



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

COMPARACIÓN DE LA UBICACIÓN DE PUNTOS Y TRAZADO  
CEFALOMÉTRICO EN RADIOGRAFÍAS CONVENCIONALES Y  
DIGITALES.

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL PROGRAMA DE  
TITULACIÓN POR ALTO PROMEDIO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANO DENTISTA**

P R E S E N T A:

BUENDIA CHAVEZ MIGUEL ANGEL

TUTORA: Esp. DANIELA CARMONA RUIZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



## AGRADECIMIENTOS

A mi madre, Ma. Del Rosario Chavez Lazo, gracias por haberme impulsado siempre al estudio y por formarme como la persona que soy, por todos los consejos que me dabas cuando la carrera me consumía, gracias por confiar en mí y ser mi primera paciente, tú que me impulsas a conseguir mis metas y no rendirme, por ser un gran ejemplo e inspiración.

A mi padre, Ramon Alfredo García Torres, gracias por enseñarme a valorar las cosas, por enseñarme a ser autosuficiente, apoyarme en las buenas y malas, eres para mí un gran ejemplo de constancia y superación.

A ambos quiero agradecerles también por haberme dado la posibilidad de estudiar una carrera que me apasiona y por nunca dejarme solo en esto, claro que es uno de muchos logros, ya que hay mucho más por vivir y aprender, agradeceré tenerlos en todo mi proceso de crecimiento.

A mi hermano y hermana, Joshua Osvaldo García Chavez y Ximena Alejandra Buendia Chavez, que siempre estuvieron ahí también cuando los necesite, aunque siguen creciendo yo sé que lograrán muchas cosas, nunca dejen de intentarlo, ya que tienen muchos talentos, nunca dejen que nadie les diga lo contrario.

A mi sobrina Zoé que aunque apenas lleva dos años con nosotros ha llenado mucho de felicidad mi vida, lo cual me motiva a superarme más, para poder apoyarla emocional y económicamente en su crecimiento.

A mi familia materna y paterna, mis abuelitas, mis tíos y tías, gracias por confiar en mí y apoyarme en todo el proceso, por ser también una fuente de inspiración, así como también agradecer a mis primos, por estar y sacarme siempre una sonrisa cuando estamos juntos, aunque sean menores que yo, espero poder ser un ejemplo para ellos.



A los doctores y doctoras que formaron parte de mi desarrollo durante toda la carrera, gracias por todas las enseñanzas que aunque algunas veces me costaba, ustedes estuvieron ahí para explicarme y transmitirme todos sus conocimientos.

A mis amigos y seres queridos, muchas gracias por siempre darme la fuerza para continuar, gracias por todos los consejos, las risas, los momentos vividos, alguno de ustedes también fue parte del mismo proceso, así que agradezco haberlos conocido en la facultad y poder aprender juntos, les deseo mucho éxito a todos mis amigos colegas y futuros colegas.

A la Dra. Esp. Daniela Carmona Ruiz, por haberme dado todas la herramientas para que este trabajo se pudiera realizar, así como todas las enseñanzas y consejos que me dio, es una excelente docente y persona.

Por último y no menos importante agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México por abrirme sus puertas, por haberme dado la oportunidad de estudiar en una de tus maravillosas preparatorias, la Prepa 5 “José Vasconcelos” y poder concluir mis estudios profesionales en la Facultad de Odontología, así como también agradecer a todo el personal de mi Facultad por mantener funcionando de una manera eficaz todas las instalaciones, sé que con el paso del tiempo se actualizarán mucho más y ofrecerán una mejor educación a todos los nuevos alumnos.

Por mi raza hablará el espíritu...



## ÍNDICE

<i>INTRODUCCIÓN</i>	5
<i>OBJETIVOS</i>	6
<i>CAPITULO 1. Cefalometría convencional</i>	7
1.1 Historia de la radiografía lateral de cráneo y cefalostato	8
1.2 Historia de la cefalometría	12
1.3 Objetivos de la cefalometría.	16
1.4 Puntos Cefalométricos.	17
1.5 Análisis Cefalométricos	31
1.5.1 Jarabak	31
1.5.2 Steiner	40
1.5.3 Downs	48
1.6 Ventajas	57
1.7 Desventajas	57
<i>CAPITULO 2. Cefalometría digital.</i>	58
2.1 Historia de la radiología digital	59
2.2 Historia de la cefalometría digital	63
2.3 Software para trazado cefalométrico digital	65
2.4 Ventajas	72
2.5 Desventajas	72
<i>CAPITULO 3. Comparación entre el trazado cefalométrico convencional y digital</i>	73
<i>CONCLUSIONES</i>	78
<i>REFERENCIAS</i>	79
BIBLIOGRAFICAS	79
IMÁGENES	84



## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia se han creado diferentes métodos de estudio para evaluar el crecimiento y la proporción de cada parte del cráneo, empezando desde el estudio antropológico en fósiles, hasta la utilización de la cefalometría en el campo odontológico. Desde la creación de la cefalometría se han derivado algunos puntos cefalométricos los cuales fueron utilizados por diferentes autores del ámbito odontológico para comprender la relación craneofacial de cada uno de los huesos del cráneo, así como también comprender su crecimiento y poder detectar alguna anomalía en éste, haciendo uso de la telerradiografía.

A finales de los años 90 se empezaron a utilizar radiografías digitales; la odontología adaptó estos nuevos sistemas de obtención de imagen para poder comenzar a utilizar la cefalometría digital, creando programas para poder facilitar el trazado cefalométrico.

Para comprender como se han dado estos cambios a lo largo del tiempo en la cefalometría, en el presente trabajo se describirá la historia de la cefalometría convencional, los puntos cefalométricos más utilizados, así como también algunos de los análisis cefalométricos que existen; la evolución de la cefalometría digital y la utilización de *software* para el trazado de los diferentes análisis por medio de imágenes digitales. Por último, se realizará la comparación de la cefalometría convencional y cefalometría digital para el diagnóstico en ortodoncia, así como sus ventajas y desventajas.



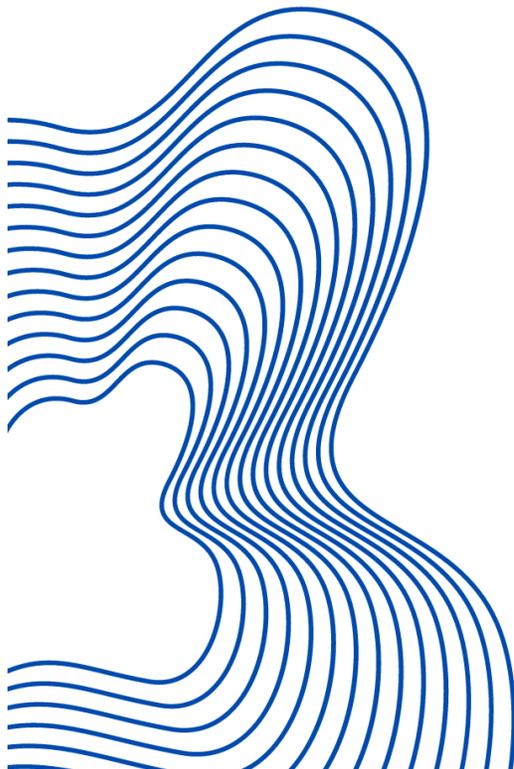
## OBJETIVOS

- Comprender la historia de la radiografía lateral de cráneo, así como la historia de la cefalometría y su utilización en el campo odontológico, conocer la ubicación de los puntos cefalométricos, interpretar algunos de los análisis cefalométricos e identificar las ventajas y desventajas de la cefalometría convencional.
- Resaltar la evolución de la radiografía digital y mostrar la influencia que ha tenido en la cefalometría digital para la creación de programas que facilitan el trazado cefalométrico e identificar las ventajas y desventajas de su utilización.
- Describir las diferencias entre la ubicación de puntos y trazado cefalométrico digital y convencional, así como comparar las características de cada uno.



C A P I T U L O 1

# Cefalometría Convencional



## 1.1 Historia de la radiografía lateral de cráneo y cefalostato

El cefalostato es un dispositivo que posiciona e inmoviliza la cabeza del paciente en una relación fija respecto al tubo de rayos X y la placa (Figura 1). Estandariza las radiografías laterales de cráneo, permitiendo repetir indefinidamente la misma toma radiográfica.<sup>1</sup>



*Figura 1. Posición correcta del paciente en un Cefalostato, telerradiografía en una posición frontal (A) y en una posición lateral (B)*

La creación de un posicionador para la cabeza del paciente (cefalostato) posibilitó la homogeneización de las imágenes.<sup>2</sup>

La introducción de la radiografía lateral en el campo de la odontología inicia con A. J. Paccini que en 1922 describió una técnica para hacer y medir radiografías de cráneos secos o de pacientes vivos.<sup>3</sup>



Presentó por primera vez la utilidad de este estudio, para el conocimiento del crecimiento humano, su clasificación y sus anomalías.<sup>4</sup>

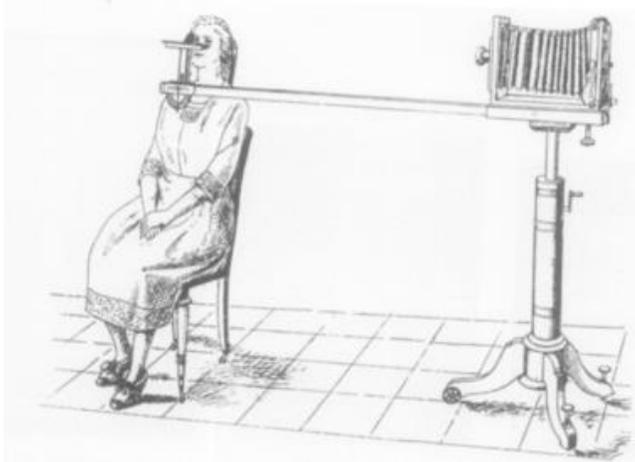
Trasladó a la radiografía ciertos puntos antropológicos convencionales, como el gonion, nasion y espina nasal anterior, utiliza medidas lineales y angulares, así como proporciones que toma de la antropología.<sup>4</sup>

Todos sus trabajos los realizó con base a la telerradiografía lateral. Fue el primero en estandarizar las imágenes radiográficas y en emplear el término de cefalometría. Colocaba a los sujetos a una distancia de 2 metros del tubo de rayos X lo cual daba menos deformaciones a la imagen. Ya en esta época con Paccini queda resuelto un problema en la realización de la telerradiografía con la estandarización del proceder, pero aún quedaba un elemento por vencer, había que homogenizar la posición de la cabeza del paciente en los tres planos del espacio tratando que las estructuras laterales, derecha e izquierda, fuesen coincidentes.<sup>4</sup>

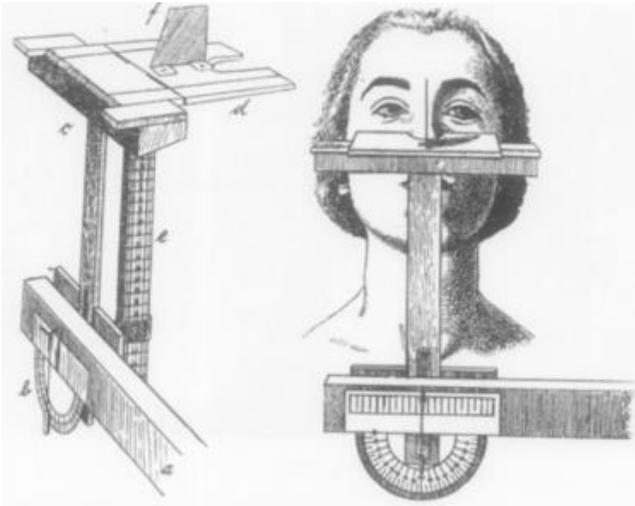
A Paul Simon, de origen alemán, le corresponde el honor de ser el creador de los sistemas gnatostático y fotostático de diagnóstico, los cuales publicó en el año de 1922. Utilizaba un sistema tridimensional empleando los planos de Frankfurt, el plano sagital y el plano orbitario, que son perpendiculares entre sí.<sup>4</sup>

En 1922 se marca un hito en el empleo de la telerradiografía como un método diagnóstico ortodóncico, en el año de 1923 la obtención de telerradiografías con el doble perfil distinguiendo las partes blandas de las óseas; para esto empleaba un alambre de plomo que ajustaba en la cara del paciente siguiendo el plano sagital.<sup>4</sup>

Simon en 1926 desarrolló el diagnóstico en tres planos espaciales con base en las líneas faciales utilizando el aparato fotostático (Figura 2), éste constituyó posiblemente uno de los primeros posicionadores de cabeza que la orientaba en los tres planos del espacio (Figura 3) y los pacientes siempre quedaban a la misma distancia de la cámara fotográfica.<sup>4</sup>



*Figura 2.. Muestra el aparato fotostático unido a un soporte sólido. Lateralmente se fija una viga de cierta longitud, y al final de esta viga se encuentra el posicionador de la nariz.*

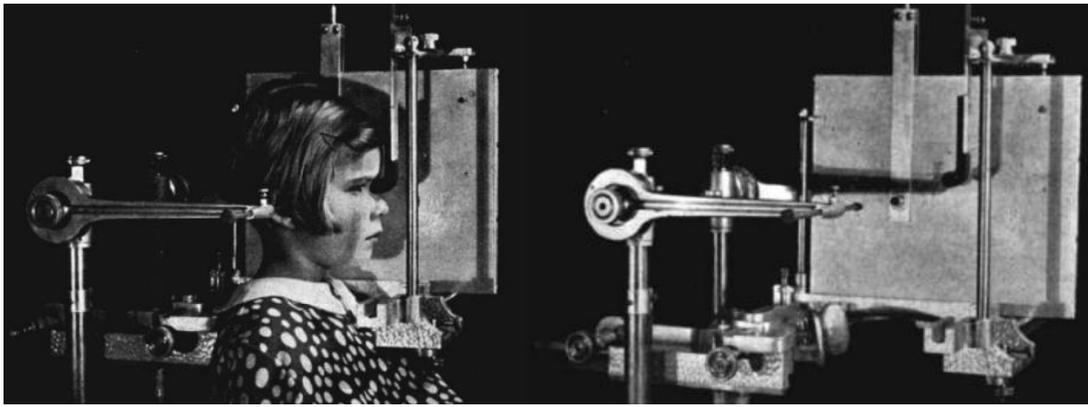


*Figura 3. Se muestra de cerca como es la posición de la cabeza*

La fotografía en función del diagnóstico ha sido utilizada desde finales del siglo XIX, por lo que se hace famosa la técnica fotostática de Simon en el año 1929, donde se situaba al paciente en el posicionador, con el objetivo de obtener las imágenes siempre en la misma posición y distancia.<sup>5</sup>

A partir de ese momento se popularizó el uso de la fotografía en ortodoncia.<sup>5</sup>

Históricamente la creación del cefalostato se le atribuye al Dr. B. Holly Broadbent (Figura 4), discípulo de Wingate Todd, en el año 1931. Coincidiendo con Broadbent, los doctores Herbert Hofrath y Paccini que crean el cefalostato también en Europa, proporcionando esta herramienta para el estudio de las maloclusiones y desproporciones esqueléticas. Por otra parte, Thompson fue el primero que utilizó el cefalostato en la clínica odontológica protésica y reparadora.<sup>6</sup>

