimensiones faciales. Descubre que las medidas varían de acuerdo al grupo étnico, edad y sexo de los individuos. Esas variables le permitían reconocer el problema de crecimiento y desarrollo de las estructuras óseas. En 1780 describe el ángulo facial formado por la intersección del plano de Camper con la línea facial.

En 1843, Pritchard realiza la primera clasificación del perfil en prognata y retrognata. En 1872, se propone el Plano de Frankfort, oficialmente aceptado en 1884. Este aporte fue relevante por la necesidad de orientación natural de la cabeza en un plano horizontal. En la actualidad se sigue empleando como plano de referencia y se ha trasladado a la cefalometría.



En noviembre de 1895, Wilhelm Röntgen descubrió los Rayos X, los cuales son una radiación electromagnética capaz de penetrar estructuras que el ojo humano no puede observar a simple vista. Este descubrimiento abrió las puertas al desarrollo de la radiografía cefalométrica, que trajo ventajas con respecto a la antropometría que se desarrollaba: realizar mediciones craneométricas en individuos vivos, lo que permite estudiar el crecimiento y desarrollo de un mismo sujeto, permitió, además observar estructuras óseas a través de los tejidos blandos para estudiar las relaciones entre ellos.

En 1931, Broadbent introdujo a Estados Unidos el primer cefalostato, con el objetivo de estudiar las maloclusiones y los cambios faciales, permitiendo así realizar análisis cefalométricos, los cuales son considerados auxiliares muy importantes para el diagnóstico en ortodoncia.

Desde entonces, la cefalometría es utilizada en ortodoncia a través de trazados en papel de acetato para realizar mediciones tanto lineales como angulares en las estructuras faciales observadas en una radiografía.

Durante los años 90's, se desarrollaron nuevas aplicaciones tecnológicas que fomentan y amplían las técnicas utilizadas para el diagnóstico radiográfico en ortodoncia. Se crean programas que realizan análisis digitalmente arrojando los valores cefalométricos instantáneamente y de esta manera, disminuyendo el tiempo de trazado para el operador. ^{1,9,10,11,12}



CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA

El diagnóstico en Ortodoncia y en cualquier área odontológica o médica es un proceso analítico que requiere una visión amplia de la situación general del paciente. Esto se logra teniendo en cuenta tanto los hallazgos objetivos como los subjetivos obtenidos de los auxiliares diagnósticos. El diagnóstico es de gran importancia debido a que, se trata del elemento principal para el establecimiento de las metas que se buscan alcanzar con un tratamiento, además es indispensable para conocer las causas de las afecciones que presenta el paciente y poder definir las relaciones entre los problemas dentales, funcionales, faciales y/o esqueléticos. Todo esto juega un papel fundamental para la especificación de las características individuales de cada paciente y en considerar el orden primordial del plan de tratamiento a seguir.^{7, 8, 13.}

2.1 AUXILIARES DE DIAGNÓSTICO

2.1.1 Historia clínica. La historia clínica constituye un documento médico-legal, que permite al odontólogo tener un panorama completo y global del paciente. Es de suma importancia su correcta y completa elaboración, detallando todos los antecedentes del paciente. Dentro de ésta, debe incluirse la anamnesis. La cual, tiene por objetivos establecer la principal preocupación del paciente y obtener información sobre tres principales áreas (1) historial médico y dental; (2) estado de crecimiento físico y (3) motivación, expectativas y demás factores sociales y de comportamiento del paciente.⁷

En la historia clínica se registran los antecedentes personales patológicos, antecedentes personales no patológicos, antecedentes heredofamiliares, antecedentes odontológicos, hábitos perniciosos, traumatismos de cara y dientes, interrogatorio por aparatos y sistemas, antecedentes patológicos de la articulación temporo-mandibular (ATM) y padecimiento actual.^{14, 15}

Posterior al interrogatorio, se realiza el examen clínico, el cual es un proceso detallado y minucioso de análisis extraoral e intraoral del paciente. Con el examen clínico se busca (1) evaluar y documentar la salud oral, la funcionalidad, proporciones faciales y características de la sonrisa; (2)

identificar problemas médicos o dentales presentes en el paciente y que necesiten ser atendidos antes de un tratamiento ortodóncico.⁷

2.1.2 Fotografías extraorales e intraorales. (Fig. 1). Las fotografías clínicas extraorales e intraorales son importantes en el diagnóstico y en el registro de la evolución del tratamiento en ortodoncia. Su propósito es la observación clínica de la cara del paciente mediante la evaluación de balance y proporción.

Las fotografías extraorales son: frontal, frontal dinámica o de la sonrisa, perfil derecho y perfil izquierdo, fotografía tres cuartos derecha e izquierda, fotografía submentoniana.

Las fotografías intraorales son: frontal, lateral derecha y lateral izquierda, oclusal inferior y oclusal superior y fotografía lateral de oclusión anterior.^{14, 16}



Figura 1. Ejemplo de fotografías clínicas extra e intraorales.

2.1.3 Modelos de estudio. Los modelos de estudio son un elemento importante para la evaluación del paciente y la planificación del tratamiento. Permiten obtener un análisis en tres planos: sagital, vertical y transversal. El análisis de estos modelos proporciona la información necesaria para evaluar el espacio existente y compararlo con el espacio requerido, la existencia y severidad de apiñamiento, la morfología de los arcos dentales, la existencia de rotaciones, protrusiones y retrusiones dentales.^{14, 16} (Fig. 2).

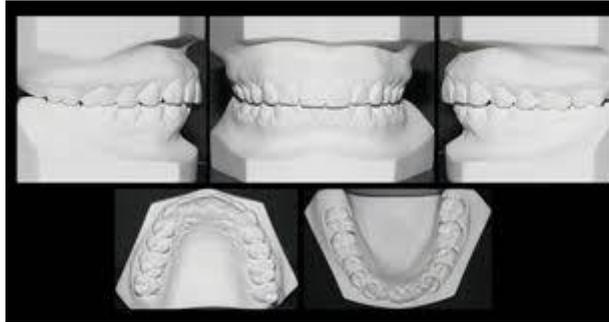


Fig. 2. Modelos de estudio.

2.1.4 Radiografías. Las radiografías dentales son imágenes bidimensionales grabadas en una película por el paso de los rayos X a través de estructuras tridimensionales. Las imágenes proyectadas en las radiografías, brindan información de estructuras internas que no pueden ser vistas clínicamente, por lo que son de ayuda en la detección de traumas, lesiones y enfermedades que se localizan en el hueso, además de brindar un panorama más amplio y detallado de la condición en la que se encuentran los dientes.

La proyección de imagen extraoral se utiliza para observar áreas grandes del cráneo o maxilares. En ortodoncia, los tipos de radiografía comúnmente utilizadas son la radiografía panorámica u ortopantomografía y la radiografía lateral de cráneo, ambas son proyecciones extraorales.^{16,17}

Ortopantomografía. Es una técnica radiográfica extraoral que brinda una vista completa del maxilar y la mandíbula. (Fig.3). Entre sus propósitos se encuentran: evaluar dientes retenidos, evaluar patrones de crecimiento y desarrollo de la erupción, detectar enfermedades, lesiones y condiciones de los huesos maxilar y mandibular, examinar la extensión de lesiones grandes, evaluar traumatismos y fracturas, valoración de los terceros molares, evaluar patologías sinusales, evaluar la altura vertical del hueso alveolar como parte de la planificación previa a implantes, evaluar la simetría de los cóndilos mandibulares, lo que ayuda a identificar trastornos temporomandibulares. Al ser una proyección panorámica, no es una imagen bien definida y no debe utilizarse para evaluar o diagnosticar caries, enfermedad periodontal o lesiones periapicales.

Esta proyección, presenta algunos errores comunes en la ubicación en la que es tomada, la radiolucidez y radiopacidad de las diferentes estructuras anatómicas, por lo que, el paciente no debe utilizar objetos metálicos en cabeza y cuello durante su toma, debe colocarse de manera que sus labios se encuentren en contacto, con la lengua tocando el paladar duro, posicionar de manera que el plano de Frankfort se encuentre paralelo al piso y con la espalda recta. ^{17, 18}



Fig. 3. Ortopantomografía.

2.1.4.1 Lateral de cráneo. La radiografía lateral de cráneo o proyección cefalométrica lateral es una técnica radiográfica extraoral que muestra los huesos de la cara y del cráneo, así como el perfil de los tejidos blandos de la cara. (Fig. 4). Su propósito es evaluar el crecimiento y desarrollo facial, traumatismos, la relación de los dientes con sus huesos de soporte, la relación de maxilar y mandíbula con el resto de los huesos del esqueleto facial, evaluación de vías aéreas, postura, las enfermedades y anomalías del desarrollo.

Sus usos en ortodoncia son: (1) diagnóstico inicial, para la confirmación de alteraciones esqueléticas y/o de las partes blandas subyacentes, (2) planificación del tratamiento, (3) monitorización de la progresión del tratamiento, (4) evaluación de los resultados de un tratamiento.

Esta técnica depende de la ubicación exacta del individuo en el cefalostato, para poder orientar exactamente la cabeza en relación a la radiografía.

Combina las ventajas de la craneometría y la antropometría, pues pueden hacerse mediciones óseas directas.



Fig. 4. Lateral de cráneo.

Para su toma hay varios tipos de equipos. Algunas unidades de rayos X panorámicas se pueden utilizar conjuntamente con un brazo de proyección especial y un dispositivo conocido como cefalostato, el cual puede ser una unidad independiente. El cefalostato incluye un soporte del receptor y un posicionador de la cabeza, el cual permite que el técnico radiólogo posicione fácilmente al paciente y el receptor. (Fig. 5) ^{17,18}

En esta radiografía, el receptor de imagen se encuentra paralelo al plano sagital de la cabeza del paciente y el haz de rayos X es perpendicular al receptor de imagen y al plano sagital.

La técnica para la toma de esta radiografía consiste en lo siguiente:

- Colocar al paciente en el cefalostato con el plano sagital de la cabeza vertical y paralelo al receptor de imagen y con el plano de Frankfurt horizontal. Los dientes deben encontrarse en máxima intercuspidad.
- Se inmoviliza la cabeza de forma cuidadosa dentro del aparato. Se insertan los cilindros auriculares dentro de los conductos auditivos externos de manera gradual.

- El equipo está diseñado para garantizar que el haz de rayos X discorra horizontalmente y de manera centrada en los cilindros auriculares, cuando el paciente se encuentre situado correctamente.
- La medida de la película radiográfica es de aproximadamente 18x24 cm.
- Normalmente se toma desde el lado derecho del paciente. ^{6, 17} (Fig.7).



Fig. 5. **A.** Unidad de imagen extraoral, contiene el cefalostato para posicionar la cabeza del paciente y el receptor. **B.** Cefalostato.

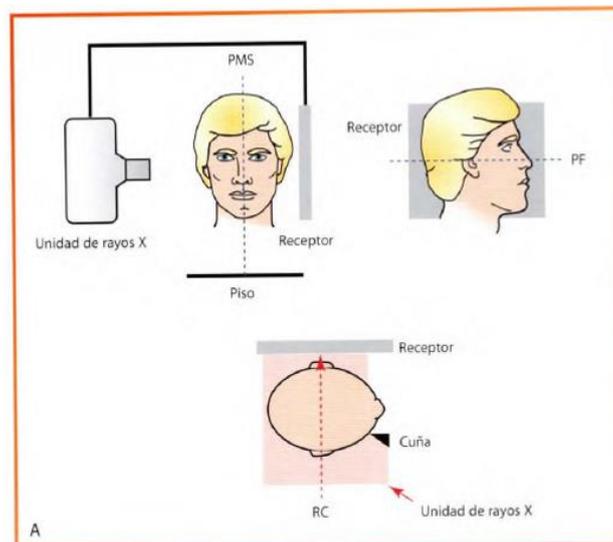


Fig. 6. Técnica para la toma de radiografía lateral de cráneo.

2.1.4.2 imagenología digital. El término imagen digital” se refiere a un método de captura de una imagen radiográfica utilizando un sensor, el cual descompone la imagen en piezas electrónicas y las presenta y almacena como



imagen en una computadora. Es una técnica confiable y versátil que mejora las capacidades de diagnóstico en odontología.

La radiografía tradicional consiste en la interacción de los rayos X con los cristales de haluro de plata de la emulsión en la película, la producción de una imagen latente, y el procesamiento químico para convertir la imagen latente en una imagen visible; la cual se observa en tonos negros, grises y blancos a contraluz. Por otro lado, en la imagen digital, un pequeño sensor se coloca en el lugar en que iría la película para capturar la imagen radiográfica. El haz de rayos X se dirige para golpear el sensor produciendo una carga electrónica sobre su superficie, esta carga electrónica se digitaliza y el sensor transmite esta información a una computadora, la cual almacena la señal electrónica entrante y se utiliza un software para almacenar la imagen electrónica. Segundos después de exponer el sensor a la radiación, puede visualizarse la radiografía en formato digital por medio de la computadora.

Como cualquier técnica radiográfica, la imagen digital, tiene ventajas y desventajas. Las cuales se enlistan a continuación:

Ventajas

- Se tiene mayor resolución en la escala de grises, lo que brinda mejor capacidad en la captura de detalles utilizando alrededor de 256 tonos de gris a diferencia de los 16 a 25 tonos de gris en la radiografía convencional.
- Menor exposición a la radiación. La radiación utilizada en imagenología digital es de 50% a 90% menor a la radiografía convencional.
- Posibilidad de visualizar la imagen de manera inmediata.
- Eliminación de errores de procesamiento en el revelado.
- Aumento en la eficiencia. Se facilita la visualización de estructuras con la posibilidad de modificar el brillo, contraste, la saturación, nitidez de la imagen y realizar zoom. Lo que permite acortar el tiempo en el diagnóstico.



-
- Es una herramienta educativa eficaz para los pacientes, pues es de más fácil visualización.
 - Brinda la posibilidad de utilizar programas que realicen de manera automática análisis cefalométricos.

Desventajas

- El costo inicial de los sistemas de imagenología digital es elevado.
- El sensor digital no soporta la esterilización con calor.
- Existe la posibilidad de que las imágenes digitales puedan ser manipuladas o eliminadas.^{12, 17}



CAPÍTULO 3. ESTUDIOS CEFALOMÉTRICOS

Como se mencionó antes, la cefalometría emplea las radiografías laterales de cráneo para obtener mediciones cefálicas y es un auxiliar de diagnóstico de gran importancia en ortodoncia. Existen diversos análisis cefalométricos, de los cuales el objetivo, en un inicio, se centraba en estudiar los patrones de crecimiento craneofacial, después se comenzaron a utilizar para la valoración de las proporciones dentofaciales y definir las bases anatómicas de la maloclusión.