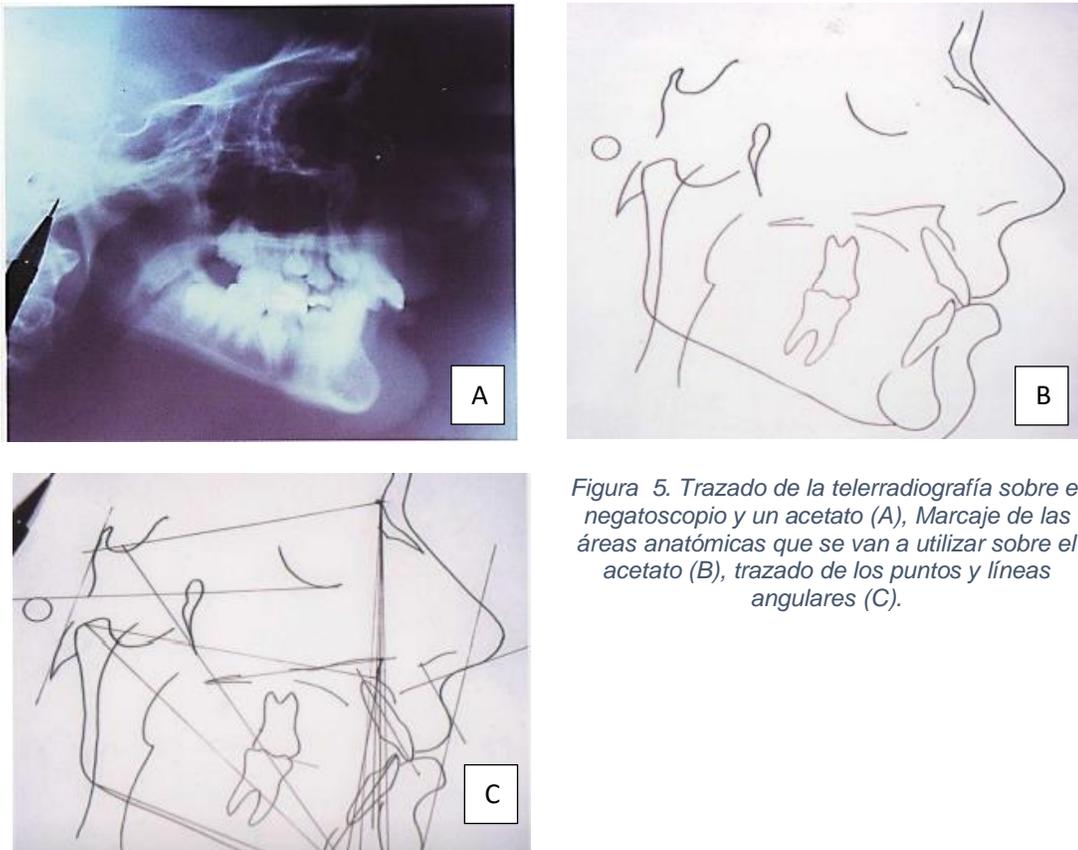


*Figura 4. Dispositivo Broadbent, posición de la cabeza del paciente.*

## 1.2 Historia de la cefalometría

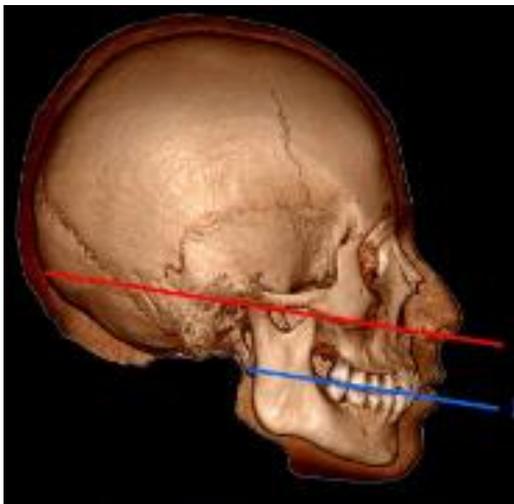
La craneometría es la ciencia que estudia los registros realizados sobre cráneos secos. El término cefalometría viene del griego “*kephale*” cabeza y “*metron*” medida significa “medición de la cabeza”. Perteneció en un principio al ámbito de la antropología, realizándose sobre cráneos secos.<sup>1,2</sup>

La cefalometría radiográfica consiste en obtener una serie de mediciones a partir de la radiografía. El cefalograma es el trazado realizado en papel de acetato que delimita el dibujo anatómico de la telerradiografía cefalométrica y engloba el conjunto de medidas lineales y angulares obtenidas de la telerradiografía (Figura 5) a distancia del cráneo y de la cara, que luego se comparan con valores predeterminados hallados estadísticamente.<sup>1,2</sup>



Ya en el siglo XVI Leonardo Da Vinci dibujó rostros humanos en los cuales trazaba líneas rectas en diferentes puntos y construía a modo de un patrón, cuando existían variaciones en dicho patrón se obtenían las desviaciones de las estructuras faciales.<sup>7</sup>

Las investigaciones realizadas con fines antropológicos se iniciaron en 1780 por Camper que describió la utilidad del ángulo formado por la intersección de un plano trazado de la base de la nariz al conducto auditivo externo o tragus (Plano de Camper) paralelo al plano oclusal (Figura 6).<sup>2</sup>



*Figura 6. La línea de color rojo representa el Plano de Camper y la línea Azul el Plano Oclusal.*

Los estudios antropológicos realizados sobre cráneos pudieron profundizarse, a partir de 1895, con el descubrimiento de los rayos X por W. K. Von Roentgen (Figura 7).<sup>7</sup>



*Figura 7. Roentgen y la primera radiografía.*

En 1921 se habla por primera vez de la utilidad de este estudio, para el conocimiento del crecimiento craneofacial, su clasificación y sus anomalías, así se establecen bases científicas para el uso de las radiografías como medio de estudio antropométrico y la utilización de puntos cefalométricos para describir las relaciones entre cráneo y cara.<sup>7,8,9</sup>

En 1922 Atkinsons describió la utilidad de la telerradiografía, para determinar la posición del primer molar superior. En el mismo año Simons afirma que se debe llegar al diagnóstico de las anomalías dentarias, basándose en tres planos perpendiculares entre sí: el plano de Frankfort, el plano sagital y el plano orbitario (Figura 8). Estos planos constituían el sistema gnatoestático de Simons.<sup>7</sup>

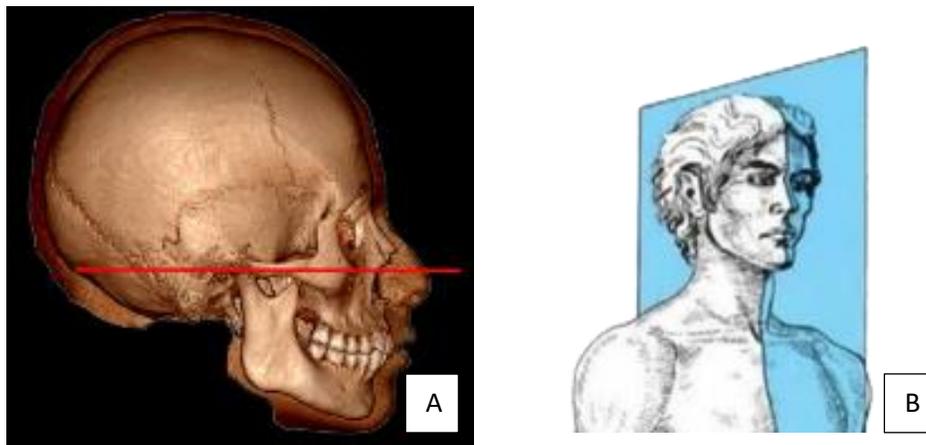
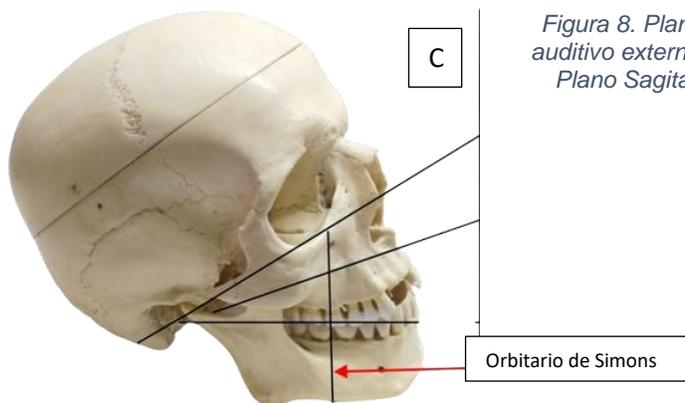


Figura 8. Plano de Frankfurt: Conducto auditivo externo, punto infraorbitario. (A), Plano Sagital (B), Plano Orbitario de Simons (C).





En 1929 C. O. Simpson de Saint-Luis establece las condiciones que permiten obtener radiografías sin deformación y con definición de los tejidos duros y blandos, utilizando los siguientes parámetros 40mA y 70Kv con una distancia foco-objeto de 4,5m y 5 segundos de exposición. La regla fundamental es que el rayo central sea perpendicular al plano sagital mediano y la superficie del film esté perfectamente respetada.<sup>7</sup>

La introducción de la cefalometría radiográfica, la realizó B. Holly Broadbent en 1931.<sup>2</sup> Los primeros reportes del uso clínico de la cefalometría los dieron Brodie y Downs en 1938 cuando reportaron su utilización para el análisis de casos terminados y ya en 1948 Downs reportó su uso para establecer las relaciones faciales y el diagnóstico de la maloclusión, se basó en las proporciones faciales y esqueléticas de un grupo de referencia de 20 adolescentes caucásicos no sometidos a tratamiento y seleccionados por tener una oclusión dental ideal; se considera que este es el primer análisis usado en el diagnóstico ortodóncico.<sup>3,10</sup>

Durante la reunión anual de la Asociación Americana de Ortodoncia realizada en Boston, Massachussets, en 1956, se autorizó la realización de un taller de cefalometría, dirigido por un comité, participaron Salzman, Brodie, Krogman, Higley, Downs, Moyers, Graber, Golden, Hoerr, Dupertuis y Margolis. Este primer taller de cefalometría se llevó a cabo el 24, 25 y 26 de marzo de 1957. En su escrito original este taller abarcó casi 600 páginas, el propósito principal fue definir puntos cefalométricos y planos, estandarizar técnicas, clarificar la interpretación y evaluar la aplicación clínica de la cefalometría.<sup>3</sup>

Las primeras metas en el desarrollo de la cefalometría fueron el estudio del crecimiento del paciente y el establecimiento de estándares que permitieran una comparación, sin embargo, pronto se comprobó que las placas cefalométricas podían emplearse para valorar las proporciones dentofaciales y descubrir las bases anatómicas de la maloclusión.<sup>7,11</sup>



### 1.3 Objetivos de la cefalometría.

Los objetivos primarios de la cefalometría son estudiar, analizar y comprender el complejo y desarrollo del macizo craneofacial a través del seguimiento a lo largo del tiempo, por diversos procedimientos creados para tal fin y técnicas de registros de datos en época activa de crecimiento.<sup>6,12</sup>

Según Canut<sup>12</sup>, desde el punto de vista clínico los objetivos son:

- ✓ Valorar el crecimiento: La cefalometría puede emplearse para medir el efecto del crecimiento de las fuerzas ambientales o aparatos ortodóncicos. Generalmente comparando las radiografías iniciales con las finales y valorar cuantitativa y cualitativamente el crecimiento que ha tenido el paciente a lo largo del tratamiento.
- ✓ Comparación morfológica: Sirve para comparar las variaciones en la forma, tamaño craneofacial de cientos de grupos poblacionales de etnias, edades y sexos diferentes.
- ✓ Análisis morfológico: La cefalometría además tiene un objetivo que es expresar las relaciones espaciales del diente, simplificando su comprensión, expresando con mayor claridad dónde está el defecto y cuál es su magnitud.
- ✓ Predeterminación de resultados: Predecir las relaciones morfológicas que se quiere tener al final del tratamiento ortodóncico o quirúrgico-ortodóncico. Este objetivo cumple más con la cirugía ortognática donde el cirujano y ortodoncista determinan su objetivo cefalométrico preciso.

## 1.4 Puntos Cefalométricos.

Un punto cefalométrico es la proyección de un punto anatómico sobre una placa radiográfica, el cual al ser ubicado en el cefalograma el cual sirve como guía para realizar una medición.<sup>13</sup>

- Puntos en tejidos duros:

-Puntos unilaterales.

- ✓ **Nasion (N):** Es la unión del hueso frontal con los huesos propios de la nariz; es el punto más anterior de la sutura fronto-nasal en el plano medio sagital, representa el límite anterior de la base del cráneo. Si la sutura no es visible, este punto se localiza en la parte más profunda de la concavidad de ambos huesos. (Figura 9)

Este punto de referencia se modifica debido a la remodelación provocada por el proceso de crecimiento, la aposición de hueso frontal, nasal y el desarrollo de la glabella, se producirá un movimiento en sentido vertical, lo cual puede originar una incorrecta interpretación del patrón de crecimiento.<sup>13-16</sup>

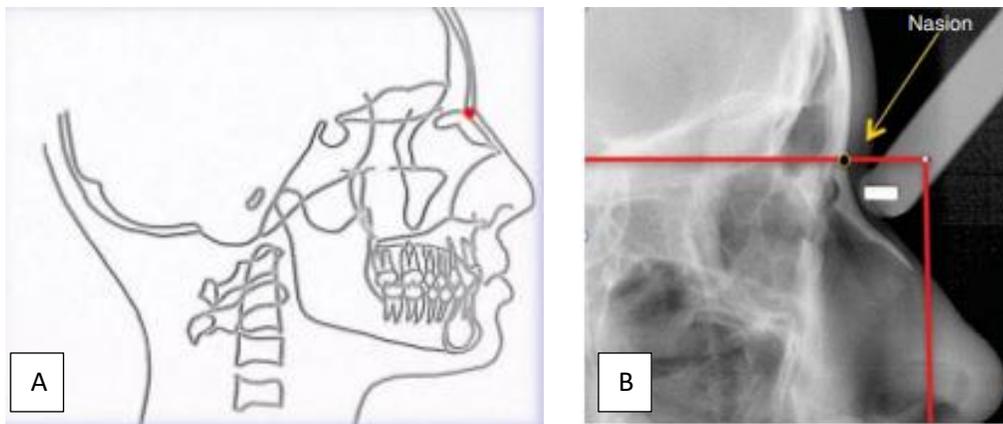


Figura 9. Punto N ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Espina nasal anterior (ENA):** Se encuentra en la parte más superior y anterior del maxilar, en el vértice de la espina nasal anterior (Figura 10).<sup>13</sup>

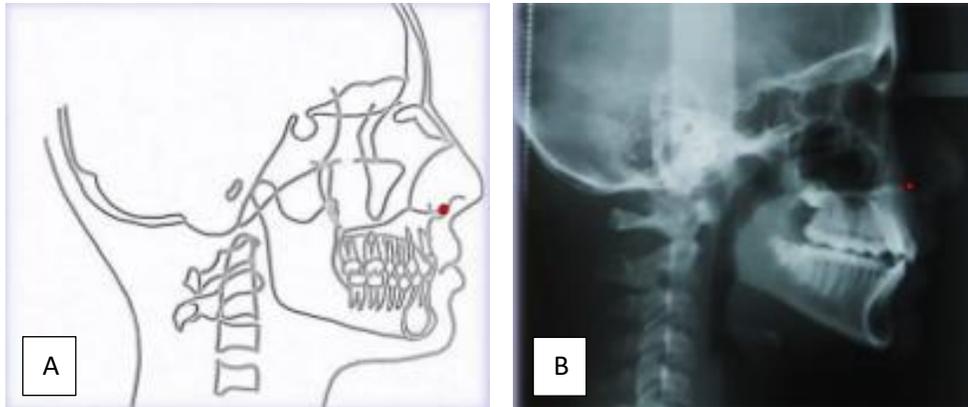


Figura 10. Punto ENA ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Punto A (A):** Subespinal, punto más posterior de la concavidad anterior del maxilar, representa el límite más anterior del maxilar; usualmente a nivel del ápice de los incisivos centrales superiores; 3mm por delante de ellos, cuando están totalmente erupcionados; entre la ENA y la cresta alveolar. El punto A puede cambiar con el tratamiento (Figura 11).<sup>13,15-17</sup>

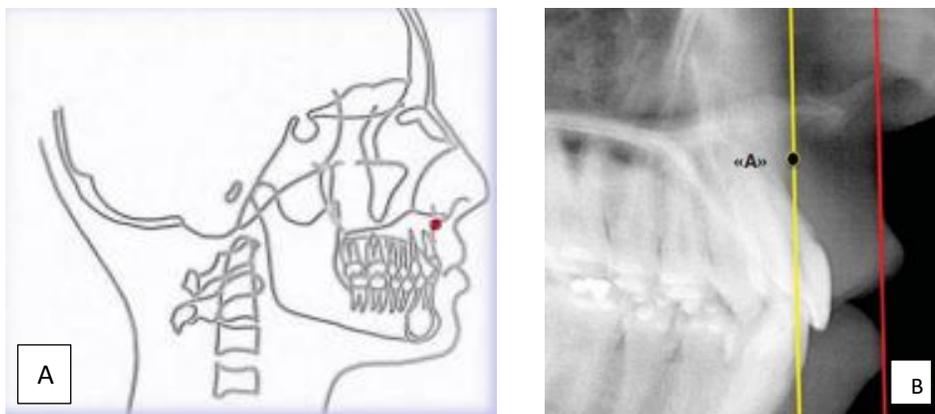


Figura 11. Punto A ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Punto B (B):** punto más posterior en la curva externa de la apófisis alveolar mandibular entre la cresta alveolar y el mentón óseo; a la altura del ápice de los incisivos permanentes. Se podría definir también como la parte más posterior de la mandíbula en el plano medio (Figura 12).<sup>13,15-17</sup>