Los análisis cefalométricos son procedimientos utilizados para obtener descripciones de las relaciones existentes entre las unidades funcionales, son de utilidad para inducir y predecir cambios en el tratamiento ortodóncico.

Para realizar un análisis cefalométrico, se trazan puntos específicos sobre las estructuras craneofaciales y dentales en una radiografía lateral de cráneo. Estos puntos trazados se unen para formar planos, la intersección de los planos, formarán ángulos y las mediciones de éstos planos y ángulos servirán para obtener una descripción precisa del patrón craneofacial del paciente y poder emitir un diagnóstico.

De esta manera, los análisis cefalométricos son útiles para:

- Describir morfológicamente el crecimiento. Con respecto a una norma, con respecto a medidas ideales y/o con respecto al mismo paciente, comparando radiografías actuales con radiografías anteriores.
- Diagnóstico de anomalías faciales, dentales, óseas, de vías aéreas, de senos y columna vertebral.
- Predecir relaciones futuras. Gracias a que, al identificar la dirección de crecimiento y la medición de diversas estructuras, se pueden pronosticar posibles relaciones futuras.
- Planificar los objetivos del tratamiento.
- Evaluar resultados. Mediante la comparación de análisis realizados con anterioridad o con normas estandarizadas, lo cual permite determinar si

se alcanzaron o no los objetivos que se tenían durante el proceso de planificación del tratamiento.^{6, 12}

3.1 NORMAS

Los diferentes análisis cefalométricos, en general se desarrollaron apoyándose en la evaluación de las proporciones faciales y esqueléticas de grupos compuestos por cierto número de pacientes con el fin de establecer estándares de referencia normales.

En los primeros análisis desarrollados, se eligieron a pacientes con excelente oclusión y proporciones faciales para establecer las mediciones ideales. Aunque fueron realizados en poblaciones con patrones de crecimiento y oclusión normales, reportan diferencias estadísticamente significativas entre ellos, debido a la existencia de la variabilidad entre en las características étnicas y la interacción genética ambiental, lo que puede llevar a que cada población difiera de otra. Por esta razón, con el tiempo, se incluyeron en los grupos de estudio para la realización de nuevos análisis, a pacientes con maloclusiones leves y moderadas, además de desarrollarse estándares normales para grupos etarios, raciales y étnicos específicos.^{7, 19}

Dichas normas son medias o promedios calculados por una generalización derivada de un grupo grande de individuos. Junto con la media, se calcula con frecuencia la desviación estándar. En la clínica, dicha desviación puede definirse como el límite aceptable de variabilidad.⁵

3.2 ANÁLISIS DE DOWNS

William B. Downs (1899-1966) fue un ortodoncista estadounidense conocido por desarrollar el primer análisis cefalométrico para ortodoncia, el cual estableció las pautas que han sido seguidas por diversos autores con sus respectivas modificaciones y descripciones.¹²

En 1948, Downs publica su análisis cefalométrico desarrollado en la Universidad de Illinois, Chicago, el cual se lleva a cabo en un grupo de

pacientes blancos de 12 a 17 años de edad, a los cuales se les tomaron modelos, fotografías y radiografías intraorales y laterales de cráneo. Todos los individuos tenían una oclusión clínicamente ideal. Se realizaron trazados en todas las radiografías laterales de cráneo, dividiendo en cráneo y cara. La cara se dividió en (1) cara superior, (2) dientes y área alveolar maxilar y (3) cara inferior o mandíbula. ²¹

Puntos. (Fig. 7).

- Nasion (N). Es el punto más anterior de la sutura frontonasal.
- Pogonion (Pg). Es el punto más anterior en la línea media de la mandíbula.
- Porion (Po). Es el punto más alto ubicado sobre el meato auditivo externo.
- Orbital (Or). Es el punto ubicado sobre el borde más inferior de la órbita.
- Punto A (A). Es el punto más profundo de la concavidad anterior del perfil óseo del maxilar.
- Punto B (B). Es el punto más posterior de la concavidad anterior del perfil óseo del borde anterior de la mandíbula.
- Gonion (Go). Se ubica en la intersección del plano mandibular con el plano de la rama de la mandíbula.
- Menton (Me). Es el punto de unión del borde inferior de la sínfisis mandibular con el borde inferior del cuerpo de la mandíbula.
- Silla (S). Es el punto ubicado en el centro de la silla turca del esfenoides.
- Gnation (Gn). Es el punto de intersección del plano mandibular con el plano facial.

Planos. (Fig. 7).

- Plano Facial (N-Pg)
- Plano de Frankfort (Po-Or)
- Plano del cuerpo mandibular
- Plano de la rama mandibular
- Eje Y (S-Gn)
- Plano oclusal

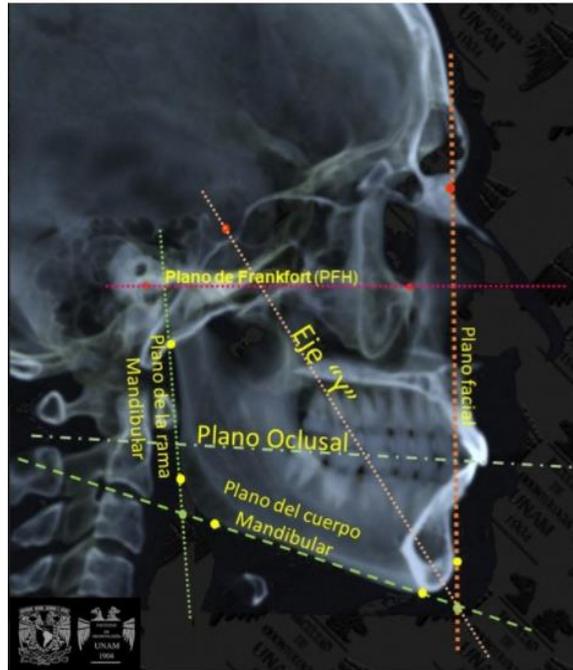


Fig. 7. Puntos y planos utilizados en el análisis de Downs.

Análisis esquelético.

- Ángulo Facial. (Fig. 8).

Es una expresión del grado de retrusión o protusión del mentón. Se determina midiendo el ángulo de la intersección de los planos facial y de Frankfort. El valor promedio del grupo de estudio fue de 87.8° . El valor mínimo fue de 82° , que representa un mentón retrusivo asociado con la maloclusión de Clase II. El valor máximo fue de 95° que indica un mentón protrusivo, asociado a la maloclusión Clase III.



Fig. 8. Ángulo facial.

- Ángulo de la convexidad. (Fig. 9).

Es la medida de la posición sagital del maxilar al perfil total de la cara. El ángulo está formado por dos planos, uno que va de N a A y otro de Pg a A. La

media del grupo de control fue de 180° . En tal caso, el ángulo de convexidad coincidiría, con el plano facial y el resultado sería 0° . Si el punto A cae posterior al plano facial, el ángulo formado se leería en grados negativos y, si es anterior, en grados positivos. Se encontró que el rango en el grupo control fue de 10° cuando el perfil es convexo y de -8.5° en perfil cóncavo.

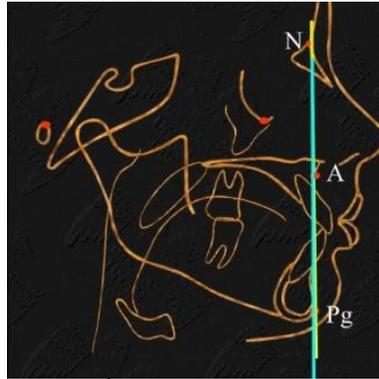


Fig. 9. Ángulo de la convexidad.

- Ángulo del plano A-B al plano facial. (Fig. 10).

Es la medida de la relación de los rebordes alveolares superior e inferior entre sí y con el perfil. Permite estimar la dificultad que encontrará el operador para lograr correctas relaciones incisales e inclinaciones axiales satisfactorias de los incisivos. En el grupo de control, se encontró que la relación de este plano con el plano facial va desde 0° hasta una posición posterior de B, que podría leerse como -9° . La media fue -4.6° .

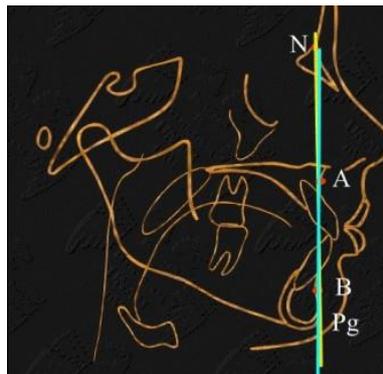


Fig. 10. Ángulo del plano A-B al plano facial.

- Ángulo del plano mandibular. (Fig. 11).

Es la medida de la relación entre el plano de Frankfort y una tangente al plano mandibular. El plano mandibular se determina trazando una línea paralela al

borde inferior a lo largo del cuerpo mandibular. El ángulo formado por estos dos planos osciló entre 28° y 17° . La media fue de 21.9° .

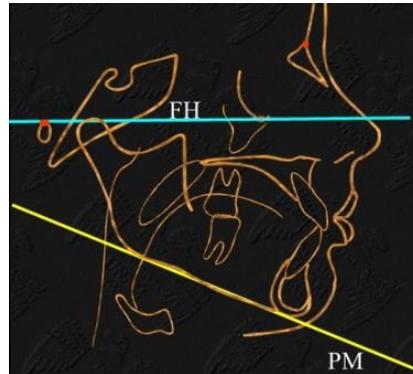


Fig. 11. Ángulo del plano mandibular.

Se encontró que el coeficiente de correlación entre el ángulo del plano mandibular y el ángulo facial era de -0.73° , lo que indica que a medida que el ángulo facial disminuye (mentón más posterior), el ángulo del plano mandibular tiende a aumentar (el borde mandibular se vuelve más pronunciado).

- Eje Y. (Fig. 12).

Se utiliza un plano que va de S a Gn como expresión de la dirección del crecimiento y desarrollo de la cara, el cual se denomina Eje Y. La relación angular entre el Eje Y y el plano de Frankfort, arrojó una media de 59.4° con un rango de 66° a 53° .

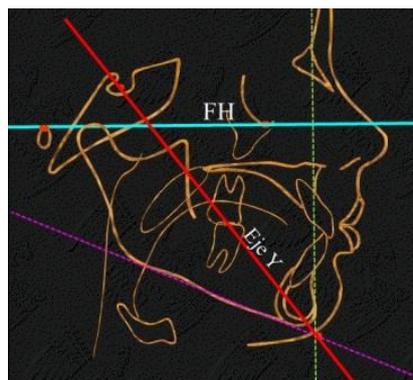


Fig. 12. Ángulo del Eje Y.

Análisis dental

- Plano oclusal. (Fig. 13).

El plano oclusal se representó como una línea recta que va de la altura de la cúspide del primer molar a la sobremordida incisal. La relación angular entre el

plano oclusal y el plano de Frankfort, osciló entre 14° y 1.5° con una media de 9.3° . Un coeficiente de correlación de -0.78° entre este plano y el ángulo facial indicó que había una tendencia de los planos a acercarse al paralelismo a medida que aumenta el ángulo facial. Los tipos faciales Clase II tienen un ángulo relativamente pronunciado. En el patrón de Clase III, el plano oclusal tiende a volverse más horizontal. Si la relación excede el paralelismo, las lecturas se realizan en grados negativos.

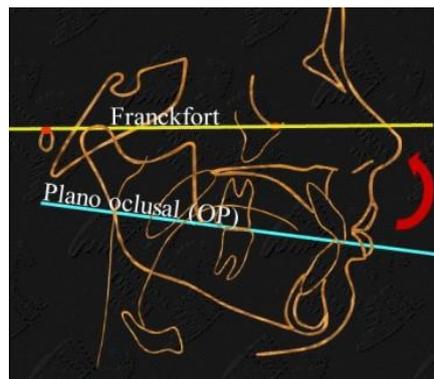


Fig. 13. Ángulo del plano oclusal.

- Ángulo interincisal. (Fig. 14).

Es una medida del grado de inclinación de los incisivos. Para leer la relación de los dientes superiores e inferiores, se dibujan líneas que representan su eje longitudinal. La medición del ángulo interno de la intersección de estas líneas arrojó una media de 135.4° con un rango de 130° a 150.5° .

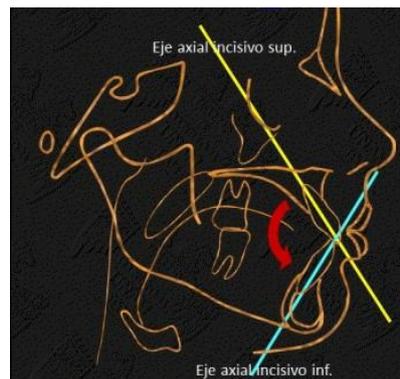


Fig. 14. Ángulo interincisal.

- Inclinación del incisivo mandibular al plano mandibular. (Fig. 15).

El grupo control del estudio de Downs, arrojó una media de 91.4° . Sin embargo, como la relación promedio de los incisivos inferiores con el plano mandibular es aproximadamente de 90° , se tomará la inclinación de estos dientes en grados

de desviación en relación con un ángulo recto al plano mandibular. El rango encontrado en este estudio fue de 7° a -8.5° con una media de 1.4° .

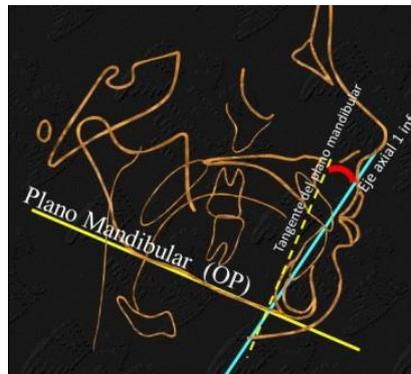


Fig. 15. Inclinación del incisivo inferior al plano mandibular.

- Inclinación del incisivo inferior al plano oclusal. (Fig. 16).

Es el ángulo que se forma entre el eje longitudinal del incisivo inferior y el plano oclusal para evaluar la inclinación de los incisivos inferiores con respecto a su superficie de funcionamiento, el plano oclusal. El rango fue de 3.5° a 20° con una media de 14.5° . Los valores menores a la norma indican retroinclinación y los mayores, proinclinación.