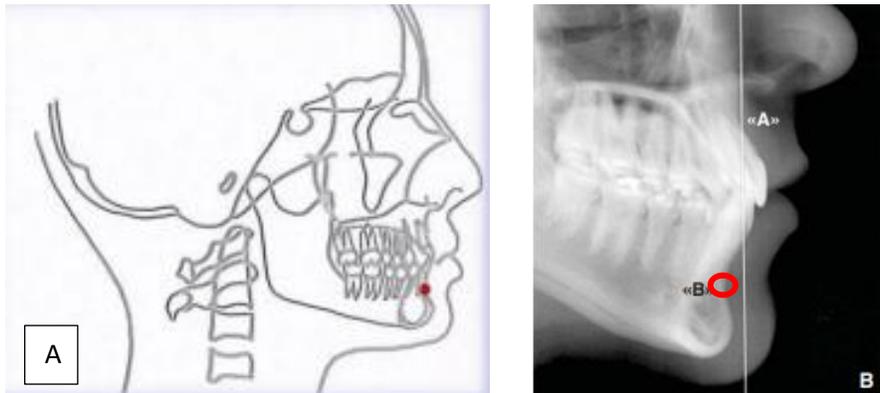


Figura 12. Punto B ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Pogonion (Pg):** Es el punto más prominente del mentón, situado en la sínfisis mandibular, parte más anterior de la mandíbula (Figura 13).<sup>13,16</sup>

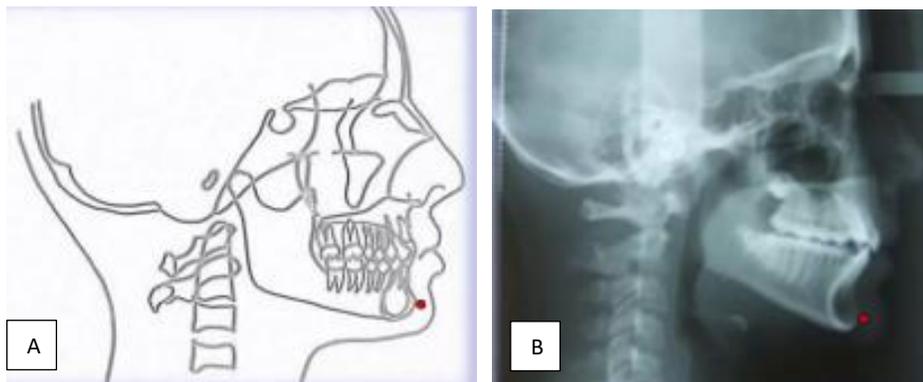


Figura 13. Punto Pg ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Gnasion (Gn):** Es el punto más anteroinferior de la mandíbula, a nivel del plano sagital medio de la sínfisis; se forma por la intersección de los planos facial y mandibular (Figura 14).<sup>15,16</sup>

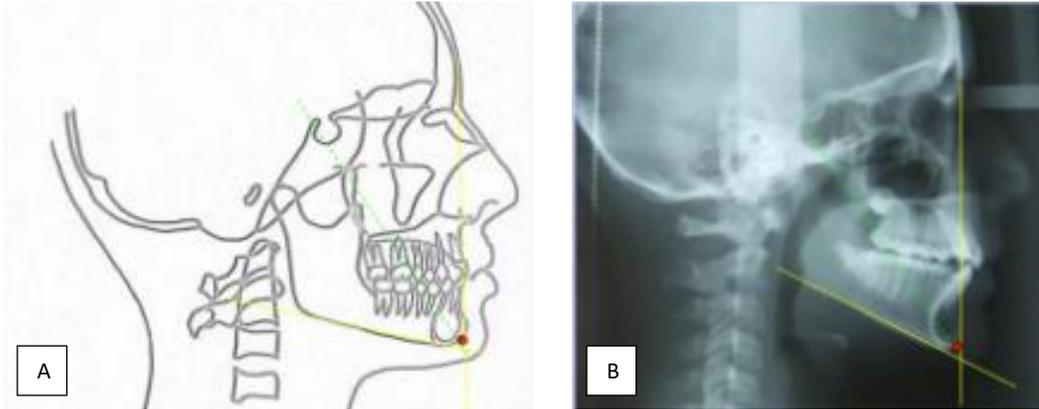


Figura 14. Punto Gn ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Menton (Me):** Es el punto más posterior e inferior en el contorno de la sínfisis mentoniana, al unirse a la rama horizontal (Figura 15).<sup>13,17</sup>

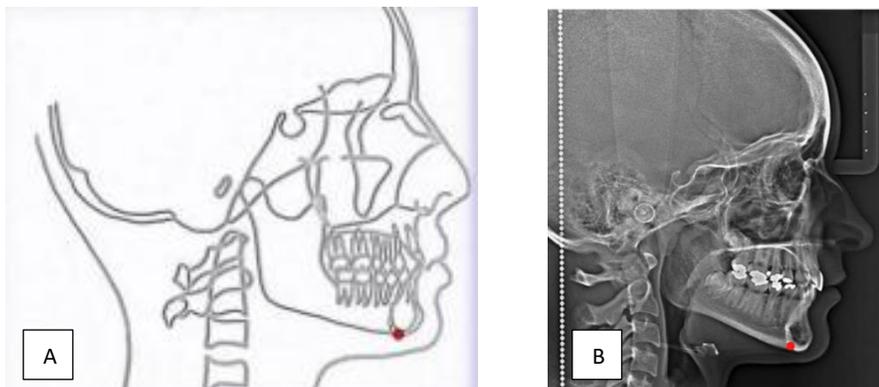


Figura 15. Punto Me ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Espina nasal posterior (ENP):** Es el centro de la parte posterior del paladar, ubicado en la punta del proceso posterior del hueso palatino. Esta referencia no suele ser visible incluso en radiografías laterales de cráneo bien expuestas; por tanto, es un punto construido que está representado por la intersección de la continuación de la pared anterior de la fosa pterigopalatina y el suelo de la nariz. También corresponde al límite posterior del maxilar (Figura 16).<sup>13,16,17</sup>

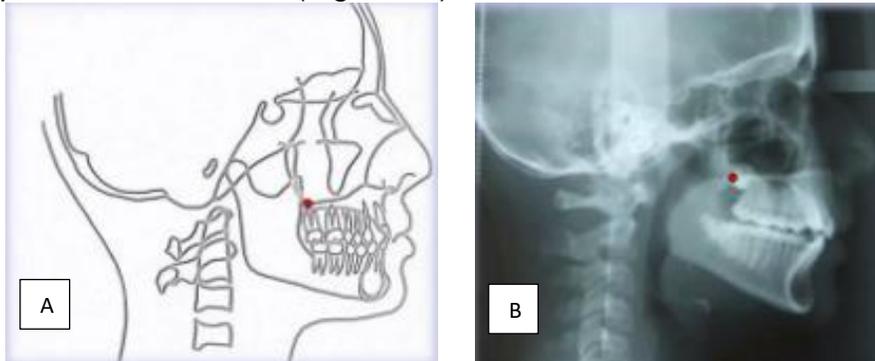


Figura 16. Punto ENP ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Basion (Ba):** la proyección normal del punto más posterior en el plano sagital, ubicado sobre el borde anterior del agujero occipital, en la porción posterior de la base de cráneo, zona en la cual se encuentra la sincondrosis esfeno-occipital que completa su cierre alrededor de los 18 años, por lo que este punto recién sería estable a partir de esa edad. Además, se ve afectado por la aposición ósea en el borde anterior del agujero occipital, lo cual puede producir variaciones (Figura 17).<sup>13,14</sup>

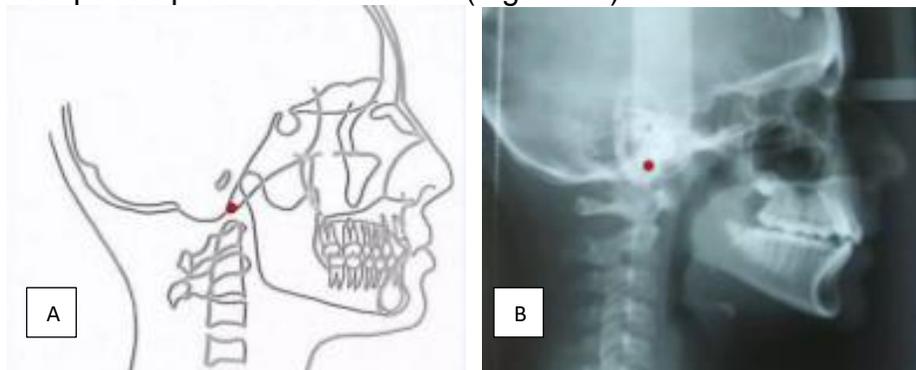


Figura 17. Punto Ba ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Silla (S):** Punto de referencia correspondiente al centro de la silla turca, estructura anatómica que presenta un proceso de remodelación de su contorno, provocando un aumento de su tamaño durante la infancia, debido a la reabsorción de la zona del dorso de la silla, mientras que su pared anterior permanece estable. A medida que la pared posterior se somete a cambios de reabsorción durante el crecimiento, el punto silla se mueve gradualmente en dirección dorsal-caudal (Figura 18).<sup>14</sup>

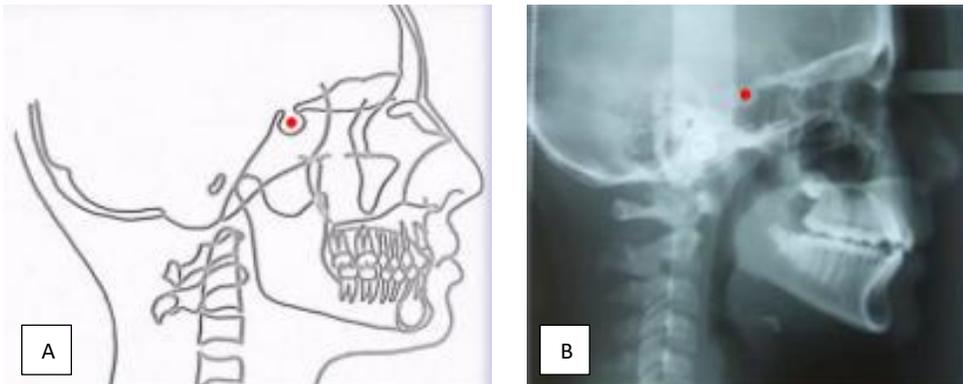


Figura 18. Punto S ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Infradental (Id).** Punto más superior y anterior del proceso alveolar mandibular entre los incisivos centrales (Figura 19).<sup>18</sup>

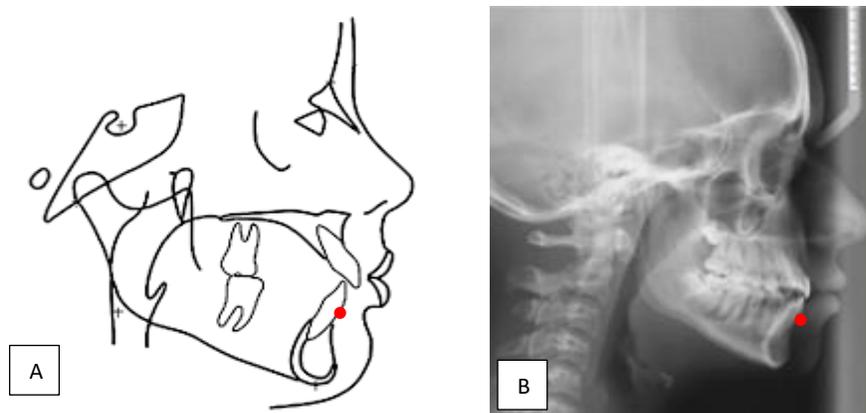


Figura 19. Punto Id ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

-Puntos bilaterales:

- ✓ **Orbital (Or):** se define como el punto más inferior ubicado sobre el margen inferior de la órbita; junto con porion son utilizados para construir la línea de referencia horizontal denominada Plano de Frankfort (FH), que se usa como base para diferentes análisis, aunque no existen estudios que avalen su estabilidad. Björk & Skieller en 1976 a través de su estudio con implantes, demostraron que el punto orbitario migra hacia craneal durante el crecimiento por aposición en el margen inferior de la órbita (Figura 20).<sup>14</sup>

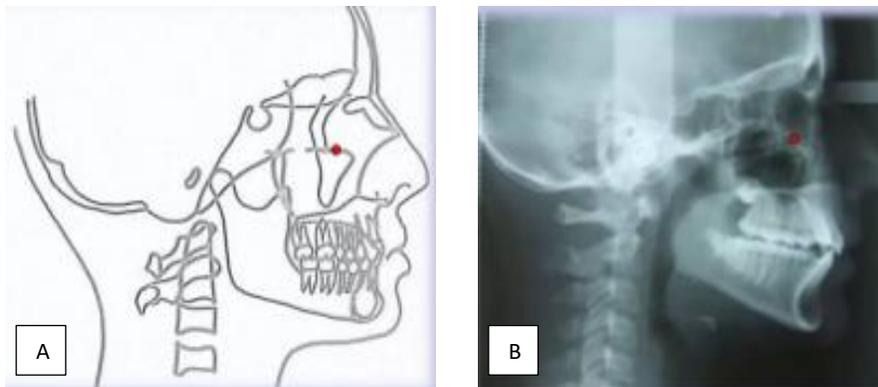


Figura 20. Punto Or ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Gonion (Go):** Punto más exterior e inferior del ángulo mandibular; se localiza por la intersección de las líneas tangentes al margen posterior de la rama ascendente y el plano horizontal mandibular (Figura 21).<sup>13,16</sup>

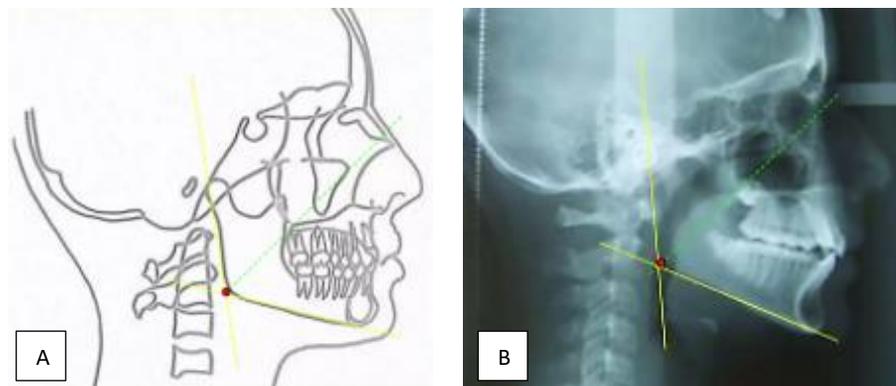


Figura 21. Punto Go ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Porion (Po):** Se define como el punto más anterosuperior ubicado sobre el conducto auditivo externo; por la poca fidelidad de éstos se toma como referencia la oliva o cara superior del anillo metálico que es un componente del soporte auricular izquierdo del cefalostato, la modificación del punto Porion ha sido objeto de muy poca investigación (Figura 22).<sup>14-16</sup>

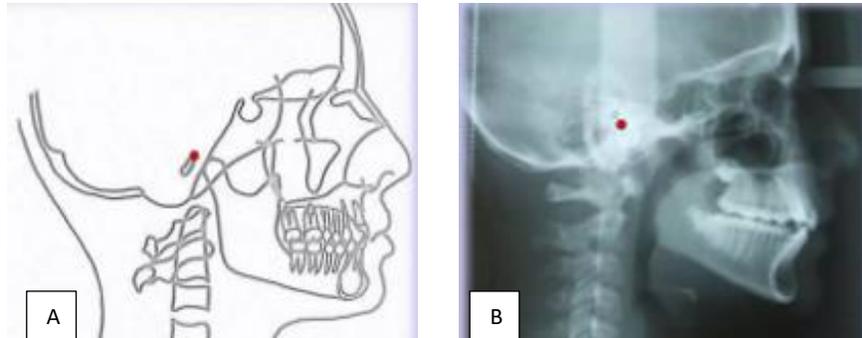


Figura 22. Punto Po ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Pterigoideo (Pt):** Punto más posterosuperior del agujero redondo mayor, localizado a nivel del punto más posterior y superior de la fosa pterigomaxilar. Referencia idónea para estudiar el crecimiento de la mandíbula (Figura 23).<sup>15</sup>