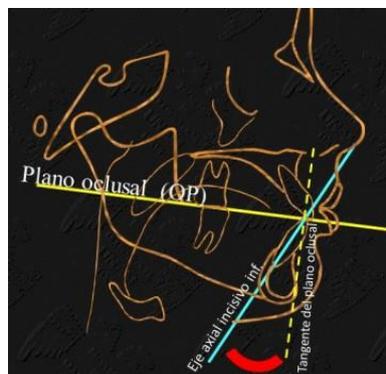


Fig. 16. Inclinación del incisivo superior al plano oclusal.

- Protusión de los incisivos maxilares. (Fig. 17).

Es la distancia del borde incisal del incisivo central superior a la línea A-Pg. Es una medida de la protuberancia dentaria maxilar y se lee en milímetros. En el grupo de control se encontró que variaba de 5 mm (anterior) a -1 mm (posterior) a la línea A-Pg, con una media de 2.7 mm.

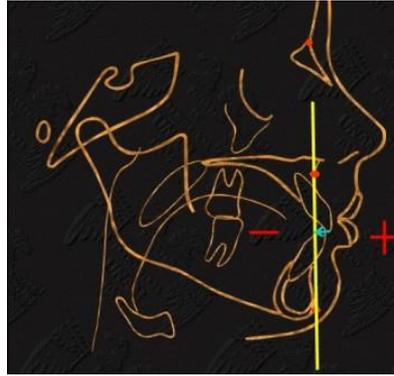


Fig. 17. Protusión de los incisivos maxilares.

TABLA I		
	Media	Rango
Ángulo facial	87.8°	82° a 95°
Ángulo de la convexidad	0°	10° a -8.5°
Plano A-B al plano facial	-4.6°	-9° a 0°
Ángulo del plano mandibular	21.9°	28° a 17°
Eje Y al Plano de Frankfurt	59.4°	66° a 53°
Inclinación del plano oclusal	9.3°	1.5° a 14°
Ángulo interincisal	135.4°	130° a 150.5°
Incisivo inferior al plano mandibular	1.4°	-8.5° a 7°
Incisivo superior al plano oclusal	14.5°	3.5° a 20°
Incisivo superior al plano de la convexidad facial (A-Pg)	2.7 mm	-1 mm a 5 mm

Tabla I. Valores ideales según Downs.

Downs concluye que existe una desviación notable a ambos lados de los valores ideales del patrón facial. Estos representan la variación habitual que se debe tener en cuenta al evaluar el equilibrio y la armonía. Las desviaciones excesivas encontradas en su estudio, generalmente expresan anomalías que serán evidentes como desarmonías o desequilibrio de áreas particulares y según el número de variaciones se puede calificar el patrón de crecimiento y

aparición como bueno o malo. Dicha información puede ser de gran ayuda para formar un pronóstico.^{20, 21}

3.3 ANÁLISIS DE STEINER

Cecil C. Steiner (1896-1989) fue un ortodoncista estadounidense que desarrolló su análisis cefalométrico, gracias al cual fue considerado uno de los autores más sobresalientes en el área de la cefalometría. Dicho análisis fue publicado por primera vez en 1953 en la *American Journal of Orthodontics*.²³

Gran parte de este método de evaluación cefalométrica se realizó con base en las ideas de los doctores Downs, Wylie, Reidel, Thompson, Margolis, entre otros. Este análisis se desarrolló en su práctica privada, utilizando radiografías laterales de cráneo tomadas en un cefalostato por un especialista en el área, lo que brinda a sus radiografías una calidad promedio o incluso superior al promedio.

Puntos. (Fig. 18).

- Silla (S). Se ubica en el centro de la silla turca del esfenoides.
- Nasion (N). Es el punto más anterior de sutura frontonasal, ubicado sobre el plano sagital medio.
- Punto A (A). Es el punto más posterior de la concavidad anterior del perfil óseo del maxilar.
- Punto B (B). Es el punto más posterior de la concavidad anterior del perfil óseo del borde anterior de la mandíbula.
- Punto CC (CC). Se localiza en el centro del cóndilo.
- Gonion (Go). Se ubica en el punto de unión del borde posterior de la rama con el borde inferior del cuerpo de la mandíbula, es decir, es el centro del contorno posteroinferior de la mandíbula.
- Gnation (Gn). Se ubica en la unión del borde anterior con el borde inferior del mentón, es decir, es el centro del contorno anteroinferior del mentón.
- Pogonion (Pg). Es el punto más anterior de la sínfisis de la mandíbula.

- Punto E (E). Punto geométrico. Se ubica al trazar una línea perpendicular al plano SN desde la parte más distal del cóndilo de la mandíbula.
- Punto L (L). Punto geométrico. Se ubica al trazar una línea perpendicular al plano SN desde el punto más anterior del cuerpo de la mandíbula (Pg).

Planos. (Fig. 18).

- Plano SN.
- Plano oclusal.
- Plano mandibular (GoGn)

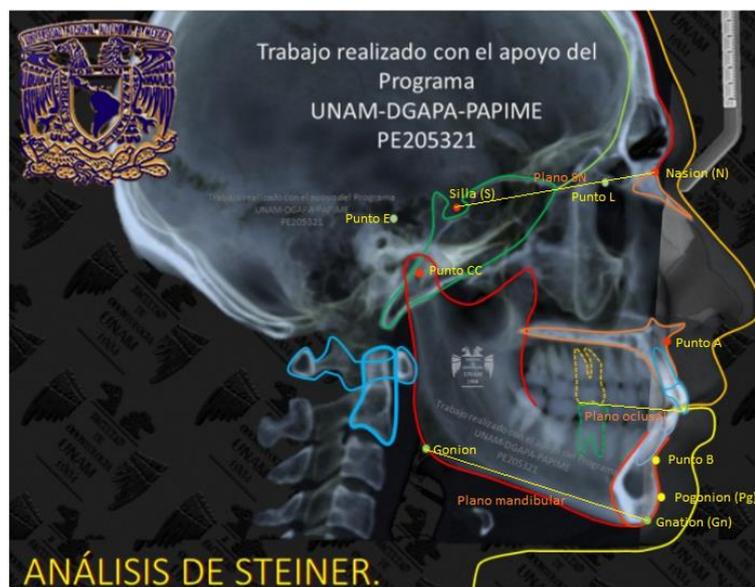


Fig. 18. Puntos y planos en el análisis de Steiner.

Análisis esquelético

- Ángulo SNA. (Fig. 19).

Está formado por los planos SN y NA. Indica la posición del maxilar con respecto al cráneo en sentido anteroposterior. Su valor ideal es de 82° . Los valores mayores indican un maxilar con posición más anterior a la ideal con respecto al cráneo; y los valores menores, indican que el maxilar se encuentra en una posición más posterior a la ideal con respecto al cráneo.

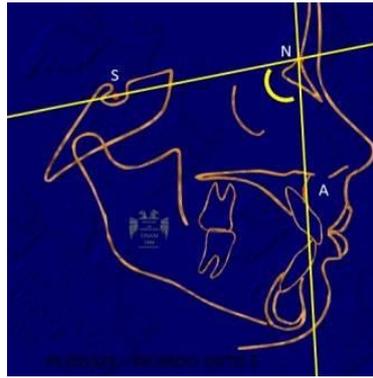


Fig. 19. Ángulo SNA.

- Ángulo SNB. (Fig.20).

Está formado por los planos SN y NB. Indica la posición de la mandíbula con respecto a la base del cráneo en sentido anteroposterior. Su valor ideal es de 80° . Los valores mayores indican una mandíbula con posición más anterior a la ideal con respecto a la base del cráneo; y los valores menores, indican que la mandíbula se encuentra en una posición más posterior a la ideal con respecto a la base del cráneo.

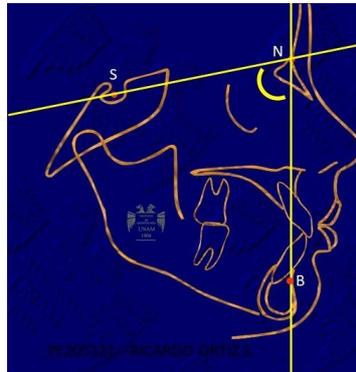


Fig. 20. Ángulo SNB.

- Ángulo ANB. (Fig.21).

Está formado por los planos NA y NB. Indica la relación anteroposterior entre el maxilar y la mandíbula. Su valor ideal es de 2° . Los valores mayores, indican que el maxilar está adelantado con respecto a la mandíbula, es decir, una Clase II. Los valores menores (incluyendo valores negativos), indican que la mandíbula se encuentra adelantada con respecto al maxilar, es decir, una Clase III.



Fig. 21. Ángulo ANB.

- Ángulo GoGn-SN. (Fig.22).

Es el ángulo formado por el plano mandibular (GoGn) y el plano SN. Indica la dirección de crecimiento. Su valor ideal es de 32° . Valores mayores, reflejan una dirección de crecimiento vertical. Valores menores, reflejan una dirección de crecimiento horizontal.

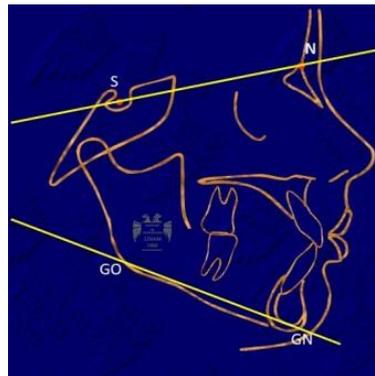


Fig. 22. Ángulo GoGn-SN.

- Ángulo CC a SN.

Es útil para registrar los movimientos de la mandíbula durante y después del tratamiento, al compararse con futuros análisis cefalométricos.

- Línea SE. (Fig.23).

Es la distancia entre el punto Silla y el punto E, el cual se ubica trazando una línea perpendicular al plano SN desde la parte más distal del cóndilo de la mandíbula. La línea SE expresa la ubicación anteroposterior del cóndilo mandibular con respecto a la base del cráneo. Su valor ideal es de 22 mm.

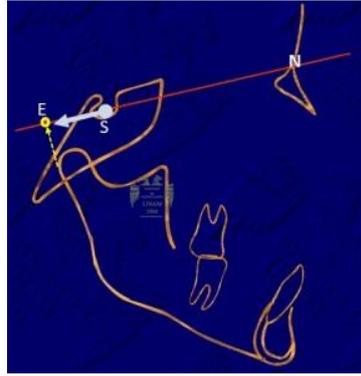


Figura 23. Línea SE.

- Línea SL. (Fig.24).

Es la distancia entre el punto Silla y el punto L, el cual se ubica trazando una línea perpendicular al plano SN desde el punto más anterior del cuerpo de la mandíbula (Pg). La línea SL, indica la ubicación del Pogonion con respecto a la base del cráneo. Su valor ideal es de 51 mm.

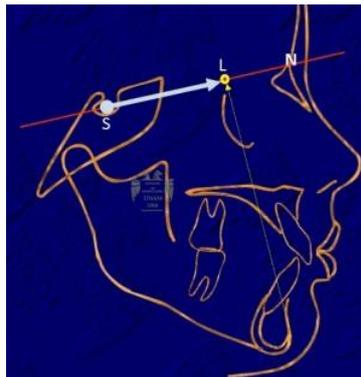


Fig. 24. Línea SL.

- Ángulo del plano oclusal al plano SN. (Fig.25).

Es el ángulo formado entre el plano oclusal y el plano SN. Según Downs, el plano oclusal es una línea recta que va de la altura de la cúspide del primer molar a la sobremordida incisal. Su valor ideal es de 14.5°. Indica la relación del plano oclusal con respecto a la base del cráneo. Valores mayores, reflejan una dirección de crecimiento vertical. Valores menores, reflejan una dirección de crecimiento horizontal.

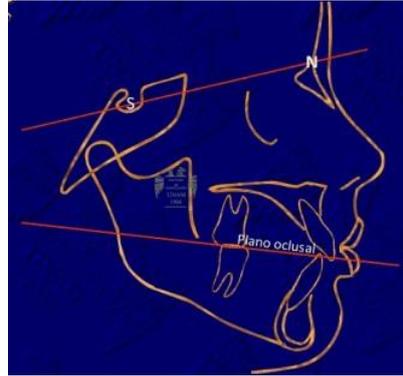


Fig. 25. Ángulo del plano oclusal a SN.

Análisis dental

- Distancia del incisivo superior al plano NA. (Fig.26).

Es la distancia entre el punto más mesial de la corona del incisivo central superior al plano NA. El valor ideal es de 4 mm.



Fig. 26. Distancia del incisivo superior a NA.

- Ángulo del incisivo superior y plano NA. (Fig.27).

Es el ángulo formado por el eje longitudinal del incisivo central superior y el plano NA. El valor ideal de este ángulo es de 22°.

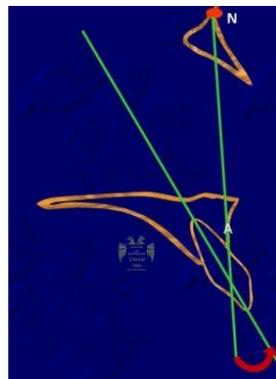


Fig. 27. Ángulo del incisivo superior a NA.

- Distancia del incisivo inferior al plano NB. (Fig. 28).

Es la distancia entre el punto más mesial de la corona del incisivo central inferior al plano NB. El valor ideal es de 4 mm.



Fig. 28. Distancia del incisivo inferior a NB.

- Ángulo del incisivo inferior al plano NB. (Fig. 29).

Es el ángulo formado por el eje longitudinal del incisivo central inferior y el plano NB. El valor ideal de este ángulo es de 25° .

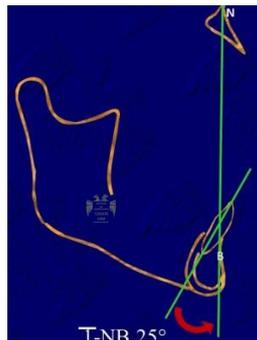


Fig. 29. Orientación de incisivo mandibular.

- Ángulo interincisal. (Fig. 30)

Es el ángulo formado por los ejes longitudinales de los incisivos centrales superior e inferior. Su valor ideal es de 130° .