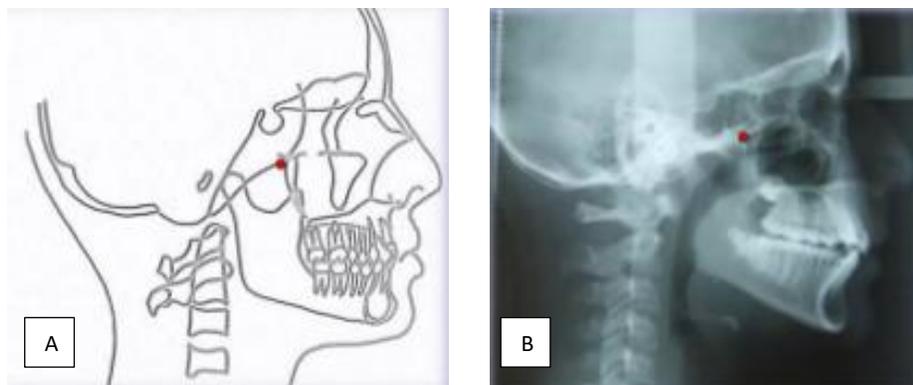


Figura 23. Punto Pt ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Condilion (Cd):** Punto más superior en la cabeza articular del cóndilo (Figura 24).<sup>16</sup>

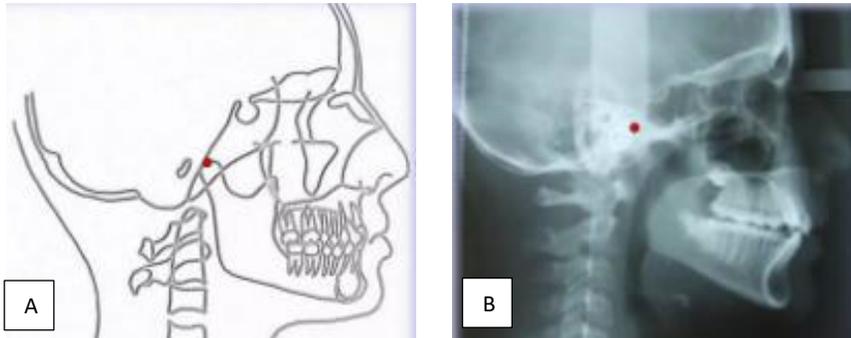


Figura 24. Punto Cd ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Articular (Ar).** Punto de intersección del margen posterior de la rama ascendente y el margen exterior de la base del cráneo (Figura 25).<sup>16</sup>

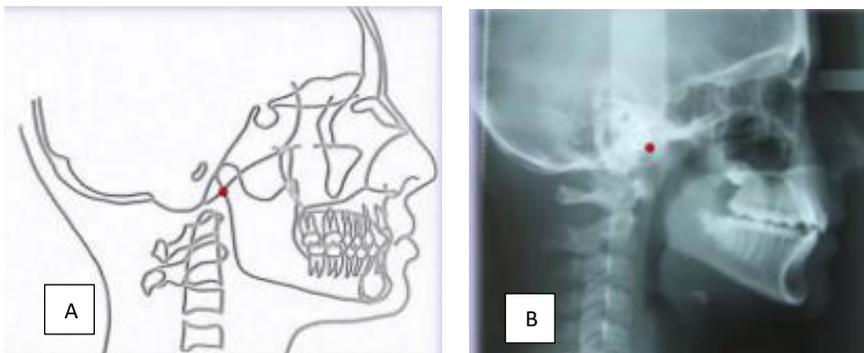


Figura 25. Punto Ar ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Incisivo inferior (li):** Intersección del eje axial del incisivo central inferior con el borde incisal (Figura 26).<sup>18</sup>

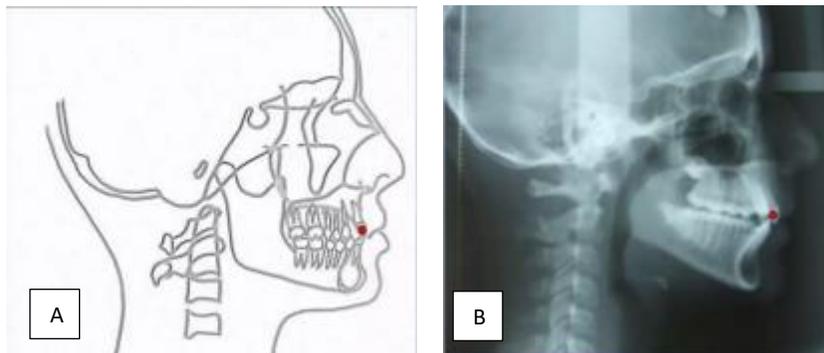


Figura 26. Punto li ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Incisivo Superior (Is):** Intersección del eje axial con el incisivo central con el borde incisal (Figura 27).<sup>18</sup>

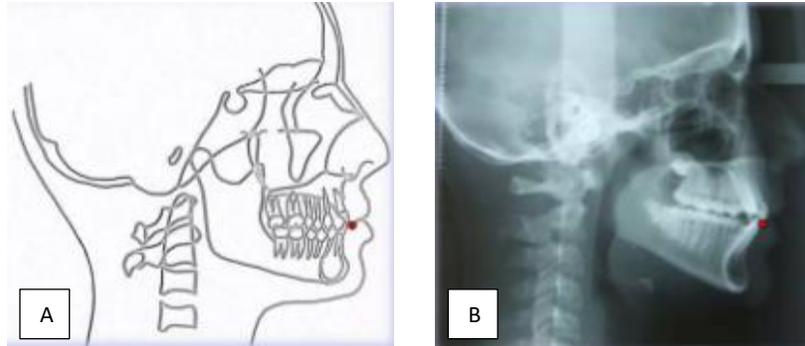


Figura 27. Punto Is ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- Puntos en Tejidos Suaves<sup>18</sup>:
- ✓ **Punto Cervical (C):** Punto entre el área submental y el cuello en el plano submental. (Figura 28)

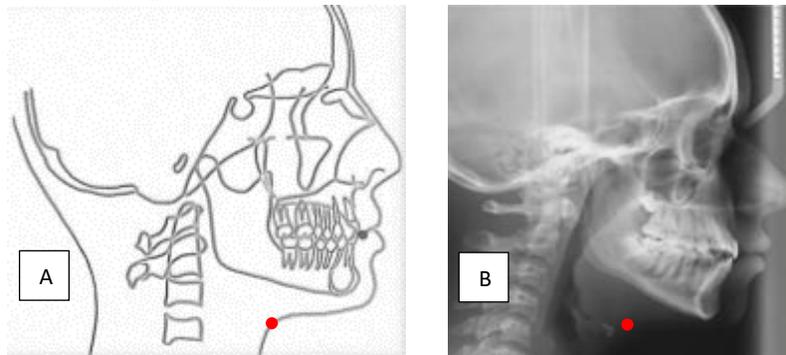


Figura 28. Punto C ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Surco Labial Inferior (Ils):** Punto encontrado en el contorno del labio inferior entre este último y el mentón. (Figura 29)

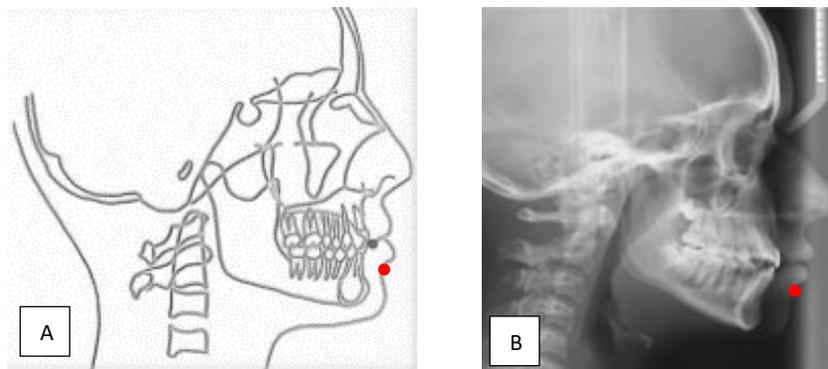


Figura 29. Punto ils ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Labio inferior (Li):** Punto denotado en el borde del bermellón del labio inferior. (Figura 30)

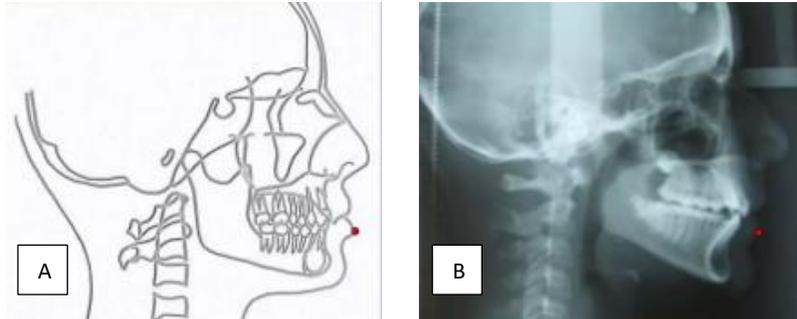


Figura 30. Punto Li ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Labio superior (Ls):** Punto denotado en el borde del bermellón del labio superior. (Figura 31)

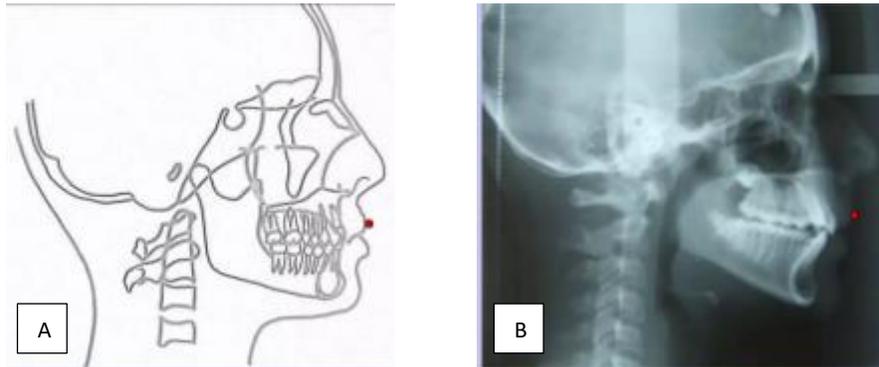


Figura 31. Punto Ls ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Pronasal (Pn):** Punto más prominente en el tejido suave en la nariz. (Figura 32)

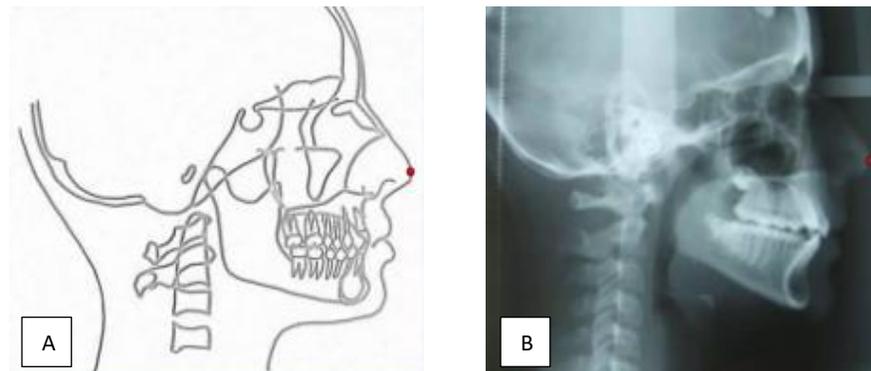


Figura 32. Punto Pn ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Glabella Blando (G')**: Punto más prominente en el tejido suave de la frente. (Figura 33)

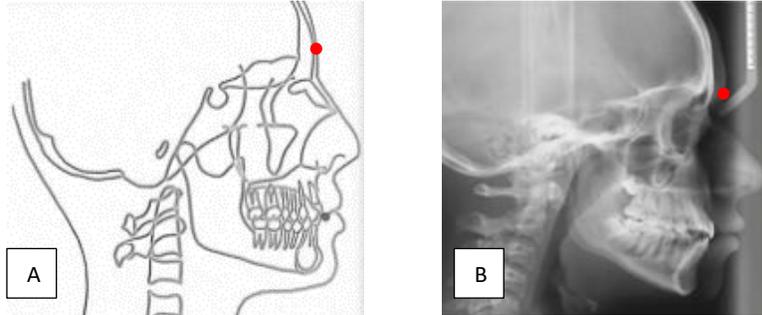


Figura 33. Punto G' ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Mentón Blando (Me')**: Punto más inferior en el tejido suave del mentón. (Figura 34)

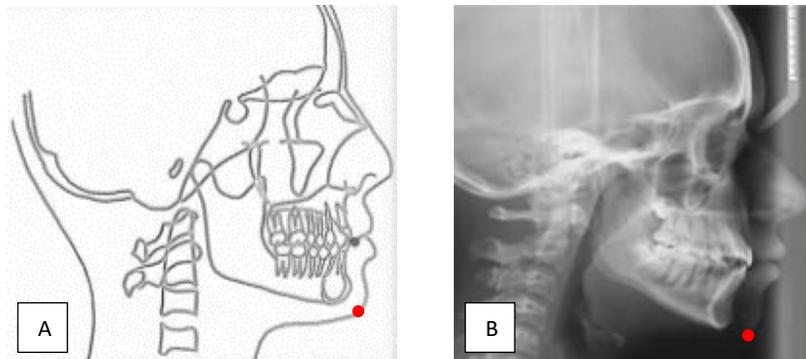


Figura 34. Punto Me' ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Nasion Blando (N')**: Punto más profundo en la concavidad entre la frente y los tejidos blandos del contorno de la nariz. (Figura 35)

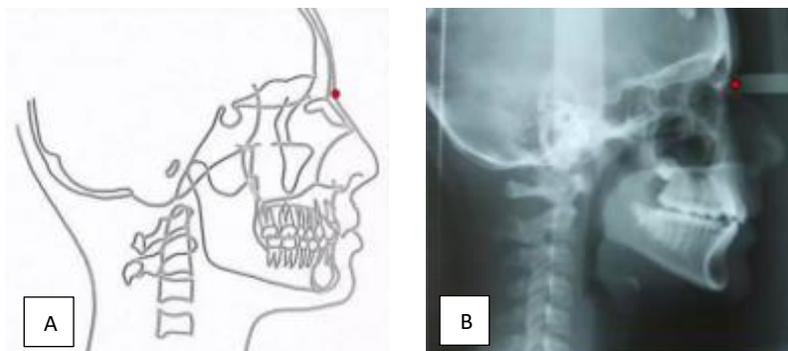


Figura 35. Punto N' ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Pogonion Blando (Pg<sup>ʹ</sup>):** punto medio entre el punto más anterior y el más inferior del tejido blando del mentón. (Figura 36)

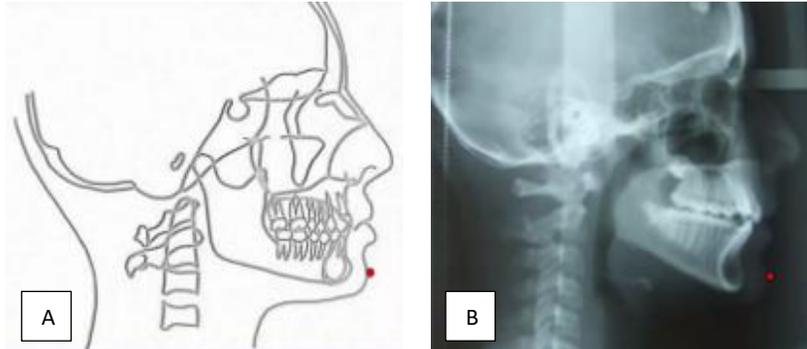


Figura 36. Punto Pg<sup>ʹ</sup> ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Stomion (St):** Punto más anterior del contacto entre el labio superior y el labio inferior. (Figura 37)

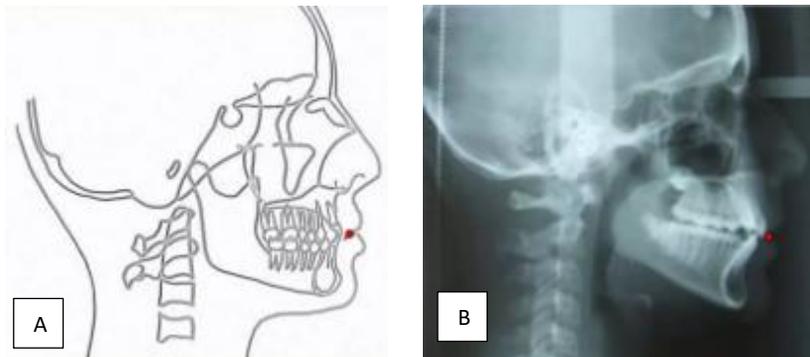


Figura 37. Punto St ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Subnasal (Sn):** Punto en el plano medio sagital donde la base de la nariz encuentra al labio superior. (Figura 38)