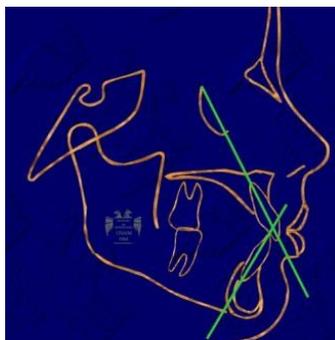


Figura 30. Ángulo interincisal.

- Ángulo del incisivo inferior al plano mandibular (GoGn). (Fig.31).

Es el ángulo formado entre el eje longitudinal del incisivo central inferior al plano mandibular (GoGn). Indica la inclinación del incisivo inferior con respecto a su base ósea. Su valor ideal es de 93°. Valores mayores indican proinclinación, valores menores indican retroinclinación.^{21, 22, 23}

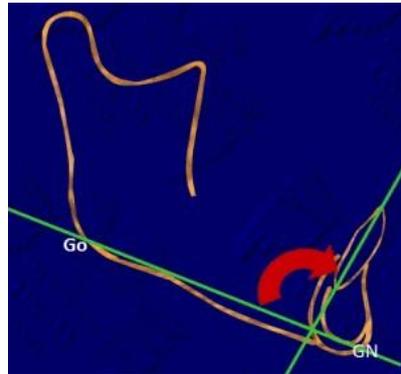


Fig. 31. Ángulo interincisal y ángulo del incisivo inferior al plano mandibular.

TABLA II	
	VALORES IDEALES
Ángulo SNA	82°
Ángulo SNB	80°
Plano ANB	2°
Ángulo del plano oclusal al plano SN	14.5°
Ángulo GoGn-SN	32°
Línea SE	22 mm
Línea SL	51 mm
Distancia incisivo superior al plano NA	4 mm
Ángulo incisivo superior al plano NA	22°
Distancia incisivo inferior al plano NB	4 mm
Ángulo incisivo superior al plano NB	25°
Ángulo interincisal	130°
Ángulo del incisivo inferior al plano GoGn	93°

Tabla II. Valores ideales según Steiner.

3.4 ANÁLISIS DE JARABAK

Joseph R. Jarabak (1906-1989) fue un ortodoncista estadounidense de origen checoslovaco, el cual realizó diversas contribuciones a la ortodoncia, una de ellas fue el Análisis de Jarabak, desarrollado en 1972. Modificó y adaptó el análisis de Björk, para demostrar que se puede realizar un plan de tratamiento teniendo en cuenta los aspectos que influyen en el crecimiento craneofacial. El análisis de Jarabak es útil para determinar la dirección y potencial de crecimiento, además contribuye a una mejor definición de la biotipología facial.⁹

Puntos. (Fig. 32).

- Silla (S). Punto ubicado en el centro de la silla turca.
- Nasion (N). Se ubica en el límite anterior de la sutura frontonasal.
- Articular (Ar). Es el punto de intersección del contorno de la parte externa de la base del cráneo y el contorno posterior de la apófisis condílea.
- Gonion (Go). Es la intersección entre el trazo de una tangente al borde inferior del cuerpo mandibular y una tangente al borde posterior de la rama ascendente mandibular.
- Punto B (B). Supramentoniano. Base apical de la mandíbula. Punto de máximo declive en el perfil anterior de la sínfisis mandibular.
- Pogonion (Pg). Es el punto más anteroinferior sobre la superficie anterior de la sínfisis mandibular.
- Menton (Me). Es el punto más inferior del contorno de la sínfisis mandibular.
- Punto A (A). Punto geométrico. Base apical del maxilar. Se encuentra 2 mm por delante del ápice del incisivo central superior.
- Gnation (Gn). Punto geométrico. Se ubica en la intersección de los planos facial y mandibular.
- Pronasal. Tejidos blandos. Punto más anterior de la nariz.
- Labial superior. Tejidos blandos. Punto más anterior del labio superior.
- Labial inferior. Tejidos blandos. Punto más anterior del labio inferior.
- Punto D. Tejidos blandos. Más anterior del tejido blando del mentón.

Planos. (Fig. 32).

- Plano SN (base craneal anterior).
- Plano SAr (base craneal posterior).
- Plano facial (NPg).
- Plano mandibular (GoGn).
- Plano de la rama (ArGo).

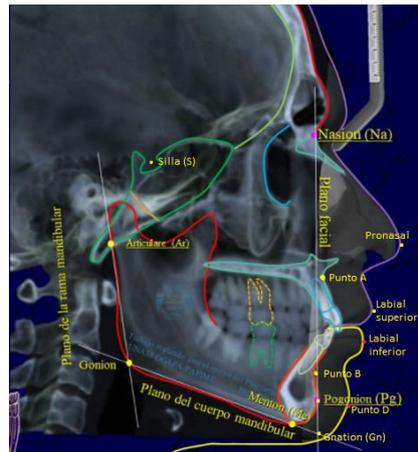


Fig. 32. Puntos y planos del análisis de Jarabak.

Análisis esqueletal.

- Ángulo SNA. (Fig. 33).

Indica la relación anteroposterior del maxilar con respecto al cráneo. Su valor ideal es de $80^\circ \pm 1^\circ$. Valores menores, indican un maxilar posicionado posteriormente a la base del cráneo, valores mayores, indican que el maxilar se encuentra adelantado con respecto a la base del cráneo.

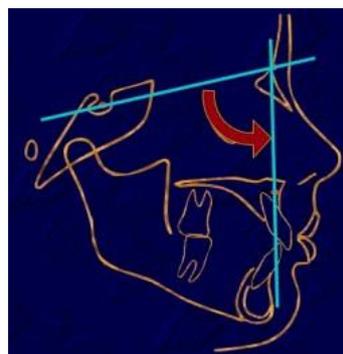


Fig. 33. Ángulo SNA.

- Ángulo SNB. (Fig. 34).

Indica la relación anteroposterior de la mandíbula con respecto al cráneo. Su valor ideal es de $78^\circ \pm 1^\circ$. Valores menores, indican una mandíbula con posición

posterior a la base del cráneo, valores mayores, indican que la mandíbula se encuentra adelantada con respecto a la base del cráneo.

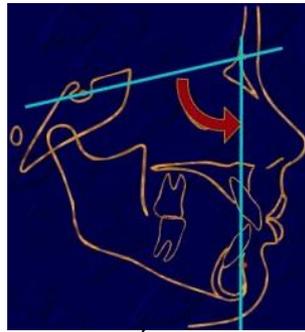


Fig. 34. Ángulo SNB.

- Ángulo ANB. (Fig. 35).

Es la variación en la posición de las dos bases apicales en el plano anteroposterior. Su valor ideal es de 2° .

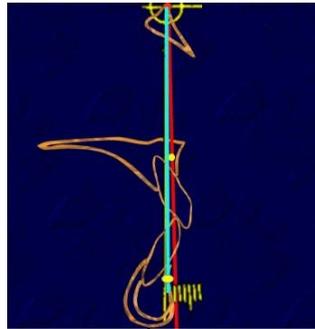


Fig. 35. Ángulo ANB.

- Ángulo GoGn-SN. (Fig. 36).

Es el ángulo formado por el plano mandibular y el plano SN. El plano mandibular es una línea paralela al borde del cuerpo mandibular que pasa por Gonion y Menton hasta su intersección con el plano facial (NPg), en esa intersección se encuentra el punto Gnation geométrico. Este ángulo indica la dirección de crecimiento. El valor ideal para un crecimiento neutro es de $26^\circ \pm 4^\circ$. Un ángulo aumentado, indica un crecimiento vertical, el cual es común de los pacientes leptoprosopos. Un ángulo disminuido, indica un crecimiento horizontal.

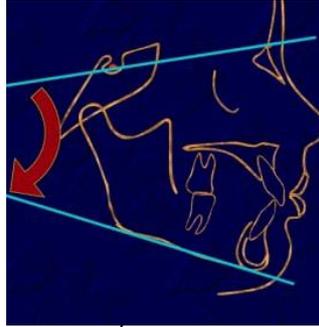


Fig. 36. Ángulo GoGn-SN.

- Ángulo silla (N-S-Ar). (Fig. 37).

Es el ángulo formado por los planos NS y SAr. Sus valores ideales son de $123^{\circ} \pm 5^{\circ}$. Indica la flexión existente entre la base craneal anterior y la base craneal posterior. Un ángulo disminuido, puede indicar que los huesos que componen este ángulo, serán más verticales que oblicuos durante el crecimiento y su consecuencia será una tendencia hacia el aumento del prognatismo. Un ángulo aumentado, puede indicar, que el crecimiento de los huesos es más horizontal que oblicuo, lo que puede resultar en la tendencia al retrognatismo.

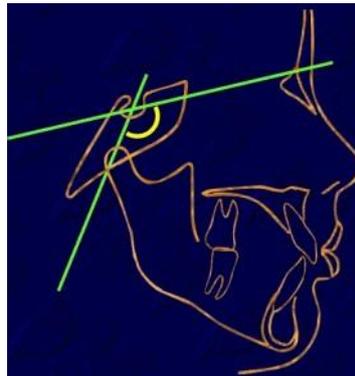


Fig. 37. Ángulo silla.

- Ángulo articular (S-Ar-Go). (Fig. 38).

Es el ángulo formado por los planos SAr y ArGo. Sus valores ideales son de $143^{\circ} \pm 6^{\circ}$. Este ángulo relaciona directamente la morfología craneal con el tipo de cara. Un ángulo articular amplio se relacionan con un mayor crecimiento vertical de la rama, puede ubicar la sínfisis mandibular más atrás, dando como resultado un perfil retrognata. Mientras que los ángulos cerrados se relacionan con ramas más cortas e inclinadas hacia adelante, puede ubicar la sínfisis mandibular más adelante, dando como resultado un perfil prognata.

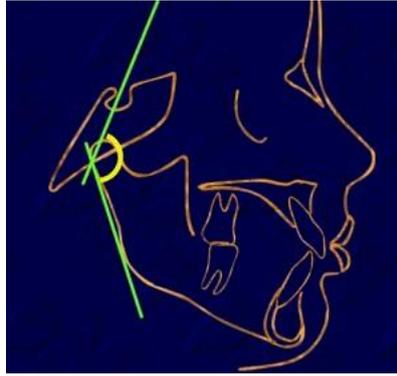


Fig. 38. Ángulo articular.

- Ángulo goniaco (Ar-Go-Gn). (Fig. 39).

Es el ángulo formado por los planos ArGo y GoGn. Describe en gran medida la morfología mandibular, así como la dirección de crecimiento, estableciendo la relación entre el cuerpo y la rama mandibular

Su valor ideal es de $130^\circ \pm 7^\circ$. Un ángulo cerrado indica una tendencia al crecimiento horizontal, mientras que un ángulo abierto indica una tendencia al crecimiento vertical.

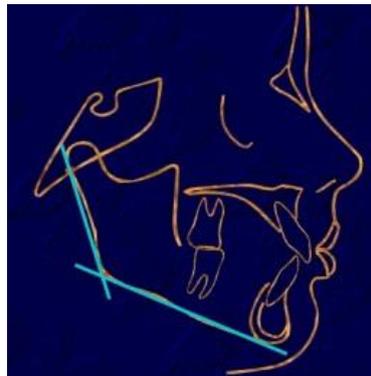


Fig. 39. Ángulo goniaco.

Para determinar la relación angular de la rama con el cuerpo mandibular, el ángulo goniaco se divide en dos partes al trazar la línea de la profundidad facial, que va desde Nasion a Gonion.

- Ángulo goniaco superior, identifica la oblicuidad de la rama. Su valor ideal es de 52° a 55° . Valores aumentados indican un crecimiento de la rama hacia atrás dando como resultado una rama horizontal, mientras que valores disminuidos indican un crecimiento de la rama hacia delante dando como resultado una rama más vertical. (Fig. 40).

- Ángulo goniaco inferior, identifica la oblicuidad del cuerpo de la mandíbula. Su valor ideal es de 70° a 75° . Un ángulo aumentado, indica que la mandíbula experimenta un crecimiento vertical, mientras que un ángulo disminuido indica que la mandíbula presenta un crecimiento horizontal. (Fig. 40).

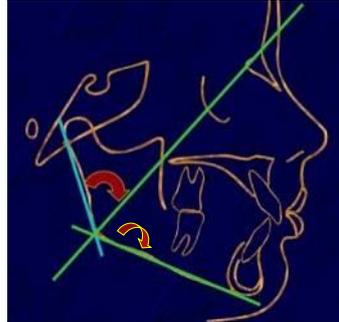


Fig. 40. Ángulo goniaco dividido en superior e inferior por la línea de la profundidad facial.

- Suma de los ángulos silla, articular y goniaco. (Fig. 41).

La suma de los ángulos da una idea de la dirección del patrón de crecimiento. El valor ideal de la suma de estos ángulos es de $396^\circ \pm 6^\circ$. Si el ángulo de la silla y el ángulo goniaco están cerrados, la suma se encontrará disminuida, lo cual indica un patrón de crecimiento horizontal. Por el contrario, si estos dos ángulos están abiertos y el ángulo articular se cierra, aumentaría el total de la sumatoria, lo cual indica un patrón de crecimiento vertical.

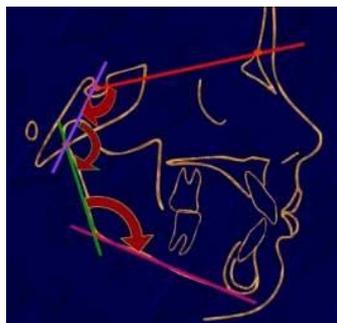


Fig. 41. Suma de ángulos silla, articular y goniaco.

- Ángulo de la convexidad. (Fig. 42).

Se forma por la intersección de plano NA y el plano APg. Indica la concavidad o convexidad del perfil esquelético. Su valor ideal es de 0° . Los valores negativos indican perfiles cóncavos (Clase III), mientras que los valores positivos, indican perfiles convexos (Clase II).

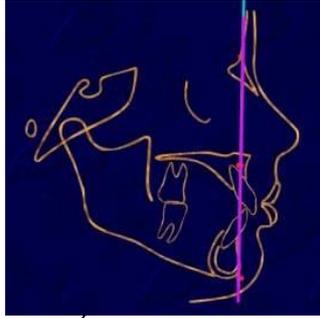


Fig. 42. Ángulo de la convexidad.

- Longitud de la base craneal anterior. (Fig.43).

Es la distancia en milímetros entre el punto Silla y el punto Nasion. Su valor ideal es de 71 mm \pm 3 mm. Los valores mayores indican una base craneal anterior larga, los valores menores indican una base craneal anterior corta.

- Longitud del cuerpo mandibular. (Fig.43).

Es la distancia entre el punto Gonion y el punto Gnation. Su valor ideal es de 71 mm \pm 5 mm. Una medida menor indica un cuerpo mandibular corto, representativo de una Clase II. Mientras que una medida mayor, indica un cuerpo mandibular largo, representativo de una Clase III.

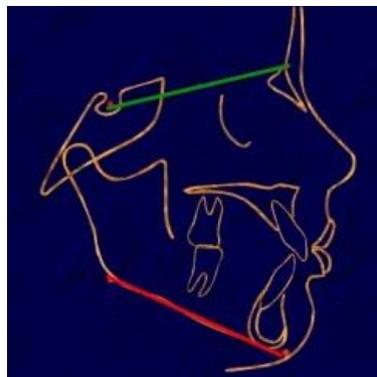


Fig. 43. Longitud de base craneal anterior y longitud del cuerpo mandibular.

- Relación de la base craneal anterior con el cuerpo mandibular. (Fig.43).

Indica la relación que existe entre estos dos planos, que determinan el crecimiento anteroposterior del complejo craneofacial. Lo ideal es la relación 1:1. Cuando esta relación se pierde, existe una discrepancia esquelética anteroposterior. Si la distancia GoGn es mayor a SN (por ejemplo, 1:1.5) y no se compensa esa discrepancia, el perfil se volverá cóncavo (Clase III). Si la distancia GoGn es menor que SN (por ejemplo, 1:0.5) y no se compensa esa discrepancia, el perfil se volverá convexo (Clase II).

- Longitud de la base craneal posterior. (Fig. 44).

Es la distancia en milímetros entre el punto Silla y el punto Articular. Su valor ideal es de 32 mm \pm 3 mm. Los valores mayores indican una base craneal posterior larga, los valores menores indican una base craneal posterior corta.

- Altura de la rama. (Fig. 44).

Es la distancia entre el punto Articular y el punto Gonion. Su valor ideal es de 44 mm \pm 5 mm. Los valores mayores indican un crecimiento vertical excesivo de la rama. Los valores menores indican un crecimiento vertical deficiente de la rama mandibular.

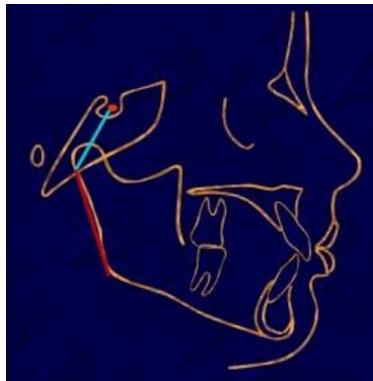


Fig. 44. Longitud de base craneal posterior y longitud de la rama mandibular.

- Relación de la base craneal anterior con el cuerpo mandibular. (Fig. 44).
La relación de la base craneal posterior y de la longitud de la rama es de 3/4 respectivamente. Una relación de 3/5 indica un alto potencial de crecimiento de la rama mandibular. Una relación de 3/3, indica bajo potencial de crecimiento de la rama mandibular.

- Altura facial anterior. (Fig. 45).

Es la distancia que existe entre Nasion y Menton. Indica el crecimiento total anterior de la cara. Su valor ideal es de 105 mm a 120 mm. un valor mayor indica un crecimiento vertical excesivo, mientras que un valor menor indica un crecimiento vertical deficiente.

- Altura facial posterior. (Fig. 45).

Es la distancia entre Silla y Gonion. Indica el crecimiento vertical total posterior de la cara. Su valor ideal es de 70 mm a 85 mm. Un valor menor indica un

crecimiento vertical deficiente, representativo de un paciente dolicocefalo. Mientras que un valor mayor indica un crecimiento vertical excesivo, representativo de un paciente braquicefalo.

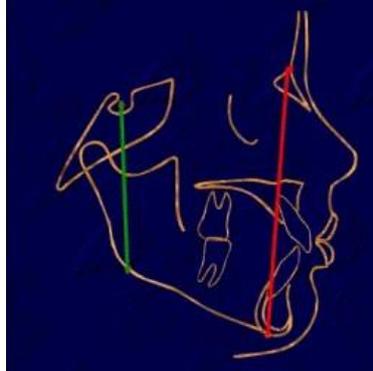


Fig. 45. Longitud de altura facial anterior y altura facial posterior.

- Relación entre Altura Facial Posterior (AFP) y Altura Facial Anterior (AFA). (Fig. 46).

La proporción entre estas medidas, permite saber la dirección de crecimiento. Jarabak, describe tres tipos de crecimiento.

CW Significa que la parte anterior de la cara crece hacia abajo y hacia atrás en mayor proporción que la parte posterior de la cara.

CCW. Se refiere a que la parte posterior de la cara crece más hacia abajo y hacia enfrente en mayor proporción que la parte anterior de la cara.

Neutro. El crecimiento se da de manera proporcional en la parte anterior de la cara y en la parte posterior de la cara.

La fórmula para calcular el porcentaje de crecimiento es la siguiente:

$$\text{AFP} \times 100 / \text{AFA}$$

Si el resultado es de 54% a 58%, se trata de un crecimiento **CW**.

Si el resultado es de 59% a 63%, se trata de un crecimiento **Neutro**.

Si el resultado es de 64% a 80%, se trata de un crecimiento **CCW**.



Fig. 46. Porcentajes de crecimiento según Jarabak.

Análisis dental

- Ángulo incisivo superior al plano SN. (Fig. 47).

Es el ángulo formado por el eje longitudinal del incisivo central superior y el plano SN. Su valor ideal es de $103^\circ \pm 2^\circ$. Establece el grado de inclinación del incisivo superior con respecto a la base del cráneo. Un ángulo aumentado indica proinclinación de los incisivos, mientras que un ángulo disminuido indica retroinclinación de los incisivos.

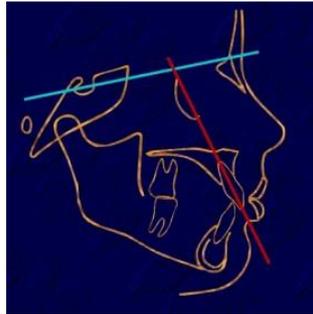


Fig. 47. Ángulo del incisivo superior al plano SN.

- Incisivo superior al plano NPg. (Fig. 48).

Es la distancia existente entre el borde incisal del incisivo central superior y el plano NPg. Indica la ubicación anteroposterior del borde incisal del incisivo superior. Su valor ideal es de $5 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$. Una distancia mayor indica que el incisivo se encuentra en protusión, mientras que un valor menor, indica que el incisivo está en retrusión.

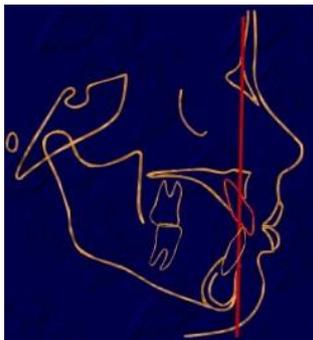


Fig. 48. Incisivo superior al plano NPg.

- Ángulo incisivo inferior al plano mandibular. (Fig. 49).

Es el ángulo formado por el eje longitudinal del incisivo central inferior y el plano NPg. Su valor ideal es de $90^\circ \pm 5^\circ$. Establece el grado de inclinación del incisivo inferior con respecto a su base ósea. Un ángulo aumentado indica proinclinación de los incisivos, mientras que un ángulo disminuido indica retroinclinación de los incisivos.

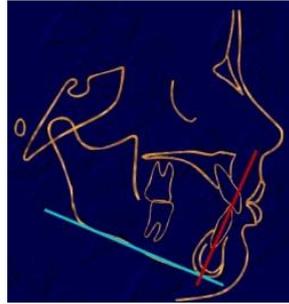


Fig. 49. Ángulo incisivo inferior al plano mandibular.

- Incisivo inferior al plano NPg. (Fig. 50).

Es la distancia existente entre el borde incisal del incisivo central inferior y el plano NPg. Indica la ubicación anteroposterior del borde incisal del incisivo inferior. Su valor ideal es de -2 mm hasta 2 mm. Una distancia mayor indica que el incisivo se encuentra en protusión, mientras que un valor menor, indica que el incisivo está en retrusión.

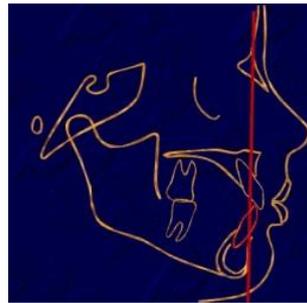


Fig. 50. Incisivo inferior al plano NPg.

- Ángulo interincisal. (Fig. 51).

Es el ángulo formado entre el eje longitudinal del incisivo central superior y el eje longitudinal del incisivo central inferior. Su valor ideal es de $135^\circ \pm 5^\circ$. Indica la relación angular de los ejes longitudinales de los incisivos superiores e inferiores. Valores mayores indican retroinclinación, mientras que valores menores indican proinclinación.

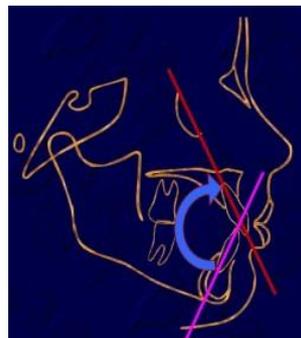


Fig. 51. Ángulo interincisal.

- Labio superior y labio inferior a línea estética facial. (Fig. 52).

Es la distancia que existe entre la línea estética facial (va del punto pronasal al punto D) y los labios superior e inferior. Indica la posición anteroposterior de los labios con respecto a la línea. Para el labio superior la media es de -1 a -4 mm, es decir, se encuentra por detrás de la línea. Para el labio inferior la media es de 0 a 2 mm. ^{6, 21, 24}

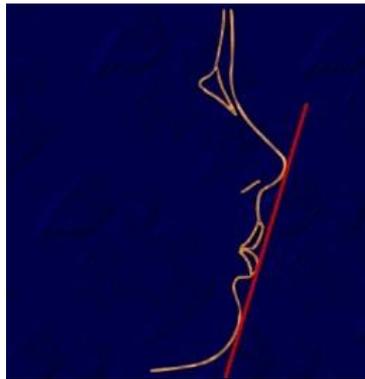


Fig. 52. Distancia de labio superior y labio inferior a la línea estética.

TABLA III		
	Ideal	Desviación estándar
Ángulo SNA	80°	±1°
Ángulo SNB	78°	±1°
Ángulo ANB	2°	
Ángulo GoGn-SN	26°	±4°
Ángulo silla	123°	±5°
Ángulo articular	143°	±6°
Ángulo goniaco	130°	±7°
Ángulo goniaco superior	55°	52°-55°
Ángulo goniaco inferior	75°	70°-75°
Suma de los ángulos silla, articular y goniaco	396°	±6°
Ángulo de la convexidad	0°	
Longitud de la base craneal anterior	71 mm	±3 mm
Longitud del cuerpo mandibular	71 mm	±5 mm
Relación de la base craneal	1:1	



anterior con el cuerpo mandibular.		
Longitud de la base craneal posterior	32 mm	±3 mm
Altura de la rama	44 mm	±5 mm
Relación de la base craneal posterior con la altura de la rama	3/4	
Altura facial anterior	105 mm a 120 mm	
Altura facial posterior	70 mm a 85 mm	
Relación entre altura facial anterior y altura facial posterior	59% - 63%	
Ángulo incisivo superior al plano SN	103°	±2°
Incisivo superior al plano NPg	5 mm	±2 mm
Ángulo incisivo inferior al plano mandibular	90°	±5°
Incisivo inferior al plano NPg	-2 mm a 2 mm	
Ángulo interincisal.	135°	±5°
Labio superior a línea E	-1 mm a -4 mm	
Labio inferior a línea E	0 a +2 mm	

Tabla III. Valores ideales según Jarabak.



CAPÍTULO 4. PROGRAMAS DIGITALES PARA DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA

En los años 60's, la Rocky Mountain Orthodontics, desarrolló en Denver, Estados Unidos el J.O.E. (Jiff Orthodontic Evaluation). El cual fue el primer software para el diagnóstico y pronóstico en ortodoncia. Era un programa de análisis estático, que permitía el análisis lateral y frontal de Ricketts, Jarabak, Sassouni-Plus, Steiner y Grummons, permitiendo al usuario individualizar su propio análisis. Contaba con un sistema de ayuda al usuario conocido como "help", que aclaraba las dudas que pudieran surgir durante su utilización.

Realizaba superposiciones de trazados cefalométricos en diferentes fases del tratamiento. Usaba valores cefalométricos considerados normales para el paciente de acuerdo con su edad y raza. Contaba con una regla para medir desvíos en la imagen de la pantalla y poder comentar así con el paciente las variaciones métricas, además, con un compás especial para el cálculo de las proporciones divinas. El J.O.E, permitía una presentación cefalométrica en norma frontal y lateral, con medidas características cuando eran comparadas con valores normales.

Actualmente, NemoCeph es uno de los dos softwares líderes en el mercado mundial junto a Dolphin (Dolphin Imaging & Management Solutions, Estados Unidos, California, Woodland Hills).⁹

4.1 NEMOCEPH

El software NemoCeph fue desarrollado por la empresa española Nemotec. La cual, fue fundada en 1992. Al año siguiente, en 1993, lanzan el software NemoDent, el cual se pensó para la gestión de clínica y fue desarrollado para Windows.

La compañía Trophy, lanza VisualDent en 1995. Fue uno de los primeros softwares de captura, procesamiento y archivo de imágenes digitales mediante la integración de sensores y cámaras intraorales.



En 1996, se presenta en la Sociedad Española de Ortodoncia (SEDO) de Burgos, el software NemoCeph, el cual fue el primero para estudios cefalométricos basado en imágenes digitalizadas para Windows desarrollado en Europa. Ormco apoya a Nemotec para el lanzamiento de NemoCeph al mercado ortodóncico. En 1999 se lanza NemoCeph a nivel mundial.

En un inicio, NemoCeph permitía en las radiografías laterales de cráneo la captura, tratamiento con filtros, la localización de puntos cefalométricos y la obtención de las medidas de los análisis cefalométricos de Ricketts, Jarabak, Roth y McNamara.