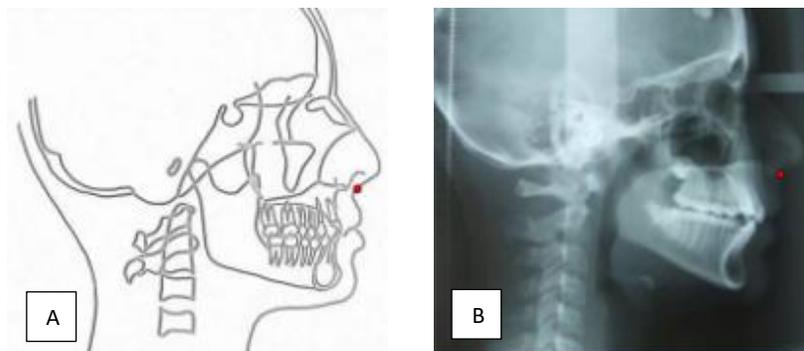


Figura 38. Punto Sn ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)

- ✓ **Surco Labial Superior o Punto A´(Sls):** Punto que se encuentra en la concavidad del contorno del labio superior entre subnasal y el labio superior. (Figura 39)

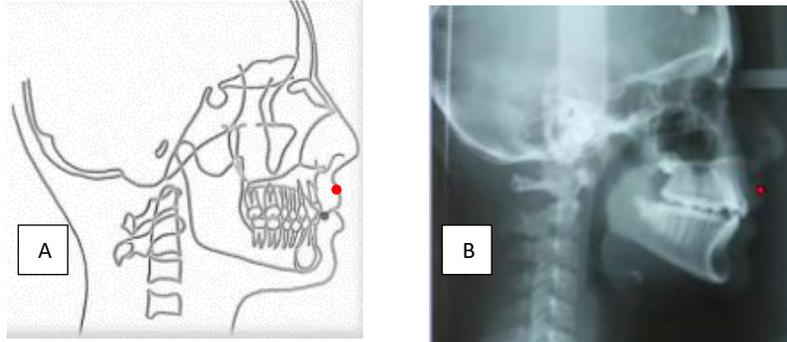


Figura 39. Punto Sls o A´ ubicado en un cefalograma (A) y en una radiografía lateral (B)



## 1.5 Análisis Cefalométricos

### 1.5.1 Jarabak

Björk, en una serie de trabajos publicados entre los años 1947 y 1963, estudió el comportamiento de las estructuras craneofaciales durante el crecimiento. Sus investigaciones se basan en un estudio de aproximadamente 300 niños de 12 años y de un número aproximado de soldados de 21 a 23 años en los que tomó cerca de 90 mediciones. El análisis de Björk es uno de los más complejos que existen, ya que abarca más de 90 mediciones. Está orientado principalmente a la investigación.<sup>3,18</sup>

Jarabak en 1972 modificó y adaptó el análisis de Björk, enfocado más hacia la parte clínica, donde demuestra cómo puede ser diseñado un tratamiento, teniendo en cuenta con anticipación los aspectos que influyen en el crecimiento craneofacial (Tabla 1).

El análisis de Jarabak es útil para determinar las características del crecimiento en sus aspectos cualitativos y cuantitativos, es decir, dirección y potencial de crecimiento, además contribuye a una mejor definición de la biotipología facial. El polígono de Jarabak es eficaz para detectar la reacción que tendrán frente a los procedimientos terapéuticos aquellos pacientes pertenecientes a biotipos no muy bien definidos.

Para Jarabak, la base para el diagnóstico es confeccionar las áreas de superposición imprescindible para la planificación del caso y su posterior evaluación, lo que permite obtener una mejor visión del caso con la menor cantidad posible de medidas cefalométricas.<sup>18</sup>

- Puntos y planos utilizados en el análisis (Figura 40).<sup>17</sup>

PUNTOS	PLANOS	Norma
Nasion - N	S – N: Base craneal anterior	71mm (+/- 3)
Silla Turca - S	S – Ar: Base craneal posterior	32mm (+/- 3)
Articular - Ar	Ar – Go: Altura de la rama	44mm (+/- 5)
Gonion - Go	Go – Me: Longitud del cuerpo mandibular	71 mm (+/- 5)
Menton- Me	S – Go: Altura facial posterior	78mm – 85 mm
	N – Me: Altura facial anterior	105 mm – 120 mm

Tabla 1. Puntos y planos utilizados en el análisis de Jarabak.

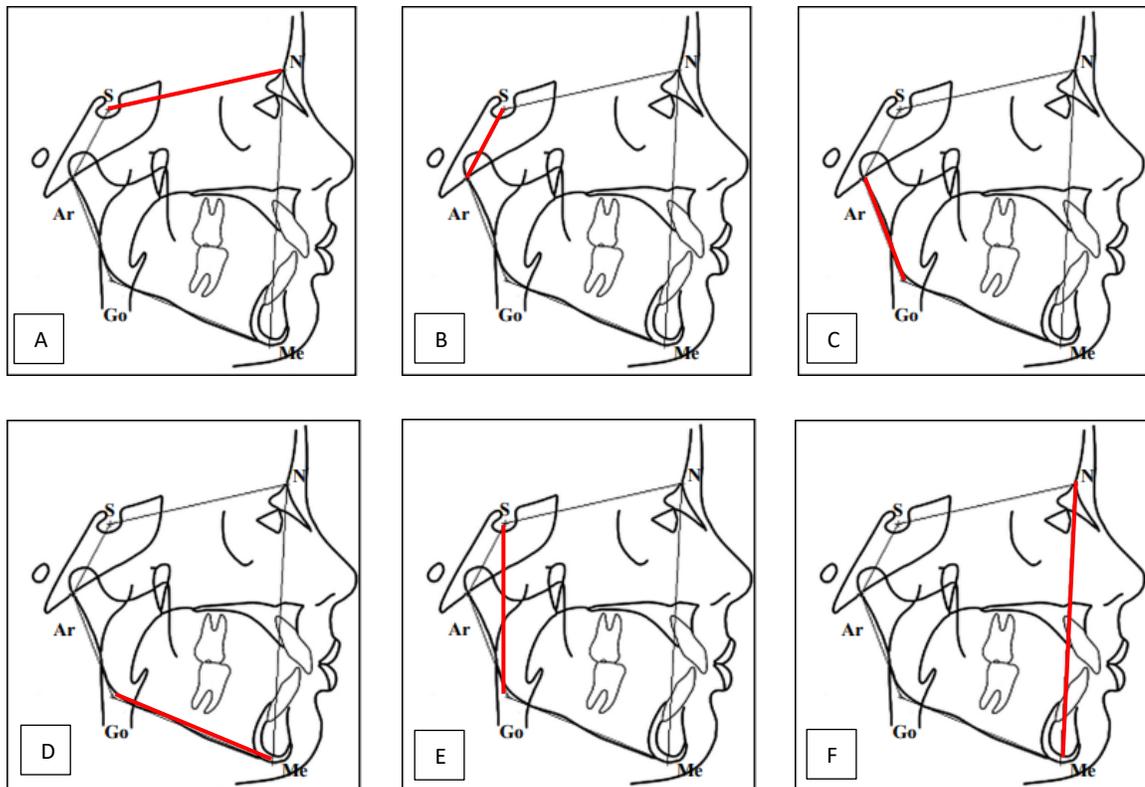


Figura 40. Plano S-N (A), Plano S-Ar (B), Plano Ar-Go (C), Plano Go-Me (D), Plano S-Go (E), Plano N-Me (F), señalados en el cefalograma.

- Ángulos del polígono

- **Ángulo de la Silla (N – S – Ar):** La norma es de  $123^\circ (\pm 5^\circ)$ . Valores mayores de dicho ángulo describen una posición más posterior de la cavidad glenoidea y por lo tanto de la mandíbula. Ángulos menores hablan de una posición más anterior de la cavidad glenoidea y de la mandíbula (Figura 41).<sup>17</sup>

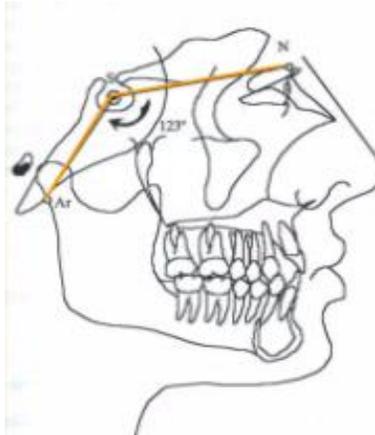


Figura 41. Trazo del ángulo (N-S-Ar) en un cefalograma

- **Ángulo articular (S – Ar – Go):** La norma es de  $143^\circ (\pm 6^\circ)$ . Ángulos mayores a la norma se relaciona con mandíbulas de rama vertical, favoreciéndose un retrognatismo. Ángulos menores a la norma se relacionan con ramas mandibulares inclinadas hacia atrás, favoreciendo el prognatismo (Figura 42).<sup>17</sup>

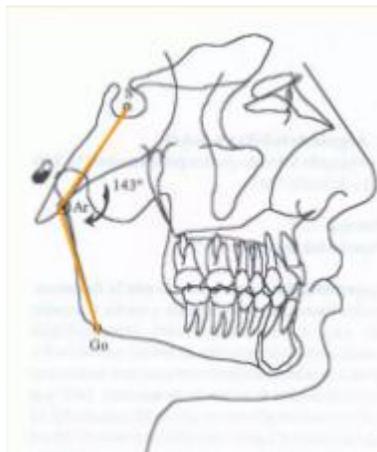


Figura 42. Trazo del ángulo (S-Ar-Go) en un cefalograma

- **Ángulo goníaco (Ar – Go – Me):** La norma es  $130^\circ$  y describe la morfología mandibular. Ángulos menores a la norma se relacionan con mandíbulas cuadradas correspondientes a biotipos braquifaciales y perfiles ortognáticos. Cuando este ángulo toma valores mayores a la norma describe mandíbulas abiertas, que se relacionan con biotipos dólicofaciales y perfiles convexos.

El segmento Go–N divide el ángulo goníaco en dos, uno superior y otro inferior (Figura 43).<sup>17</sup>

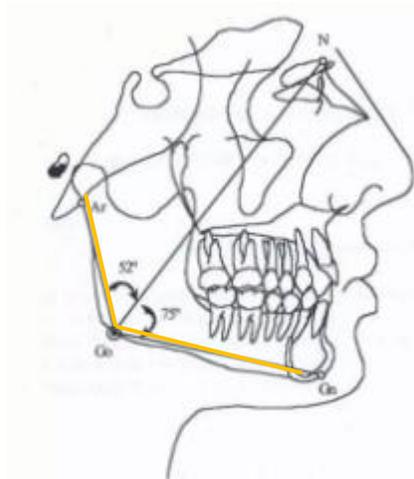


Figura 43. Trazo del ángulo (Ar-Go-Me) en un cefalograma

- **Ángulo goníaco superior (Ar – Go – N)**: La norma para dicho ángulo se encuentra entre  $52^\circ$  y  $55^\circ$ . Ángulos mayores a dicho rango se relacionan con un crecimiento mandibular con mayor proyección anterior de la sínfisis, que en casos con dicho ángulo con valores menores a la norma (Figura 44).<sup>17</sup>

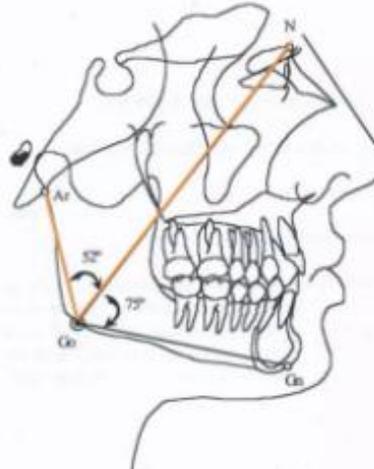


Figura 44. Trazo del ángulo (Ar-Go-N) en un cefalograma

- **Ángulo goníaco inferior (N – Go – Me)**: La norma se encuentra entre  $70^\circ$  y  $75^\circ$ , este ángulo describe la oblicuidad del cuerpo mandibular. Ángulos mayores a la norma describen mandíbulas con mayor inclinación del cuerpo hacia abajo, asociándose a mordidas abiertas. Por el contrario, en casos de ángulos cerrados, se describen mandíbulas con cuerpo más horizontal, asociada a pacientes con bajo crecimiento vertical (Figura 45).<sup>17</sup>

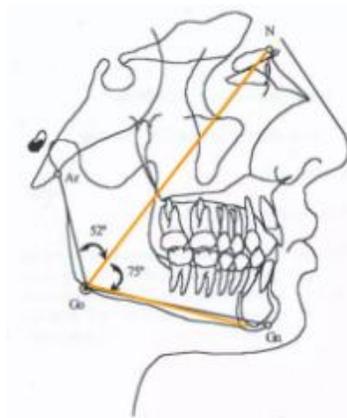


Figura 45. Trazo del ángulo (N-Go-Me) en un cefalograma



- Tipos de crecimiento facial

A pesar de que es posible predecir las direcciones de crecimiento en áreas específicas del complejo dentocraneofacial, los incrementos exactos son difíciles de predecir. Jarabak extrapoló la información para que sirviera en el plan de tratamiento, a partir de las direcciones en las cuales se va a realizar el crecimiento y cómo estas van a caber dentro del plan general. <sup>18</sup>

El crecimiento craneofacial puede ser dividido en tres categorías de acuerdo con su dirección (Figura 46):

**- En sentido de las agujas del reloj (CW)**

La parte anterior de la cara está creciendo (hacia abajo y atrás) en proporción mucho mayor que la parte posterior de la cara. El crecimiento vertical del maxilar y los procesos alveolares superior e inferior son mayores que el de la zona posterior y el desplazamiento de la sínfisis es hacia abajo. <sup>18</sup>

**- En sentido inverso a las agujas del reloj (CCW)**

La altura facial posterior y la profundidad facial están creciendo (hacia arriba y adelante) en una proporción más rápida que la parte anterior de la cara. El desarrollo vertical anterior es menor porque el crecimiento de la cavidad glenoidea y el cóndilo, y por lo tanto la sínfisis, se desplaza hacia adelante. <sup>18</sup>

## - Crecimiento directo hacia abajo

El crecimiento en altura de la parte anterior de la cara es igual en magnitud al de la parte posterior de la cara (equilibrio). En este tipo de crecimiento facial la sínfisis mandibular se mueve en forma casi directa hacia abajo. <sup>18</sup>

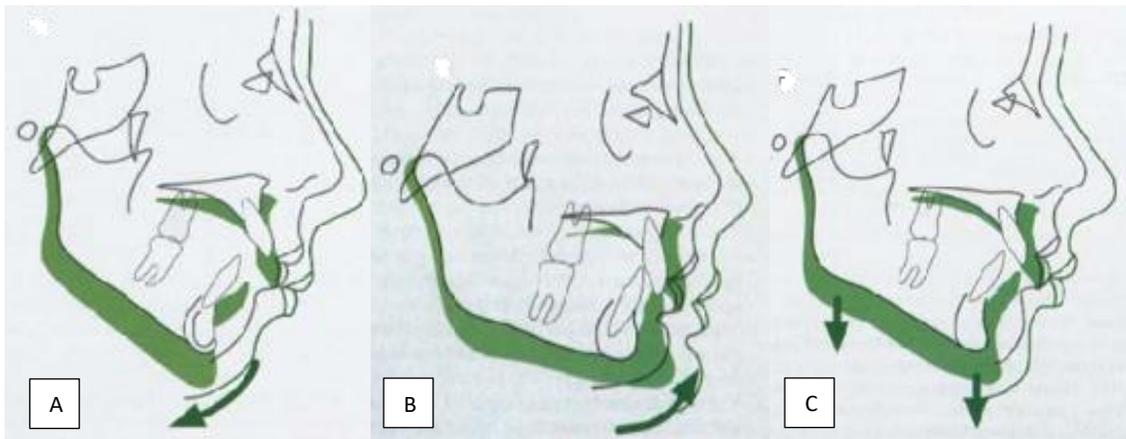


Figura 46. Crecimiento en sentido de agujas del reloj (A), crecimiento en sentido inverso a las manecillas del reloj (B), crecimiento hacia abajo (C).

- Biotipología facial.<sup>18</sup>

Definida en función de la relación proporcional (ratio) de las alturas faciales posterior y anterior, relación que da cuenta del grado de divergencia del plano mandibular respecto del plano silla-nasion. Se obtiene con la fórmula: Biotipo Facial = (Altura Facial Posterior/Altura Facial Anterior) \*100.

- **Hipodivergente (Braquifacial):** si el resultado obtenido va entre el 64 y 80%. Presenta una dirección de crecimiento en sentido contrario a las manecillas del reloj, también denominado crecimiento rotacional anterior (Fig.47A).

- **Normodivergente (Mesofacial):** si el resultado obtenido va entre el 59 al 63%. Corresponde a un crecimiento neutral, con una dirección de crecimiento directamente hacia abajo, sin rotación en ninguno de los dos sentidos (Fig.47B).

- **Hiperdivergente (Dólicofacial):** si el resultado obtenido está entre 54% y 58%. La cara será de tipo retrognático, con una dirección de crecimiento en el sentido de las manecillas del reloj, también denominado crecimiento rotacional posterior (Fig.47C).

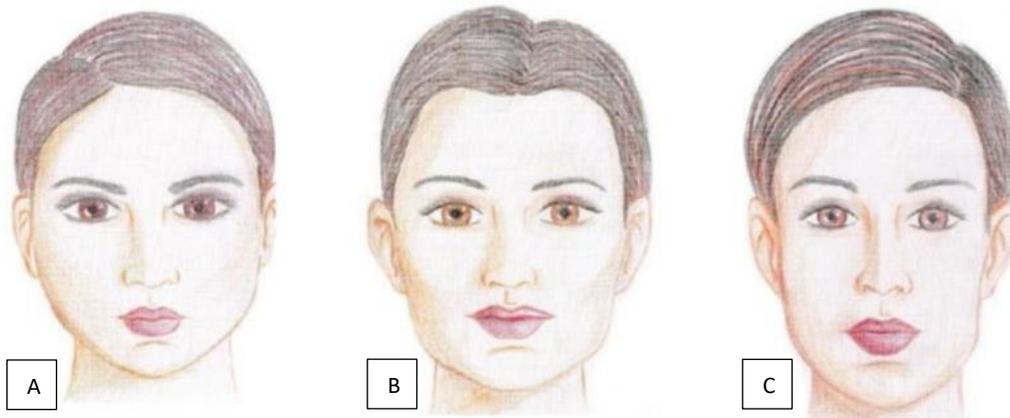


Figura 47. Representación de un biotipo facial Braquifacial (A), Mesofacial (B), Dolicofacial (C).

- Polígono de Björk-Jarabak

Utiliza los ángulos de la Silla (N-S-Ar), Articular (S-Ar-Go), y Gonion (Ar-Go-Gn), para establecer la tendencia del crecimiento facial, y tiene una norma de  $396^\circ$ . Si es mayor dicha cifra se relaciona con individuos que presentan crecimiento rotacional posterior, asociados a biotipos dólicofaciales y si es menor, se relacionan con individuos que presentan crecimiento en el sentido contrario a las agujas del reloj, asociado a biotipos braquifaciales (Fig. 48).<sup>17,18</sup>

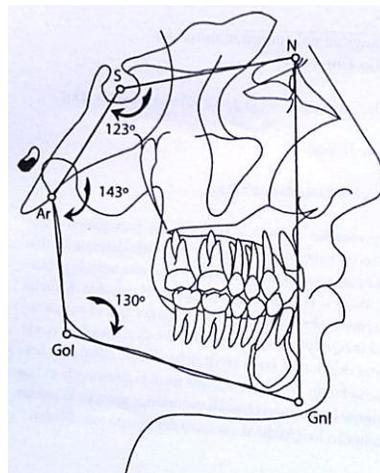


Figura 48. Polígono de Björk-Jarabak



### 1.5.2 Steiner

En 1953 Steiner consideró los puntos más significativos para uso clínico de los análisis de Margolis, Thompson, Riedel, Wylie y Downs.

Steiner también incorpora el Eje Y de crecimiento facial, sin embargo, utiliza el plano Silla-Nasion como referencia para la base craneal.

Se debe mencionar que S-N, es decir, la base craneal anterior no es estable durante el crecimiento, aunque es bien sabido que cambia poco después del cuarto o quinto año de vida. Él justifica el uso de S-N por ser una línea de referencia donde sus puntos se desvían poco de su posición fija en el cefalostato.<sup>3,18</sup>

El análisis de Steiner permite ver tanto las discrepancias dentales como las esqueléticas y relaciona ambas usando medidas lineales y angulares, dando una excelente visualización del perfil y de la posición de los incisivos, permitiendo predecir el tipo de movimiento dentario requerido en el tratamiento y determinar la discrepancia esquelética anteroposterior.<sup>3</sup>

Puede ser considerado como el pionero de los análisis cefalométricos modernos por dos razones: presentaba las mediciones en un patrón de tal forma que no solo destacaba las mediciones individuales, sino también las relaciones existentes entre ellas, ofreciendo pautas específicas para poder aplicar las mediciones cefalométricas al plan de tratamiento.<sup>11</sup>

Steiner realiza un estudio basado en el análisis esquelético, dental y estético:

- Esquelético

- **El ángulo SNA:** que indica la posición anteroposterior del hueso maxilar en relación con la parte anterior de la base craneal. El valor establecido como normal es de  $82^{\circ} \pm 2^{\circ}$ . Si el valor es mayor indica una protrusión del hueso maxilar, si es menor indica retrusión del hueso maxilar (Figura 49).<sup>18</sup>

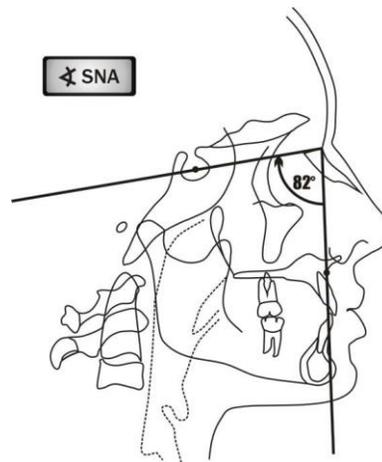


Figura 49. Ángulo SNA, formado por los planos Silla-Nasion (S-N) y Nasion -Punto A (N-A).

- **El ángulo SNB:** relaciona la mandíbula con base craneal. La norma es  $80^\circ$ , si el valor es mayor indica un prognatismo, si es menor indica retrognatismo (Figura 50).<sup>17</sup>

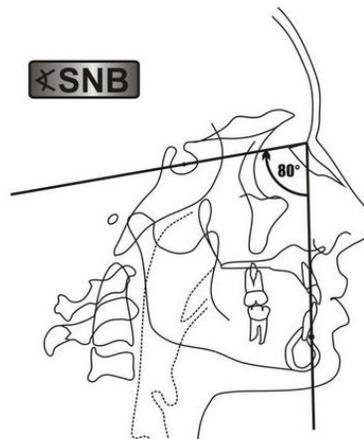


Figura 50. Ángulo SNB, formado por los planos Silla-Nasion (S-N) y Nasion- Punto B (N-B).

- **El ángulo ANB:** es la diferencia entre SNA y SNB; indica la magnitud de la discrepancia maxilar esquelética al relacionar el maxilar con la mandíbula, la norma es de  $2^{\circ}$ .<sup>18</sup> Si el valor es mayor a  $2^{\circ}$  establecen relación esquelética de Clase II, si es menor a  $2^{\circ}$  establecen una relación esquelética de Clase III.<sup>17</sup> Para Steiner, esta diferencia (el ángulo ANB) era el parámetro que interesaba, lo que importa realmente es la magnitud de la discrepancia intermaxilar que es necesario solucionar con el tratamiento (Figura 51).<sup>11</sup>

No obstante, su independencia de ANB resulta problemática. En el ángulo ANB influyen dos factores aparte de la diferencia anteroposterior en la posición del maxilar y mandíbula, uno de ellos es la altura vertical de la cara. El ángulo ANB disminuye cuando aumenta la distancia vertical entre el nasion y los puntos A y B. En segundo lugar, el ángulo varía cuando el nasion ocupa una posición anteroposterior anómala.<sup>11</sup>

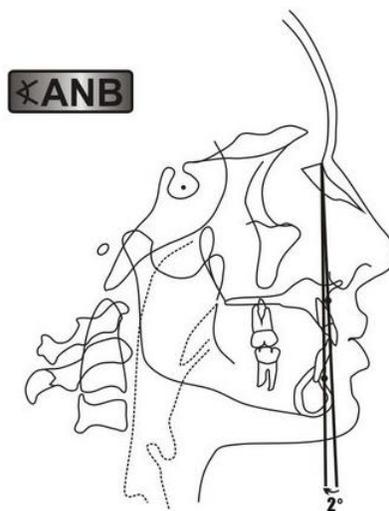


Figura 51. Ángulo ANB, formado por los planos Nasion - Punto A (N-A) Y Nasion Punto B (N-B).

- **Ángulo plano base de cráneo - plano mandibular (SN) (Go-Gn):** define el tipo de crecimiento mandibular, mide la convergencia o divergencia de la mandíbula en relación con la base craneal anterior. Presentando una norma de  $32^\circ \pm 2$ , según Steiner un ángulo mayor a la norma indica que estamos frente a un paciente con cara alargada (dólicofacial), un ángulo menor indica que el individuo tiene la cara más acortada (braquifacial) (Figura 52).<sup>19</sup>

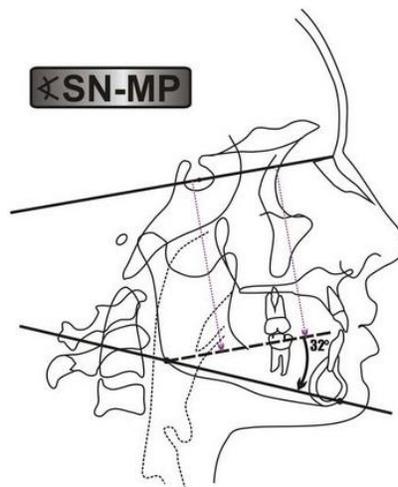


Figura 52. Ángulo Base de Cráneo-Plano Mandibular, formado por el plano mandibular (Go-Gn) y el plano S-N.

- **Ángulo plano oclusal - base craneal (Oclusal-SN):** así determina la oclusión con respecto a la cara y al cráneo, su norma es de  $14^\circ$  (Figura 53).<sup>18</sup>

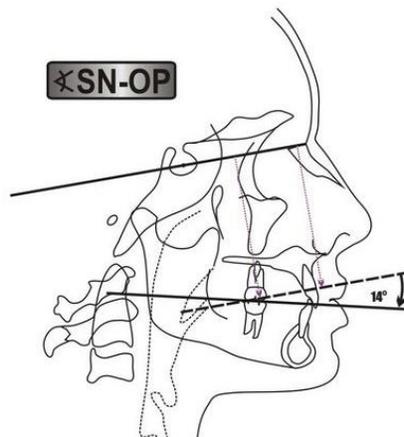


Figura 53. Ángulo Base de Cráneo-Plano Oclusal, formado entre el plano oclusal y el plano S-N.

- Dental

Steiner midió la relación angular y milimétrica entre los incisivos superiores y la línea NA y entre los incisivos inferiores, el mentón y la línea NB, la distancia en milímetros establece el grado de prominencia del incisivo en relación con su hueso de soporte, mientras que la inclinación indica si el diente se ha inclinado hasta su posición o si se ha movido en bloque (Figura 54).<sup>11,18</sup>

Steiner refiere que el incisivo central superior debe estar en la línea NA de tal manera que el punto más mesial de su corona es de 4 mm al frente de la línea NA y su inclinación axial es de 22° con respecto a la línea NA (Figura 55).<sup>20</sup>

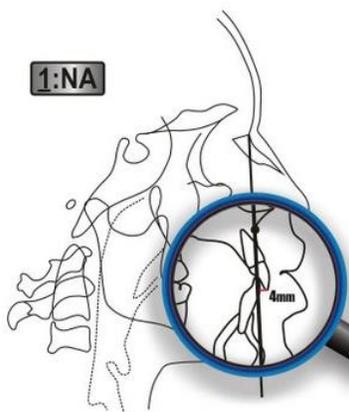


Figura 55. Distancia de la línea NA al borde incisal del incisivo central superior medida en mm.

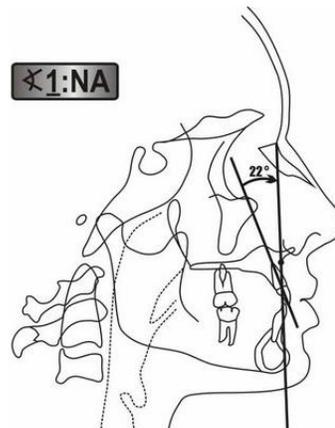


Figura 54. Ángulo Incisivo Superior-NA.

Por el mismo método relacionamos el incisivo central inferior a la línea NB, siendo nuestro estándar que el punto más mesial de la corona es de 4 mm delante de la línea NB (Figura 56) y la inclinación axial del diente es de  $25^{\circ}$  con respecto a la línea NB (Figura 57).<sup>20</sup>

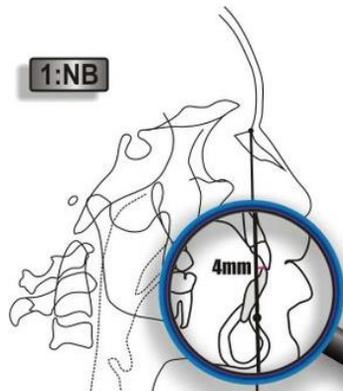


Figura 56. Distancia entre el borde incisal del incisivo inferior y el plano N-B.

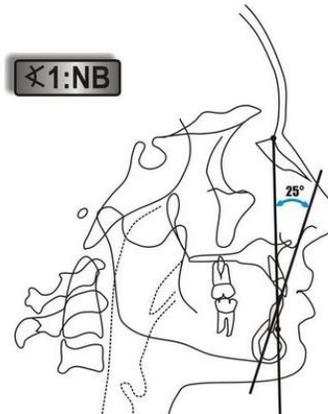


Figura 57. Ángulo formado por el eje longitudinal del incisivo inferior y el ángulo N-B.

A la vez toma en cuenta el ángulo interincisal el cual tiene un promedio de  $130^{\circ}$  (Figura 58).<sup>18</sup>

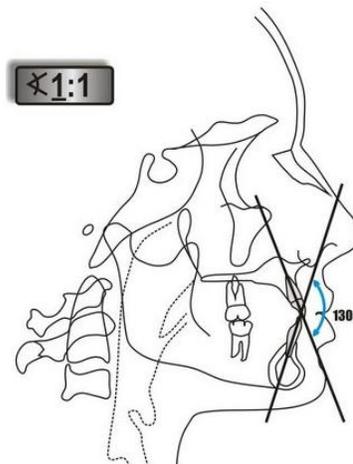


Figura 58. Ángulo formado por los ejes longitudinales de los incisivos superior e inferior.

- **Proporción de Holdaway (Pg-NB):** Indica la ubicación anteroposterior del mentón. Los valores mayores a la norma (4mm) indican prominencia del mentón, mientras que los valores menores a la norma indican poco desarrollo de éste, según Holdaway esta medida debe ser igual a la obtenida en la distancia del incisivo inferior al plano NB (I-NB) con resultados aceptables cuando estas medidas varían en un rango de 2 mm, aunque una variación de 3mm es menos deseable pero tolerable (Figura 59).<sup>11</sup>

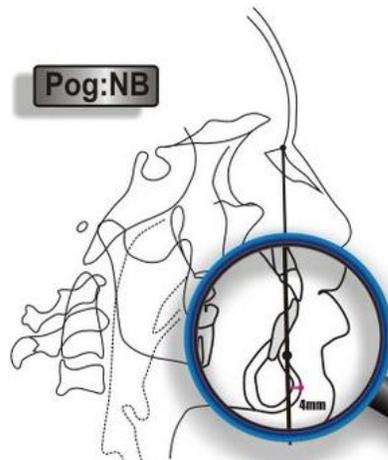


Figura 59. Distancia entre el punto pogonion y el plano N-B.