En 1999 se introducen análisis cefalométricos y se empiezan a implementar los VTO (Visualised Treatment Objective) incluyendo las predicciones de crecimiento de Ricketts y superposición de fotografía/radiografía, útiles para los efectos visuales que se esperan con el tratamiento en el paciente, esto se conoce como "Morphing".

En este mismo año, el Dr. Roth distribuye NemoCeph en América añadiendo la creación de series cronológicas de captura, introduce un visor de documentos, reestructura la gestión de opciones de tratamiento.

A partir del 2001, se lanzó bajo la plataforma NemoStudio (suite integrada de aplicaciones clínicas). Y desde entonces ha tenido cambios y mejoras. De la misma manera se han realizado diferentes softwares que funcionan en conjunto con él como lo son NemoCast, NemoCeph 3D, NemoCast 3D y NemoCeph 3D OS.⁹

En la actualidad, NemoCeph tiene las siguientes características:

- Permite importar fotografías y radiografías.
- Permite realizar el análisis de la tipología y proporciones faciales.
- Un asistente guía paso por paso el proceso de realización de trazados.
- Un zoom inteligente lleva de forma automática sobre la región donde se encuentra el punto cefalométrico a posicionar.

- Las herramientas de proceso de imagen permiten visualizar claramente las estructuras óseas y dentales.
- Trazados de predicción de crecimiento, conversión cefalométrica CO-CR, VTO y STO.
- Morphing lateral y frontal. Predicción de cambios en el perfil blando configurables.
- Gracias al Slide Show se muestra la evolución del tratamiento, desde el inicio del mismo. El paciente otorga mucho valor a esta herramienta.
- Muestra todos los análisis cefalométricos del mercado y además se puede configurar.
- Calcula las medidas de una manera precisa y rápida.
- La importación de registros fotográficos y ordenados en series permite acceder a los casos de una forma rápida.
- Mostrar al paciente el resultado antes de comenzar el tratamiento, ayuda a aumentar el número de aceptaciones de tratamientos.
- Contiene platillas para la presentación del caso.
- Muestra registros fotográficos ordenados por fechas.²⁵

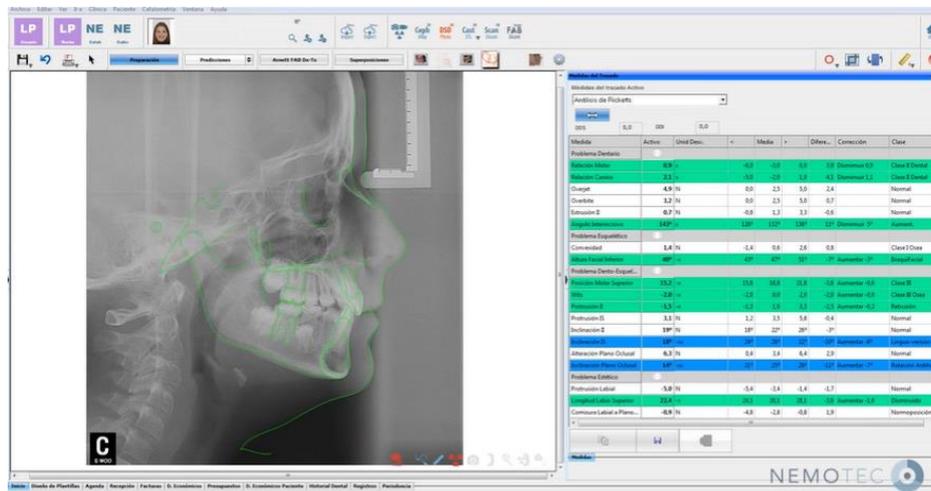


Fig. 53. Análisis cefalométrico con programa NemoCeph.

CAPÍTULO 5. COMPARATIVO DE TRAZADO CEFALOMÉTRICO

5.1 TRAZADO CEFALOMÉTRICO MANUAL.

La cefalometría manual, si se realiza de manera adecuada, se considera un elemento diagnóstico confiable y de gran validez clínica. Sin embargo, algunas de las desventajas son el consumo de tiempo para realizar dicho análisis, el cual es mayor en comparación con un análisis digital, existe riesgo de error al leer mal el instrumento de medición, la placa radiográfica puede deteriorarse con el tiempo y eso limita su utilidad.

El trazado cefalométrico convencional utiliza una radiografía lateral de cráneo impresa en tamaño natural adherida a un negatoscopio, sobre la radiografía se fija una hoja de acetato sobre el cual se realizan los trazos con un lápiz o rotulador de punta fina

Se traza el perfil del tejido blando, el cráneo externo y las vértebras cervicales, la base craneal, el reborde interno del cráneo, el seno frontal, maxilar y las fisuras pterigomaxilares, el suelo nasal se traza junto con las espinas nasales anterior y posterior. Luego se traza el primer molar y el incisivo maxilar. Por último, en la mandíbula se trazan la sínfisis, el cuerpo, los cóndilos y los procesos coronoides, el primer molar y el incisivo inferior.

Una vez trazadas las estructuras, se trazan los puntos y planos que se requieren trazar según el análisis a realizar. Con una regla y un transportador se obtienen las medidas y se registran para compararlas con las medidas ideales del análisis que se esté realizando.^{9, 12}



Fig. 54. Trazado cefalométrico manual.

5.1 TRAZADO CEFALOMÉTRICO DIGITAL.

El proceso del trazado digital inicia con el procesamiento de la imagen digital dentro del programa, el cual tiene las opciones de buscar un paciente previamente tratado, agregar un nuevo paciente, importar, exportar y buscar casos. (Fig. 55)



Fig. 55. Primer paso en el análisis cefalométrico digital con el programa NemoCeph.

Si se elige un nuevo paciente, se puede registrar el nombre y demás datos como fecha de nacimiento, sexo y datos personales. Una vez guardado el paciente, se pueden subir diferentes imágenes digitales como fotografías extra e intraorales, ortopantomografía, serie radiográfica, tomografía y radiografía lateral de cráneo. Estas imágenes pueden ser editadas dentro del mismo programa en su contraste, brillo, etc. (Fig. 56).



Fig. 56. Radiografía lateral de cráneo en programa NemoCeph.

Una vez teniendo la radiografía lateral dentro del programa los pasos a seguir para el trazado, son los siguientes:

- Calibrar la radiografía, es decir, elegir dos puntos y anotar la medida real existente entre ellos. (Fig. 57).



Fig. 57. Calibración de medidas en programa NemoCeph.

- Se elige el análisis a realizar, en este caso, se eligió el análisis de Downs en primer lugar, se realizó un nuevo trazado para el análisis de Steiner y un último trazado para el análisis de Jarabak. (Fig. 58).

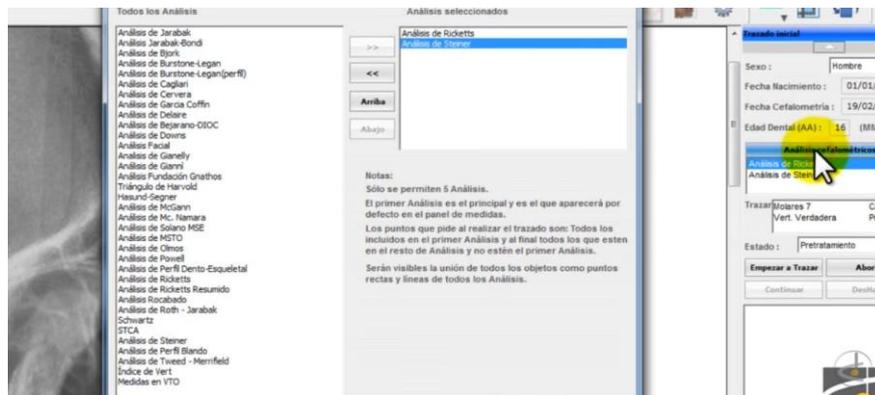


Fig. 58. Elección del análisis cefalométrico a realizar.

- Se comienzan a identificar puntos específicos del análisis elegido. El programa va guiando al operador sobre los puntos que deben ser seleccionados a través de un esquema que muestra en zoom las estructuras que deben ser marcadas. Además de los puntos específicos para cada análisis, el programa pide la localización de puntos pertenecientes a otros análisis o a puntos utilizados sólo en programas digitales, esto para la mejor identificación de estructuras y curvas. El programa guía al operador a través de esquemas, pero no de definiciones en la localización de puntos. (Fig. 59).

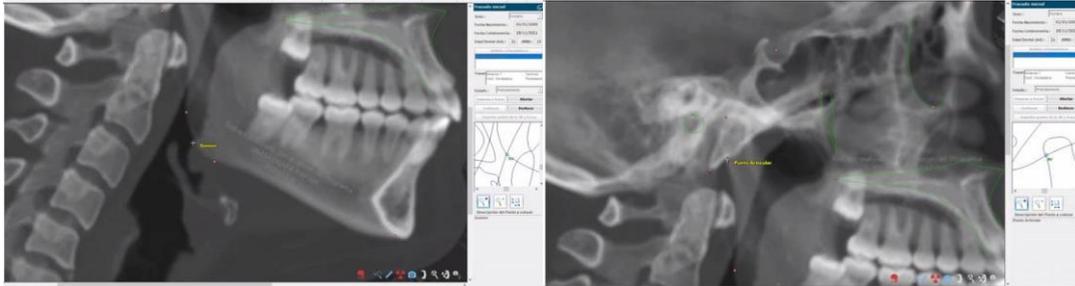


Fig. 59. Localización de puntos.

- Una vez que se concluye con la localización de puntos, se crea sobre la radiografía un esquema de las estructuras óseas del paciente y se pide la rectificación de puntos y líneas generados para que coincidan en su totalidad con la anatomía del paciente. (Fig. 60).



Fig. 60. Rectificación de puntos para el correcto trazo de estructuras.

- Haciendo lo anterior, ya se pueden guardar o visualizar los resultados del análisis, el cual se trata de una tabla de medidas, medias y clases esqueléticas/dentales. (Fig. 61).

Medida	Valor	Unid. Dem.
Plano dental		
Angulo S Plano	100°	gr
Angulo articular	113°	gr
Estimacion S	11.5	mm
Plano Esqueletal		
Plano A-B	8°	N
Angulo de Conv...	10°	N
Angulo Facial	80°	N
Angulo Plano Ma...	25°	N
Sp Facial	80°	gr

Secuencia recomendada de:

1. Muestra primero los puntos anatómicos maestros (Puntos guía) y de color gris claro.
2. Muestra los puntos analíticos y de control dependientes (Máx. Infr y de color gris oscuro).
3. Cambiar la forma de la curva.
4. Seleccionar el punto, haciendo clic sobre él.

Fig. 61. Resultados de análisis cefalométrico.

5.3 RESULTADOS OBTENIDOS CON EL PROGRAMA NEMOCEPH.

Se selecciona una radiografía lateral de cráneo digital y se ingresa al software NemoCeph (de Nemotec, NemoStudio Fall Edition, 2020. Versión en español), para obtener los valores cefalométricos de los análisis de Downs, Steiner y Jarabak, y comparar las normas obtenidas en dicho programa con las normas propuestas por los autores de cada uno de los análisis.

En el análisis de Downs, los resultados obtenidos por el programa en las medias del ángulo facial, el ángulo de la convexidad y el ángulo del plano AB al plano facial se encuentran dentro de los valores normales propuestos originalmente por Downs. El ángulo del plano mandibular también se encuentra dentro de los valores normales, sin embargo, el programa utiliza el plano mandibular de manera distinta a lo que propone originalmente Downs. El plano mandibular se determina trazando una línea paralela al borde inferior del cuerpo mandibular. En el software NemoCeph, se traza el plano mandibular uniendo los puntos Gonion y Menton. (Fig. 62).

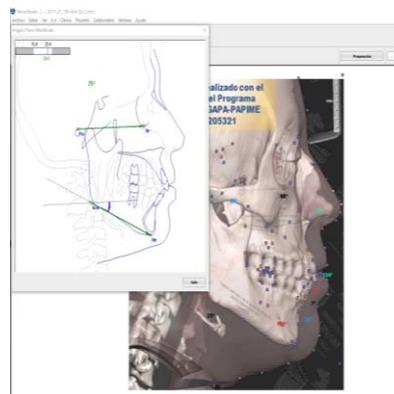


Figura 62. Medición del ángulo del plano mandibular, tomando Go-Me como plano mandibular.

Uno de los resultados que más difieren de la norma, es el ángulo del Eje Y al plano de Frankfort, pues el programa, no traza dicho ángulo. Por lo contrario, mide el Eje Facial, el cual es el ángulo formado por los planos Ba-Na y Pt-Gn, los cuales corresponden a otro análisis cefalométrico. El resultado de Eje Y que brinda el programa, es una media de 90° , cuando el valor ideal de este ángulo propuesto por Downs, va de 66° a 53° , con una media de 59.4° . (Fig. 63).

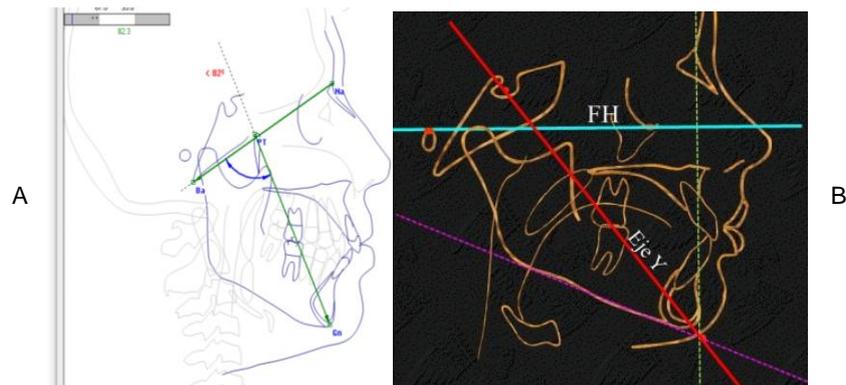


Fig. 63. **A.** Ángulo del Eje Y según el programa NemoCeph en análisis de Downs. Tomando como referencia el Eje Facial de Rickets. **B.** Eje Y de Downs.

La inclinación del plano oclusal, no es trazada en el análisis realizado con NemoCeph. Los resultados arrojados para el ángulo interincisal, se encuentran dentro de la norma, de la misma manera que la distancia del incisivo superior al plano de la convexidad facial.

Por otro lado, el ángulo del incisivo inferior al plano mandibular difiere en gran medida, arrojando resultados de $90^\circ \pm 3^\circ$, cuando los valores propuestos por Downs son de -8.5° a 7° con una media de 1.4° . Downs, en éste ángulo indica que debe medirse la inclinación de estos dientes en grados de desviación en relación con un ángulo recto al plano mandibular, es decir, a partir de una tangente al plano mandibular. En el programa NemoCeph, no se traza dicha tangente y el ángulo es medido del plano mandibular al eje longitudinal del incisivo inferior. (Fig. 64).

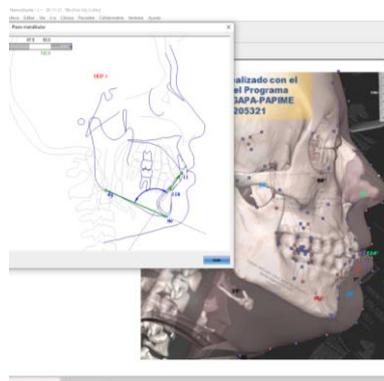


Fig. 64. Ángulo del incisivo inferior al plano mandibular, sin tangente al plano mandibular.

Por lo contrario, la media arrojada por el programa para el ángulo del incisivo superior al plano oclusal es de $15^\circ \pm 6^\circ$, lo cual no difiere a los valores normales propuestos por Downs (3.5° a 20° con una media de 14.5°). Esto

debido a que, en este caso, sí se traza una tangente al plano oclusal, como lo propone Downs. (Fig. 65).

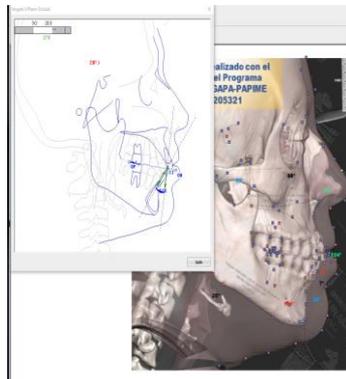


Fig. 65. Ángulo del incisivo superior al plano oclusal, tomando tangente al plano oclusal para su medición.

Los resultados obtenidos en el programa NemoCeph y su comparación con los valores originales del análisis de Downs, se resumen en la tabla IV y la Fig. 66.

TABLA IV			
	Media	Rango	Medias obtenidas en el programa NemoCeph
Ángulo facial	87.8°	82° a 95°	91°
Ángulo de la convexidad	0°	10° a -8.5°	0° ±10°
Plano A-B al plano facial	-4.6°	-9° a 0°	5° ±10°
Ángulo del plano mandibular	21.9°	28° a 17°	22° (Go-Me)
Eje Y al Plano de Frankfurt	59.4°	66° a 53°	90° (Usa eje facial, no eje Y).
Inclinación del plano oclusal	9.3°	1.5° a 14°	No lo traza
Ángulo interincisal	135.4°	130° a 150.5°	132°
Incisivo inferior al plano mandibular	1.4°	-8.5° a 7°	90° ±3° (no usa tangente)
Incisivo superior al plano oclusal	14.5°	3.5° a 20°	15° ±6°
Incisivo superior al plano de la convexidad facial	2.7 mm	-1 mm a 5 mm	3.5 mm

Tabla IV. Comparación de las medidas ideales propuestas por Downs y las medias obtenidas en el programa NemoCeph.

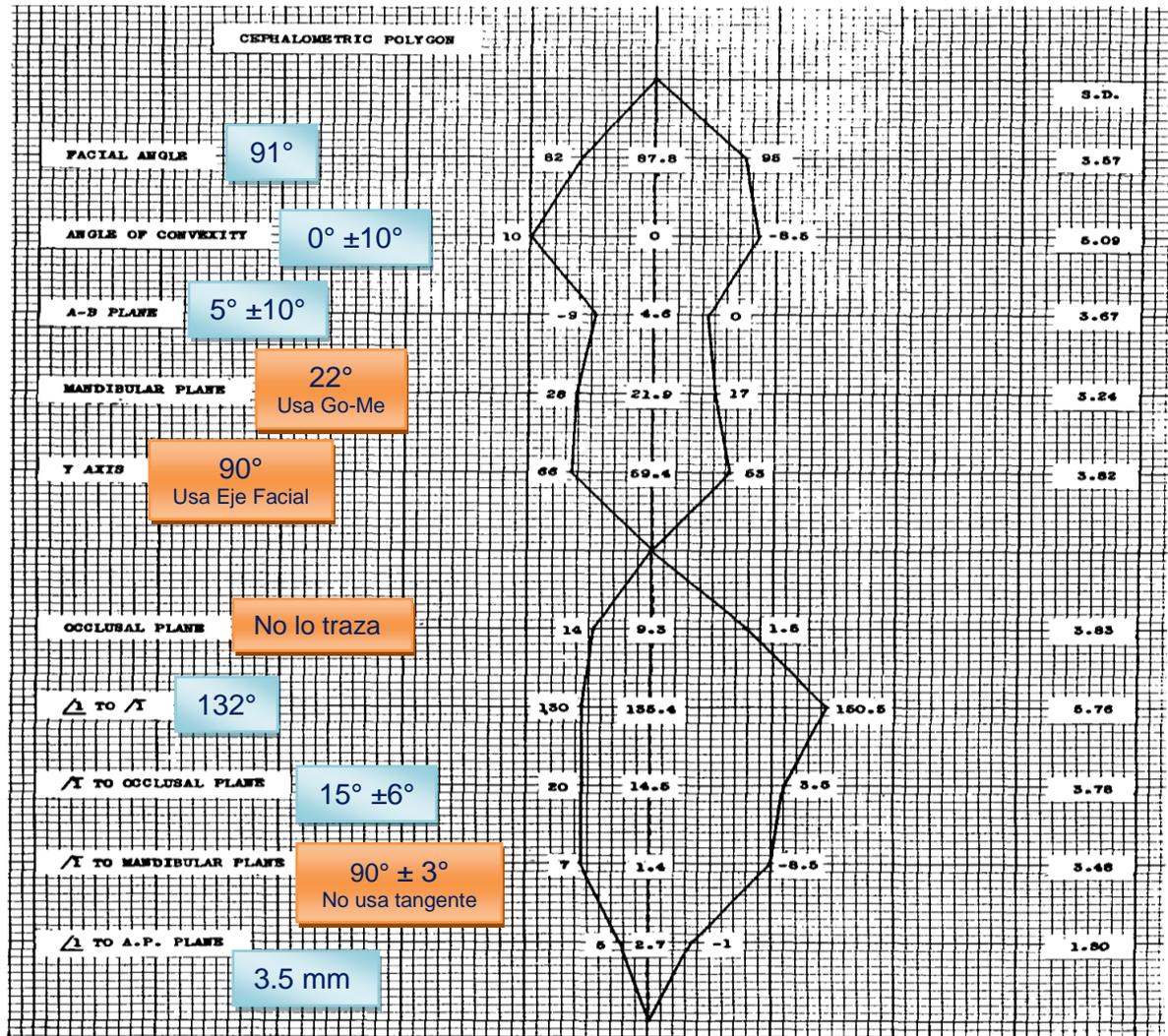


Fig. 66. Polígono cefalométrico de Downs. Es la representación gráfica de su análisis. Las medias están ordenadas en la parte central. A la izquierda, se encuentran los mínimos aceptables para Clase I. A la derecha se encuentran los máximos aceptables para Clase I. Cada división, corresponde a un grado angular o un milímetro, según sea el caso. La parte superior del polígono representa el análisis esquelético, la parte inferior representa el análisis dental. Los valores anotados a la derecha del ángulo o distancia a medir son los valores obtenidos por el programa NemoCeph, en color azul se anotan los valores que no difieren de los propuestos por Downs, en color naranja, se anotan los valores que no corresponden a los originales.²⁶

En el análisis de Steiner, no se encontraron variaciones significativas a lo propuesto originalmente por Steiner (fig. 67), lo más relevante, fue que no se registra en los resultados el ángulo del incisivo inferior al plano mandibular. (Tabla V).

Por otro lado, para el análisis de Jarabak (fig. 68) hay varias medidas que no son registradas en el programa NemoCeph, como lo son los ángulos SNA, SNB, ANB, GoGn-SN, ángulo de la convexidad, la longitud de la base craneal posterior, la altura de la rama, el ángulo del incisivo superior al plano SN, el

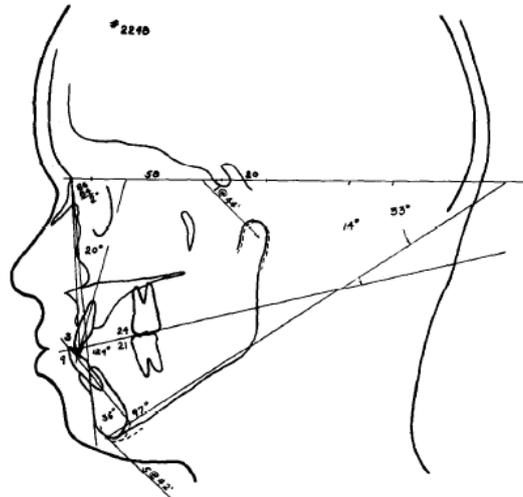
ángulo del incisivo superior al plano NPg, el ángulo del incisivo inferior al plano mandibular, el ángulo del incisivo inferior al plano NPg, el ángulo interincisal y las distancias de los labios superior e inferior a línea E.

Algunas medidas se encuentran en o sobre el límite de los valores ideales, como lo son la longitud de la base craneal anterior, la longitud del cuerpo mandibular, la longitud de la base craneal posterior, la altura de la rama y la relación entre altura facial anterior y altura facial posterior. (Tabla VI).

Los resultados de las medias obtenidas en el programa NemoCeph para los análisis de Steiner y Jarabak se resumen en las siguientes tablas.

TABLA V		
	Media	Medias obtenidas en el programa NemoCeph
Ángulo SNA	82°	82° ±2°
Ángulo SNB	80°	80° ±2°
Plano ANB	2°	2° ±1°
Ángulo del plano oclusal al plano SN	14.5°	14° ±4°
Ángulo GoGn-SN	32°	32° ±4°
Línea SE	22 mm	22 mm ±2 mm
Línea SL	51 mm	51 ±2 mm
Distancia incisivo superior al plano NA	4 mm	4 mm ±1 mm
Ángulo incisivo superior al plano NA	22°	22° ±2 mm
Distancia incisivo inferior al plano NB	4 mm	4 mm ±1 mm
Ángulo incisivo superior al plano NB	25°	25° ±2°
Ángulo interincisal	130°	131° ±6°
Ángulo del incisivo inferior al plano GoGn	93°	No lo registra

Tabla V. Comparación de las medidas ideales propuestas por Steiner y las medias obtenidas en el programa NemoCeph.



Cephalometric Appraisal

	Average	5-9-52	
S N A (angle)	82	86	82° ±2°
S N B (angle)	80	84	80° ±2°
Difference	2	2	2° ±1°
GoGn SN (angle)	32	33	32° ±4°
CC' SN (angle)		1 @ 44	
GnGn' SN (angle)		5 @ 42	
S to E (mm)		20	22mm ±2mm
S to L (mm)		58	51mm ±2mm
Occl to S N (angle)	14.5	14	14° ±4°
1̄ to 1 (angle)	130	124	131° ±6°
1̄ to NA (mm)	4	3	4mm ±1mm
1̄ to NA (angle)	22	20	22° ±2°
1̄ to NB (mm)	4	9	4mm ±1mm
1̄ to NB (angle)	25	36	25° ±2°
1̄ to GoGn (angle)	93	97	No se registra
6̄ to NA (mm)	27	24	
6̄ to NB (mm)	23	21	
Existing & Desired Arch Length Diff.		29.5 -2.5	

Fig. 67. Trazo original y medidas de Steiner de su caso 2248. En la tabla se observan las medidas que Steiner utiliza para su análisis cefalométrico. En la primera columna se encuentran los ángulos o distancias a medir. En la segunda columna, están los valores ideales. En la última columna se anotan los valores obtenidos por el programa NemoCeph, en color azul se anotan los valores que no difieren de los propuestos por Steiner, en color naranja, se anotan los valores que no corresponden a los originales o que no son registrados.

TABLA VI			
	Ideal	Desviación estándar	Medias obtenidas en el programa NemoCeph
Ángulo SNA	80°	±1°	No lo registra
Ángulo SNB	78°	±1°	No lo registra
Ángulo ANB		2°	No lo registra
Ángulo GoGn-SN	26°	±4°	No lo registra

Ángulo silla	123°	±5°	122° ±5°
Ángulo articular	143°	±6°	143° ±6°
Ángulo goniaco	130°	±7°	130° ±7°
Ángulo goniaco superior	55°	52°-55°	54° ±2°
Ángulo goniaco inferior	75°	70° a 75°	73° ±3°
Suma de los ángulos silla, articular y goniaco	396°	± 6°	396°±6°
Ángulo de la convexidad	0°		No lo registra
Longitud de la base craneal anterior	71 mm	±3 mm	83 mm ±3 mm
Longitud del cuerpo mandibular	71 mm	± 5 mm	84.2 mm ±5 mm
Relación de la base craneal anterior con el cuerpo mandibular.	1:1		No lo registra
Longitud de la base craneal posterior	32 mm	±3 mm	38 mm ±3 mm
Altura de la rama	44 mm	±5 mm	56 mm ±5 mm
Relación de la base craneal posterior con la altura de la rama	3/4		0.8 ±0.3
Altura facial anterior	105 mm a 120 mm		112.5 mm ±7.5 mm
Altura facial posterior	70 mm a 85 mm		77.5 mm ±7.5 mm
Relación entre altura facial anterior y altura facial posterior	59% - 63%		63.5% ±1.5%
Ángulo incisivo superior al plano SN	103°	±2°	No lo registra
Incisivo superior al plano NPg	5 mm	±2 mm	No lo registra
Ángulo incisivo inferior al plano mandibular	90°	±5°	No lo registra
Incisivo inferior al plano NPg	-2 mm a 2 mm		No lo registra

Ángulo interincisal.	135°	±5°	No lo registra
Labio superior a línea E	-1 mm a -4 mm		No lo registra
Labio inferior a línea E	0 a 2 mm		No lo registra

Tabla VI. Comparación de las medidas ideales propuestas por Jarabak y las medias obtenidas en el programa NemoCeph.