- Estético

Se basa en la línea “S” que va desde Pg’ al ala de la nariz y los labios dictan el balance. En una cara equilibrada deberían tocar los bordes de los labios (Ls y Li) en una línea trazada desde el contorno de los tejidos blandos del mentón (Pg’) al punto medio (S) del borde inferior del tabique nasal (Figura 60).<sup>11</sup>



*Figura 60. Línea S propuesta por Steiner en la evaluación del perfil de tejidos blandos.*

Conviene tener presente que basarse únicamente en el movimiento de los dientes para corregir una maloclusión esquelética, sobre todo cuando las discrepancias esqueléticas son importantes, no es necesariamente el tratamiento ortodóncico más indicado. Suele ser preferible corregir las discrepancias esqueléticas en su origen, que tratar de lograr únicamente un compromiso o un enmascaramiento dental. Es justo decir que los compromisos de Steiner reflejaban la actitud predominante en su época, en cuanto a que los efectos del tratamiento ortodóncico se limitaban casi exclusivamente a los procesos alveolares.<sup>11</sup>

### 1.5.3 Downs

Entre los análisis cefalométricos que han sido desarrollados para uso del ortodoncista, se encuentra el análisis de Downs que fue desarrollado en 1948 en la Universidad Illinois. Se basó en las proporciones faciales y esqueléticas de un grupo de referencia de 20 adolescentes no sometidos a tratamiento y seleccionados por tener una oclusión dental “ideal”, se considera que este es el primer análisis usado en el diagnóstico ortodóntico. La mitad de las medidas de este análisis se refieren al patrón esquelético en el plano sagital, y la otra mitad relaciona los dientes con las estructuras esqueléticas.<sup>3,18</sup>

Downs incorporó en este análisis el eje Y (Fig.61), basándose en el plano de Frankfort horizontal, que indica la dirección del crecimiento facial. Este análisis es acompañado frecuentemente por un polígono de interpretación, que es un esquema de Vorrhies y Adams que permite ilustrar gráficamente las medidas de un paciente en particular con relación a la media y el rango encontrado en el grupo de control utilizado por Downs para establecer sus normas, siendo que todos ellos tenían oclusiones excelentes desde el punto de vista clínico.<sup>3</sup>

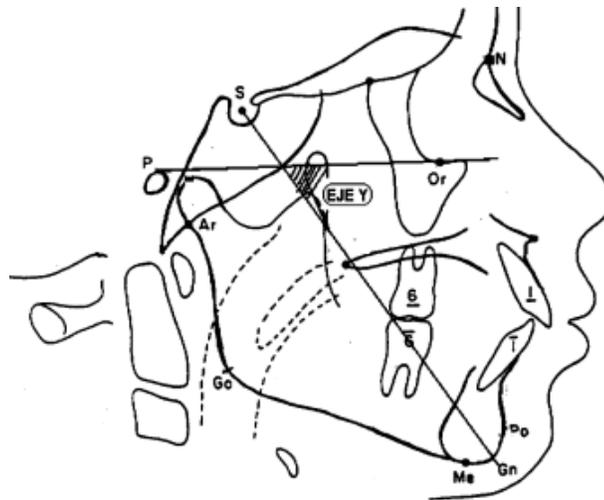


Figura 61. Eje Y utilizado por Downs, formado por la intersección del plano de Frankfort y la línea S-Gn.

Su análisis se basa en estudiar la parte esquelética y la dental:

- El patrón esquelético se puede presentar como un polígono y su forma o patrón es descrito por las relaciones angulares de varios planos:
- **Ángulo facial:** se mide donde se intersecta la línea facial (N-Pg) con el plano de Frankfort (FH), dando así la posición del mentón en relación con este plano (Fig. 62). Su norma es  $88^\circ$ , valores mayores representan prognatismo y valores menores retrognatismo (Fig. 63).<sup>18,21</sup>

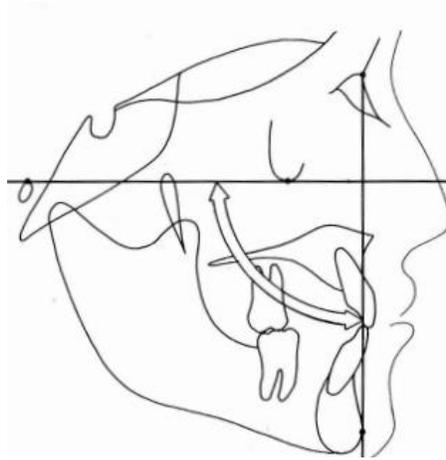


Figura 62. Ángulo facial en un perfil recto.

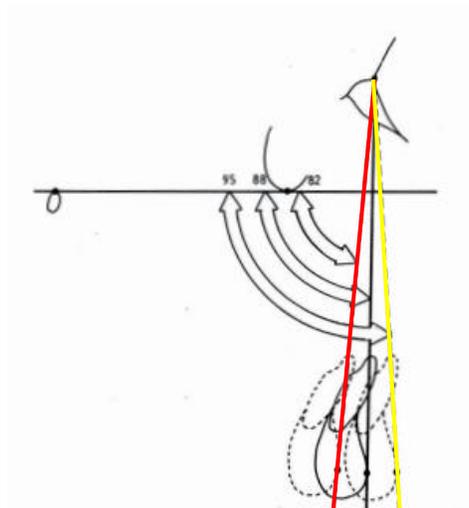


Figura 63. Ángulo facial donde la línea roja representa valores menores (Retrognatismo) y la línea amarilla valores mayores (Prognatismo).

- **Ángulo de la convexidad:** donde relaciona el maxilar con la mandíbula. El ángulo está formado por dos líneas, una de N y el otro de Pg, ambos encontrándose en A. Prefiere tomar A, que a la espina nasal anterior porque es larga anatómicamente y se puede considerar como una porción de la nariz que se proyecta dentro del septum y soporta el cartílago vomeronasal. La posición del punto A está influenciada por los incisivos centrales y cambia cuando el diente y sus procesos alveolares se mueven en dirección anteroposterior. Si el punto A caía posterior al plano facial, el ángulo formado se leía en menos grados, y si es anterior, en grados positivos. Se encontró que el rango es de  $+10^{\circ}$  (convexo) a  $-8.5^{\circ}$  (cóncavo) (Figura 64).<sup>18,21</sup>

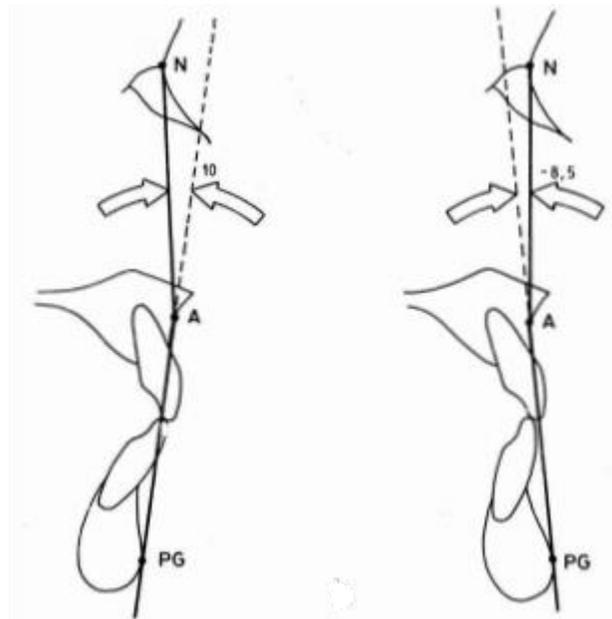


Figura 64. Ángulo de la convexidad.

- **Ángulo (A-B) – (N-Pg):** Plano A-B se extiende y se forma un ángulo con N-Pg, donde la norma es  $-4.6^\circ$ , valor positivo indica prognatismo y un valor negativo sugiere un patrón facial clase II (Figura 65).<sup>18</sup>

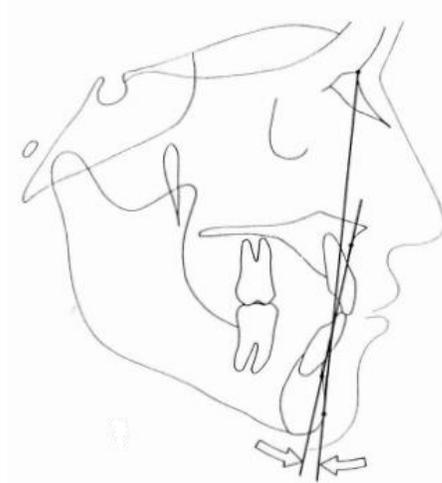


Figura 65. Ángulo A-B, N-Pg.

- **Ángulo plano mandibular:** según Downs es una tangente que va desde Go y el punto más inferior de la sínfisis. Este ángulo se establece relacionando al plano mandibular con el FH y su norma es de  $21.9^\circ$ . Se encontró que a medida que disminuye el ángulo facial (mentón más posterior), el ángulo del plano mandibular tiende a aumentar (el borde mandibular se vuelve más inclinado) (Figura 66).<sup>18,21</sup>

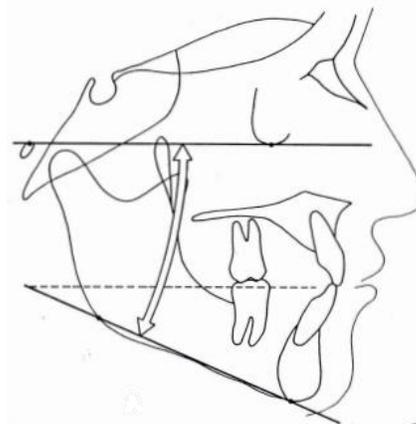


Figura 66. Ángulo Frankfurt-Mandibular.

- **Ángulo eje “Y”- FH o ángulo de crecimiento vertical u horizontal de la mandíbula:** El eje Y se traza desde el punto S al punto Gn y se relaciona con el ángulo que forma con el plano de Frankfort, el cual indica la dirección que seguirá la sínfisis en el crecimiento y su norma es  $59.4^\circ$ . Valores mayores a la media indican un mayor crecimiento vertical de la cara y la sínfisis crece con dirección más hacia abajo y atrás, mientras que ángulos menores señalan un patrón de crecimiento vertical disminuido, con proyección de la sínfisis más en sentido anterior y arriba (Figura 67).<sup>17</sup>

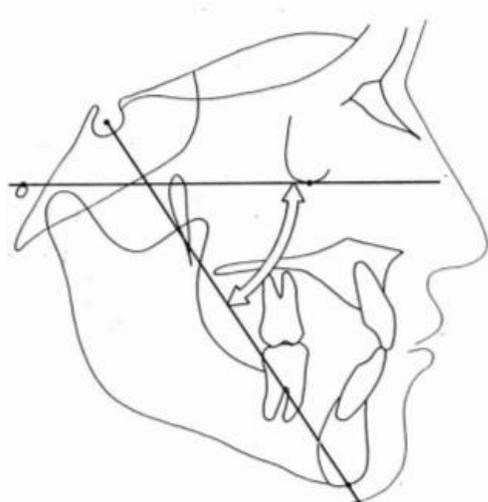
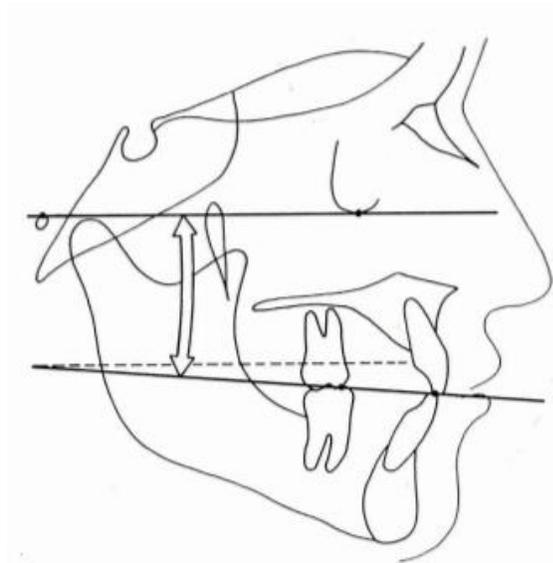


Figura 67. Ángulo del eje Y, formado por el plano S-Gn y el plano de Frankfort.

○ Análisis dental

- **Plano oclusal – Plano FH:** el cual se usa para ver la inclinación del plano oclusal, para realizar lecturas angulares se representó al plano oclusal como una línea recta y se dispuso dividiendo en dos la altura de la cúspide del primer molar y la sobremordida incisal, conectando los dos con una línea recta. Su norma es de  $+9.3^\circ$ , ángulos extremadamente positivos se encuentran en patrones faciales clase II (Figura 68).<sup>18,21</sup>



*Figura 68. Ángulo del plano oclusal - plano de Frankfort.*

- **Ángulo interincisal:** Esta es una medida del grado de inclinación de los dientes incisivos, para poder leer la relación de los dientes superiores con los inferiores, se dibujan líneas que representan su eje, para lograr medir el grado de protrusión del incisivo y su norma es de  $135.4^{\circ}$  (Figura 69).<sup>18,21</sup>

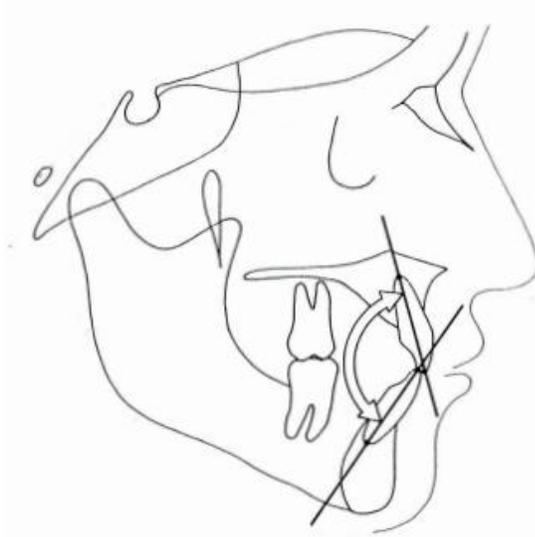


Figura 69. Ángulo Interincisivo.

- **Ángulo incisivo - plano oclusal:** donde relaciona los incisivos inferiores a su superficie funcional en el plano oclusal y su norma es de  $14.5^{\circ}$  (Fig. 70).<sup>18</sup>

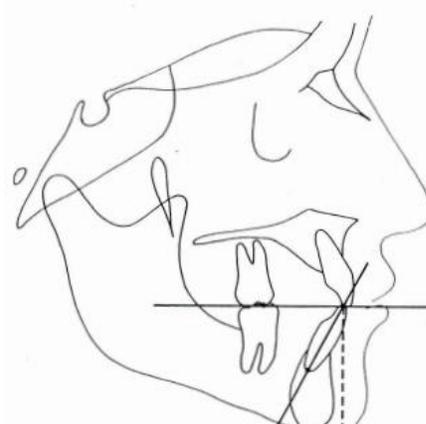


Figura 70. Ángulo Incisivo-Plano Oclusal.

- **Ángulo incisivo inferior - plano mandibular:** donde se denota el proinclinación o retroinclinación de los incisivos inferiores y su norma es de  $91.4^\circ$ . Downs dice que el borde inferior de la mandíbula no está directamente asociado con el perfil y además exhibe un amplio rango de variación, explica que el punto más bajo de la mandíbula en el plano sagital medio (menton) se usa como punto tangente anterior para determinar el plano mandibular (Figura 71).<sup>18,21</sup>

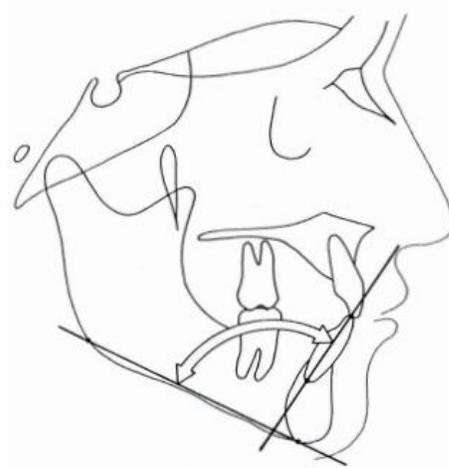


Figura 71. Ángulo incisivo inferior - Plano mandibular.

- **Distancia de los dientes superiores a la línea A-Pg:** es positiva si el eje incisal está anterior a la línea A-Pg e indica un aumento en la protrusión dental maxilar, si es negativo lo contrario y su norma es de 2.7 mm (Fig. 72).<sup>18,21</sup>



Figura 72. Distancia de los dientes superiores a la línea A-Pg.



## 1.6 Ventajas<sup>22,23</sup>:

- No se necesita gran habilidad para el trazado.
- Menor costo.
- Permite estudiar cambios en el mismo individuo.
- Brinda un método preciso para medir los cambios en dientes, maxilares y la cara.
- Se realiza con aparatos más económicos y simples.
- Fácil acceso a este servicio para toda la población.
- Buena calidad de la imagen.