Paciente _____		JARABAK - ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO			
Nacido _____		ESQUELETO-DENTAL			
		ANÁLISIS ESQUELETAL			
Datos analizados	Promedio (Std. Dev.)				
Ángulo en silla de montar N-S-a°	123° (±5) Bjork	112° ±5°			
Ángulo articular S-a-Go°	143° (±6) Bjork	143° ±6°			
Ángulo goníaco Go-GN°	130° (±7) Bjork	130° ±7°			
Suma	396° Bjork	396° ±6°			
Long. base craneal ant.	71mm (±3) Bjork	83mm ±3mm			
Long. base craneal post.	32mm (±3) Bjork	38mm ±3mm			
Ángulo goníaco i N-Go-a°	52° - 55°	54° ±2°	73° ±3°		
Ángulo goníaco i N-Go-GN°	70° - 75°				
Alt. de la rama a-Go	44mm (±5) Bjork	56mm ±5mm			
Long. del cuerpo Go-GN	71mm (±5) Bjork	84.2mm ±5mm			
RELACIÓN cuerpo mandibular con base craneal anterior		No lo registra			
SNA°	80°	No lo registra			
SNB°	78°	No lo registra			
diferencia 2° ANB		No lo registra			
SN, Go, Gn		No lo registra			
Profundidad facial		No lo registra			
Long. facial sobre el eje Y					
Eje Y con SN					
S Go cara post (alt)		112.5mm ±7.5mm			
Cara ant. (alt)		77.5mm ±7.5mm			
cara post. Cara ant. (alt)					
56-62 % en sentido de las agujas del reloj		63.5% ±1.5%			
65-80 % en sentido contrario al de las agujas del reloj					
PI facial (SN-Po)		No lo registra			
Convexidad facial (NA-Po)		No lo registra			
ANÁLISIS DE LA DENTADURA					
PI occ con Go Gn					
Conv. Dent.					
L con Go-Gn - 90° más menos 3 grados		No lo registra			
L con Go Gn mm		No lo registra			
L con SN (102° ± 2°)		No lo registra			
L con plano facial 5 mm. ± 2)		No lo registra			
L con plano facial (-2mm to +2mm)		No lo registra			
Línea estética facial (Rickets)		No lo registra			
Labio sup.	-1 to -4	No lo registra			
Labio inf	0 to +2	No lo registra			

Fig. 68. Carta utilizada por Jarabak en su análisis cefalométrico. Se encuentra dividida en análisis esquelético y análisis dental. A la izquierda de encuentran los datos que serán analizados y frente a estos, las medias utilizadas por él. A la derecha de cada medida, se anotan los valores obtenidos por el programa NemoCeph, en color azul se anotan los valores que no difieren de los propuestos por Jarabak, en color naranja, se anotan los valores que no corresponden a los originales o que no son registrados.



6. CONCLUSIONES

Debido a los avances tecnológicos y a la inclusión de la tecnología dentro de la práctica odontológica, se hace más común el uso de sistemas digitales auxiliares para el diagnóstico y tratamiento, por lo que es importante conocer el funcionamiento y eficacia de los mismos.

Los análisis cefalométricos digitales tienen múltiples ventajas entre las que se encuentran la fácil manipulación de la radiografía, identificación de los puntos y estructuras anatómicas de manera más rápida y precisa que en la cefalometría convencional, baja exposición de radiación para el paciente, facilidad de almacenamiento, entre otras. Sin embargo, algunas desventajas pueden ser la necesidad de un software especial el cual de inicio es costoso, algunos de estos programas requieren además características específicas en la computadora en que será utilizado. Por otro lado, el análisis manual requiere de una serie de equipo que puede resultar poco práctico, y según el grosor del rotulador o lápiz utilizado para el trazo de puntos, estructuras y planos, pueden afectarse las mediciones milimétricas e incluso angulares.

Es importante que el odontólogo de práctica general y especialista cuente con los conocimientos necesarios en todas las áreas involucradas en el diagnóstico ortodóncico para que los sistemas digitales de análisis cefalométricos sean realmente eficaces. Esto implica el conocer a la perfección las estructuras sobre las cuales se trazan los puntos y planos, tener conocimientos sobre interpretación radiográfica y algo muy importante que destaca en la elaboración de esta tesina, es que deben conocerse los diferentes análisis cefalométricos y las normas propuestas por sus respectivos autores.

Cada uno de los análisis revisados aquí, tiene puntos, planos y ángulos que podrían ser similares, pero que varían según el lugar de localización de cada uno de los puntos. Uno de los ejemplos más relevantes es que el plano del cuerpo mandibular es distinto para cada uno de ellos. En el análisis cefalométrico de Downs, el plano mandibular se determina trazando una línea paralela a lo largo del borde inferior del cuerpo mandibular. Para Steiner, el



plano mandibular es la unión de los puntos Gonion y Gnation anatómico. Y para Jarabak, el plano mandibular es una línea paralela al borde del cuerpo mandibular que pasa por Gonion y Menton hasta su intersección con el plano facial (NPg), en esa intersección se encuentra el punto Gnation geométrico. Estas diferencias, aunadas a la diferencia de muestreo en cada uno de los análisis, resulta en la variación en las normas entre ellos para el mismo ángulo o medida.

El conocer el análisis tal cual fue propuesto originalmente, brinda las herramientas para un correcto diagnóstico, tanto en el método manual como en el método digital, el cual puede llegar a ser una herramienta bastante confiable en algunos casos, como lo pudimos ver en uno de los análisis antes revisados, en el cual existe una gran semejanza entre las medias obtenidas mediante el análisis digital y las propuestas por el autor original de dicho análisis.

Por otra parte, en los resultados obtenidos para los análisis de Downs y de Jarabak podemos encontrar una variación en las medias originales con las incluidas en el software, lo cual puede sugerir que, como se mencionó antes, existan diferencias en el muestreo, errores en el trazado de líneas y planos dentro del mismo programa, o que se hayan tenido errores al introducir los datos al programa. Como ejemplo de esto, tenemos que en el análisis de Downs, se buscaba medir el ángulo del Eje Y y se obtuvo la medida del ángulo del Eje Facial, el cual no corresponde al análisis de Downs.

Por lo anterior, se considera importante que el operador de dicho programa cuente con experiencia en la ejecución del trazado cefalométrico manual, en la localización de estructuras y puntos a localizar y en las normas a utilizar para la obtención de mejores, confiables y más precisos resultados durante el uso de los programas de trazado cefalométrico digital. A pesar de que un software de trazado disminuya el tiempo de diagnóstico cefalométrico y tenga otras ventajas sobre el método convencional, la realización y comparación de los análisis tradicionales con los análisis digitales es fundamental para mejorar el diagnóstico y puede reducir la variabilidad de las mediciones obtenidas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Torres Y. Estudio comparativo de los trazos cefalométricos con el método manual vs el método digital (Nemoceph) [tesis de pregrado]. Perú: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. 2021. [Consultado 11 oct 2021] Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1658/INFORME%20DE%20INVESTIGACION%20YULISA%20TORRES%20GAIT%20N.pdf?sequence=1>
2. Aguilar HM, de Alba CI. Análisis de concordancia entre trazado cefalométrico manual y cefalométrico digital con programa Nemoceph. Rev ADM. 2020;77(5):244-246. [Consultado 11 oct 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=96142&id2=>
3. Etiología de las maloclusiones [internet] 2018 [consultado 16 oct 2021] Disponible en: <https://www.slideshare.net/manolobravo72/etiologia-de-las-maloclusiones-91486261>
4. Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KW. Ortodoncia Principios y técnicas actuales. 5ª ed. España: 2013.
5. García VL. Protocolo cefalométrico. Universidad de la República, Facultad de Odontología [internet]. [Consultado el 16 oct 2021]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8039/1/Librillo-protocolo-cefalometrico.pdf>
6. Barrera CM. Cefalometría como elemento clave del diagnóstico en ortodoncia [tesis de pregrado]. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2019. [Consultado el 03 nov 2021]. Disponible en: https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/VBF5G45G6LUFV4H9RIV113929QJTT2E8RTKPFK8HHDYJ4VISN4-44597?func=full-set-set&set_number=493750&set_entry=000001&format=999
7. Proffit W, Henry H, Sarver D, Ackerman J. Contemporary Orthodontics, 6a.ed. España: Editorial Elsevier, 2013. Pp. 45-68.
8. Díaz J, Gallego B, León A. El diagnóstico médico: bases y procedimientos [internet]. Rev Cubana Med Gen Integr 2006;22(1). [Consultado el 20 oct 2021]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v22n1/mgi07106.pdf>
9. Pellicer CL. Estudio cefalométrico comparativo entre trazados manuales y digitales con programas informáticos [tesis doctoral]. Universidad de Salamanca. 2014 [Consultado el 20 oct 2021]. Disponible en: https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/127846/DC_PellicerCastillo_EstudioCefalometrico.pdf?sequence=1&isAllowed=y
10. Broadbent BH. A new X-ray technique and its application to orthodontia. Angle Ortho. 1931;1:45-66.
11. Reynoso FM. Evaluación de la concordancia de las mediciones intra e interexaminador utilizando 2 métodos de evaluación cefalométrica: manual y computarizado. [tesis de posgrado]. Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia. 2020. [Consultado 11 oct 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/8512>



12. Limón A. Confiabilidad de las medidas del programa cefalométrico computarizado Nemoceph Nx en comparación con la cefalometría manual [tesis de pregrado]. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2017. [Consultado 11 oct 2021] Disponible en: https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/DILQU9Q2ILB8NT3724TAXJRB8C4146LPDF13GM3GRJIBRK983J-12865?func=full-set-set&set_number=925915&set_entry=000003&format=999
13. Capurro ND, Rada GG. El proceso diagnóstico. Rev. méd. Chile. 2007;135(4):534-538.
14. Villarreal OB, Parise VJ. Importancia de los elementos diagnósticos en ortodoncia y elaboración del consentimiento informado. Practica Familiar Rural. 2019; 4(3).
15. Aquino LC. Diagnóstico en ortodoncia integración de un caso clínico [tesis de pregrado]. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2021. [Consultado 24 oct 2021] Disponible en: https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/EYD6ICIUPX33R86S8JN4YVFIPE7ACJUFGSMVSH5QSD3A9QLRE9-31170?func=full-set-set&set_number=325625&set_entry=000001&format=999
16. Bernal AE. Integración de los auxiliares de diagnóstico para el diseño de la historia clínica de Ortodoncia del nuevo plan de estudios, Facultad de Odontología, U.N.A.M 2015 [tesis de pregrado]. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 2015. [Consultado 26 oct 2021] Disponible en: https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/VB8C4UI8TQTNAMAL8Y51FY1NSDT2AM8Q4B7LBCT16IM5C7KKAQ-06783?func=find-b&local_base=TES01&request=auxiliares+de+diagn%C3%B3stico+en+ortodoncia&find_code=WRD&adjacent=N&filter_code_2=WYR&filter_request_2=&filter_code_3=WYR&filter_request_3=
17. Haring JI, Jansen L. Radiología dental principios y técnicas. 2ª ed. Venezuela: Amolca; 2013.
18. Whaites E. Fundamentos de radiología dental. 4ª ed. España: Elsevier; 2008.
19. Conde SH, Vila MD, Puig RL, Garmas CY, Valentí GF. Intervalo de confianza para las normas del cefalograma resumido de Ricketts en niños de cubanos. Rev Méd Electrón. 2018; 40 (1):35-47.
20. Downs WB. Variations in facial relationship: Their significance in treatment and prognosis. 1949; 19(3):145-155.
21. Zamora C. Compendio de Cefalometría. 2ª ed. Venezuela: Ed. AMOLCA; 2010.
22. Vera FC. Comparación de la eficacia de los valores cefalométricos según Steiner empleando tres métodos de medición en pacientes del área de ortodoncia del C.P.P.C.C.E-USS, 2019. [tesis de pregrado]. Perú: Universidad Señor de Sipán. 2019. [Consultado 05 nov 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7097>
23. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. American Journal of Orthodontics. Beverly Hills. 1953; 39(10): 729-755.

24. Jarabak JR. Aparatología del arco de canto con alambres delgados: Técnica y tratamiento; traducción Federico Rosenmeyer. Buenos Aires: Editorial Mundi; 1975.
25. Empresa Nemotec. NemoCeph [internet]. [Consultado 03 nov 2021]. Disponible en: <https://www.nemotec.com/es/software/nemoceph>
26. Vorhies JM, Adams WJ. Polygonic interpretation of cephalometric findings. 1951; 21(4):194-197.

Imágenes.

- **Fig.1.** Autoría propia.
- **Fig. 2.** Concepto de los modelos de estudio en ortodoncia [internet] Arte Yeso Laboratorio Técnico Dental. [Consultado 19 nov 2021] Disponible en: <https://bit.ly/3CBcBjk>
- **Fig.3.** Velázquez SS, Valdivia GI. Tratamiento ortodóncico en paciente clase III, periodontalmente comprometida: reporte de un caso. Revista Mexicana de Ortodoncia. 2015;3(4): 274-282.
- **Fig. 4.** Radiografía lateral de cráneo [internet]. Centro Xofox. [Consultado 19 nov 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/3x1YnqN>
- **Fig. 5 y 6.** Haring JI, Jansen L. Radiología dental principios y técnicas. 2ª ed. Venezuela: Amolca; 2013.
- **Fig. 7-52, 56, 59-64.** Programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE205321. Sala 3D de la Facultad de Odontología, UNAM.
- **Fig. 53.** Empresa Nemotec. NemoCeph [internet]. [Consultado 20 nov 2021]. Disponible en: <https://www.nemotec.com/es/software/nemoceph>
- **Fig. 54.** Toledo JD, Lima IM, Bravo CM. Estudio comparativo de confiabilidad y precisión entre el método de Trazado Cefalométrico manual con el digital usando el programa Dolphin Imaging con radiografías cefálicas laterales. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2014.
- **Fig. 55, 57, 58.** Tutorial de software de ortodoncia: Nemoceph (Audio) [video]. [Consultado el 17 Nov 2021]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=eGGJsonDqQE>
- **Fig 66.** Vorhies JM, Adams WJ. Polygonic interpretation of cephalometric findings. 1951; 21(4):194-197.
- **Fig. 67.** Steiner CC. Cephalometrics for you and me. American Journal of Orthodontics. Beverly Hills. 1953; 39(10): 729-755.
- **Fig. 68.** Jarabak JR. Aparatología del arco de canto con alambres delgados: Técnica y tratamiento; traducción Federico Rosenmeyer. Buenos Aires: Editorial Mundi; 1975.