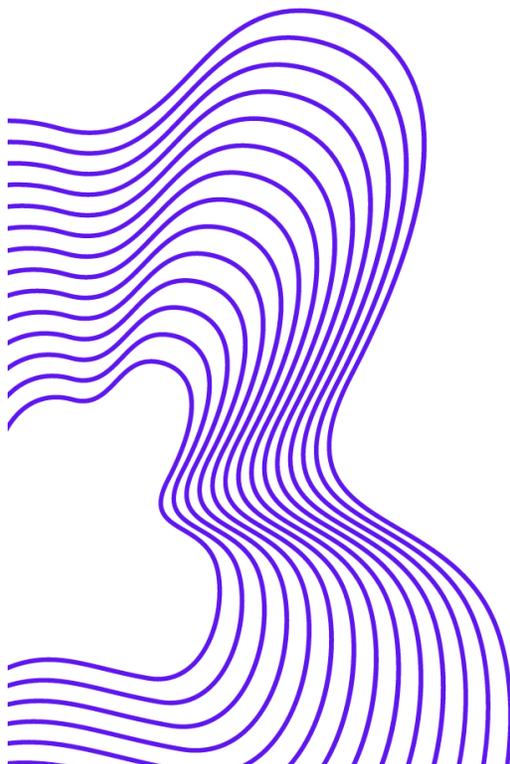
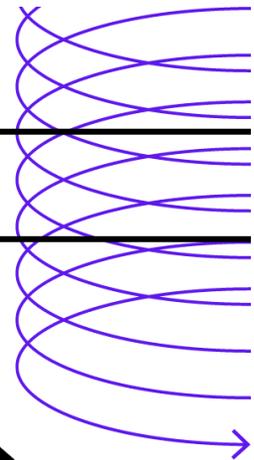
## 1.7 Desventajas<sup>23,24</sup>:

- La distorsión resultado de la orientación inadecuada de la cabeza del paciente en el cefalostato, la alineación incorrecta de la película o del rayo central.
- La magnificación se define como la amplificación del tamaño real del objeto; los factores que influyen en la amplificación son el tamaño del grano de los cristales de haluro de plata en la emulsión o varias características en las pantallas intensificadoras.
- Mas exposición a sustancias como el revelador y fijador.
- Mayor tiempo de procesado y trazado.
- Utilización de más instrumentos para trazar puntos y líneas.
- Método ambiguo.
- Se obtiene imágenes bidimensionales de imágenes tridimensionales.
- Genera sustancias que contribuyen a la contaminación ambiental.
- Los acetatos ocupan espacio y al archivarlos llegan a ser estorbosas.



C A P I T U L O 2

# Cefalometría Digital



## 2.1 Historia de la radiología digital

Los primeros sistemas de radiología digital consistieron en escanear las placas radiográficas convencionales (analógicas) y digitalizar la placa utilizando un convertidor analógico-digital.<sup>25</sup> (Figura 73)

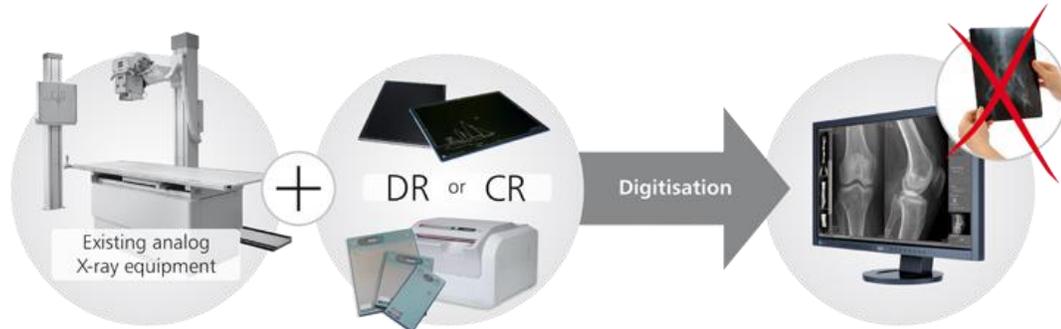


Figura 73. Representación de la digitalización de radiografías analógicas.

Existen actualmente dos tecnologías diferentes en radiología digital. Para evitar el uso de nombres comerciales se emplearán los siguientes términos radiología digital directa (RDD) y radiología digital indirecta (RDI).<sup>26</sup>

- **Radiología digital directa**

Emplea como receptor de rayos X un captador rígido habitualmente conectado a un cable a través del cual la información captada por el receptor es enviada al ordenador, el propio sistema realiza automáticamente el proceso informático y la obtención de la imagen (Figura 74).<sup>26</sup>



Figura 74. Sensor digital, utilizado para la toma de radiografías periapicales.

En la actualidad existen tres tipos de sensores empleados en RDD<sup>26</sup>:

— CCD (charge-couple device): tienen una mayor sensibilidad a la luz y proporcionan imágenes de más calidad, su desventaja principal es su elevado costo. (Figura 75)

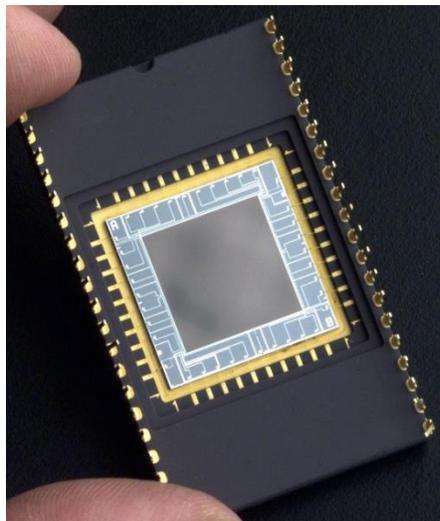


Figura 75. Sensor CCD.

— CMOS-APS (complementary metal oxide semiconductor active pixel sensor): son externamente idénticos a los CCD pero utilizan una nueva tecnología en píxeles (APS) (Figura 76), ofrecen las siguientes ventajas sobre los CCD:

- ✓ Reducen 100 veces los requisitos del sistema para procesar la imagen.
- ✓ Mejora la fiabilidad y la vida media de los sensores.

- ✓ Capacidad de transmisión en cada una de las celdas. Esto evita el efecto de «blooming» o de contaminación entre píxeles vecinos cuando hay situaciones de sobreexposición.
- ✓ Permite mejores opciones de interpolación de la imagen.
- ✓ Más fáciles de interconectar a nuevos sistemas que los CCD.

Por otra parte, tienen también algunas desventajas:

- ✓ Son menos sensibles y de menor calidad, pero al ser fáciles de fabricar son más económicos.
- ✓ Son muy sensibles al ruido de imagen, tienen poca sensibilidad.
- ✓ El área activa de estos sensores es más pequeña.

— Super CMOS: es una evolución del CMOS que según sus fabricantes ofrece una resolución superior.



Figura 76. Sensor CMOS-APS.

- **Radiología digital indirecta (radiología con fósforo fotoestimulable)**

La imagen es capturada de forma analógica en una placa de fósforo fotoestimulable (Figura 77) y posteriormente convertida en digital tras su procesado o escaneado.<sup>26</sup>

En la actualidad, podemos encontrar diferentes sistemas de placas de fósforo en el mercado:

- ✓ Digora (Soredex, Helsinki, Finland).
- ✓ Cd-dent (Antes Digi-Dent, Orex, Yokneam, Israel).
- ✓ DenOptix (Gendex, Dentsply, Milan, Italy).

Básicamente, todos los sistemas constan de una serie de receptores de fósforo con diferentes formas, tamaños y capacidad de flexión. Estas placas receptoras se colocan en unas fundas protectoras que se desechan tras su utilización. Una vez tomada la radiografía y desechada la funda protectora, la placa se coloca en el escáner que lee la imagen tomada y se transmite al ordenador, finalmente el ordenador borrará la imagen para permitir la nueva utilización del receptor.<sup>26</sup>



Figura 77. Lámina de fósforo fotoestimulable.



## 2.2 Historia de la cefalometría digital

En la historia de la cefalometría se puede diferenciar una etapa bien marcada que corresponde a las tres últimas décadas en las que su desarrollo se caracteriza por la introducción de la computación y de la digitalización de las imágenes, proceso iniciado posiblemente con Ricketts en el año de 1969.<sup>27</sup>

A finales de los años 90, empezó la era de la cefalometría computarizada, la evolución tecnológica en el procesamiento de los datos permitió el desarrollo de diferentes programas que calculan las distancias y los ángulos del trazado cefalométrico.<sup>4</sup>

Las radiografías laterales son obtenidas con una fuente de radiación estática y un receptor de imagen, para la tecnología digital indirecta es usado un chasis sin pantallas intensificadoras y que contiene una placa de fósforo de almacenamiento de dimensiones similares a las películas convencionales. Sin embargo, cuando se utilizan radiografías digitales directas es necesario un enfoque diferente, debido al tamaño limitado del sensor CCD, por consiguiente, se utiliza un procedimiento de barrido lineal, exponiendo el cráneo en forma escalonada.<sup>28</sup>

En 1995, se desarrolló un programa cefalométrico en 3D (Dolphin Imaging®), el cual era capaz de medir con precisión las superficies en la cara y boca en tres dimensiones; este programa definía las distancias entre los puntos anatómicos.<sup>24</sup>

A finales del 2003 se presentó una técnica de exposición cefalométrica digital directa de un “único disparo” fue introducida por Trophy (Trophypan C®), reduciendo considerablemente el tiempo de exposición y el riesgo de artefacto por movimiento.<sup>28</sup>

AGFA® (Mortsel, Belgium) también desarrolló un sistema fácilmente disponible para centros de imagenología limitados (ADC Solo®). Este sistema



---

ha sido evaluado para imagenología oral por Gijbels et al. ellos encontraron una mejora significativa en la calidad de la imagen para el diagnóstico, al comparar radiografías cefalométricas digitales con radiografías convencionales en la detección de los puntos cefalométricos.<sup>29</sup>

Cada vez es más frecuente el empleo de computadoras para facilitar el análisis cefalométrico en universidades y clínicas privadas. Para ello se requiere un modelo digital adecuado, lo cual significa que se deben especificar entre 50 y 100 puntos de referencia, sin embargo, el principio del análisis cefalométrico sigue siendo el mismo, aunque se emplee una computadora.<sup>11</sup>



## 2.3 Software para trazado cefalométrico digital:

Existen *softwares* en:

- ✓ 2D:
  - Dolphin Imaging®
  - Quick Ceph®
  - Ortho Vision®
  - Dentofacial Planner®
  - CephX®
  - NAOL Ortho®
  - EzOrtho®
  - 5 Star Ortho®
  - Dental Estudio Nx® (Nemoceph®)
  
- ✓ 3D:
  - Acuscape Medical Imaging System®
  - CSPS®
  - 3Dceph®
  - Orametrix®
  - Dallas®
  - Tx. SIM/Plant®

A continuación, se describirá un ejemplo del uso y manejo de los *softwares* de cefalometría, se utilizará como ejemplo el sistema Nemoceph®:

1. Ingresar al software y seleccionar la opción de “Nuevo Paciente”, se introducen los datos generales como: nombre, fecha de nacimiento, tratamiento el cual queremos realizar y el género. Es muy importante ingresar el dato de la edad para que el sistema pueda interpretar bien los datos, ya que algunas normas cambian conforme el paciente crece.
2. Una vez ingresados los datos se carga la radiografía lateral de cráneo, existen 3 opciones: “Escanear”, “Cargar mediante un disco” y “Cámara fotográfica”.
3. Una vez que se subió la radiografía lateral de cráneo se procede a calibrar (Figura 78).

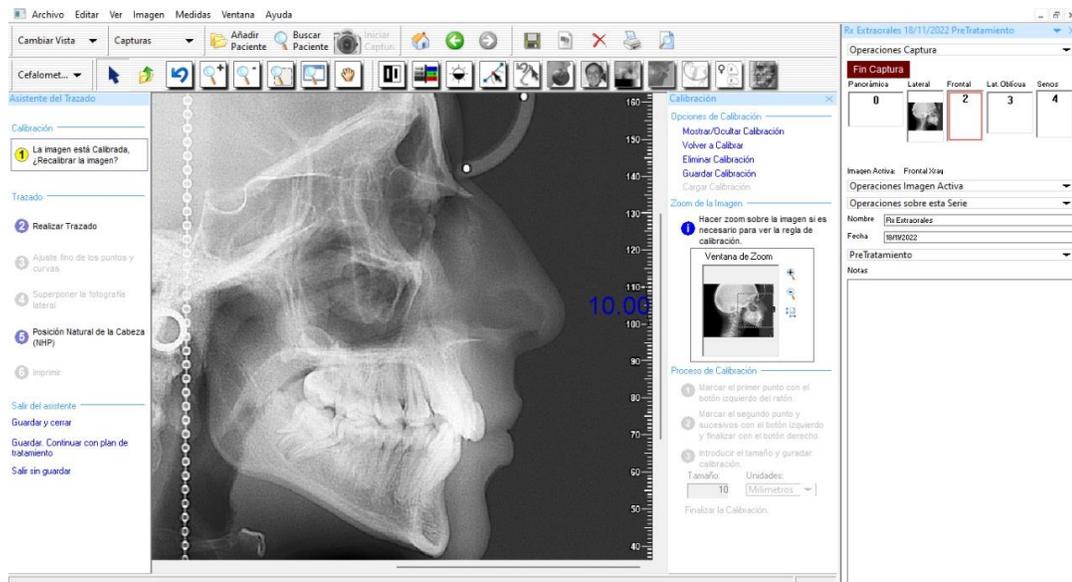


Figura 78. Calibración de la imagen lateral de cráneo.

4. Se elige el análisis cefalométrico que se utilizará, en este caso se utilizó como ejemplo el análisis de Ricketts (Figura 79).



Figura 79. Elección del análisis cefalométrico.

5. Se marcan los puntos cefalométricos, el programa abre una ventana cercana al punto cefalométrico a trazar (Figura 80).

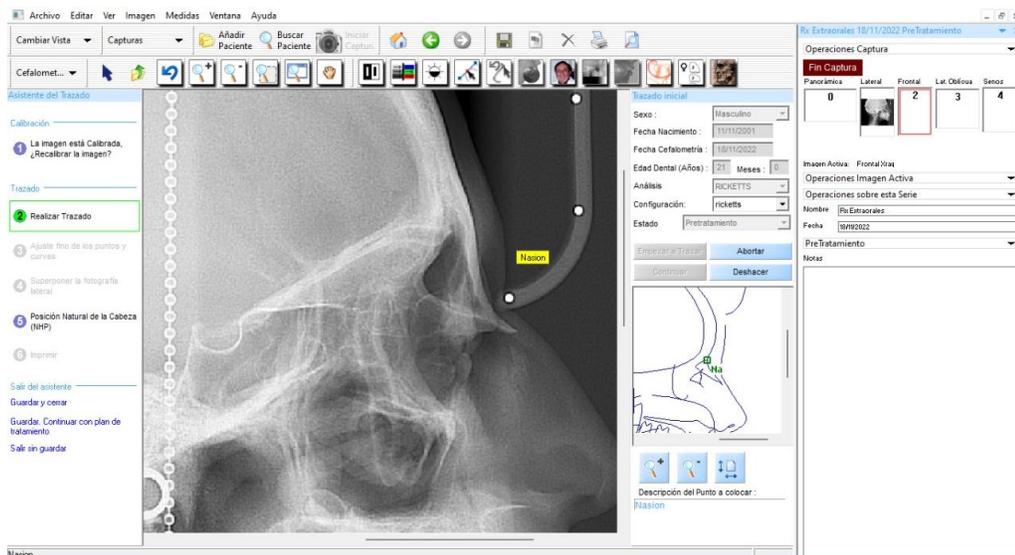


Figura 80. Localización del punto Nasion en el programa.

6. Una vez que se trazan los puntos, el programa permite realizar correcciones de puntos que no fueron localizados correctamente (Fig. 81).

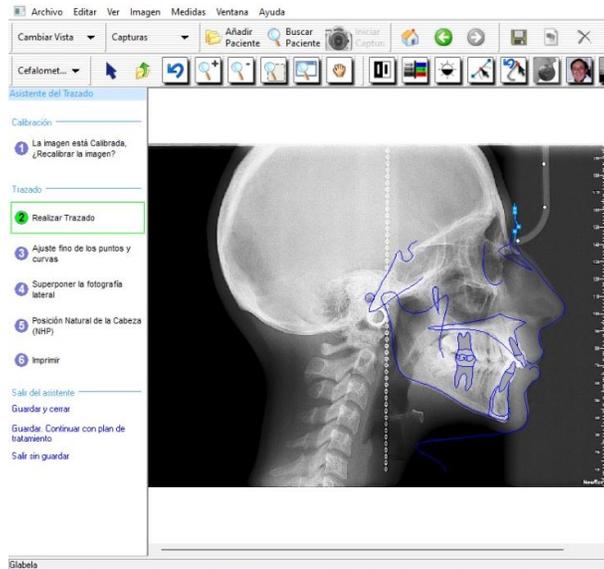


Figura 81. Corrección de puntos en el programa.

7. El programa despliega medidas de acuerdo con el tipo de análisis cefalométrico que se eligió, se obtienen los siguientes datos: la medida del paciente, la norma de la medida, la diferencia entre éstas y la interpretación del dato (Figura 82).

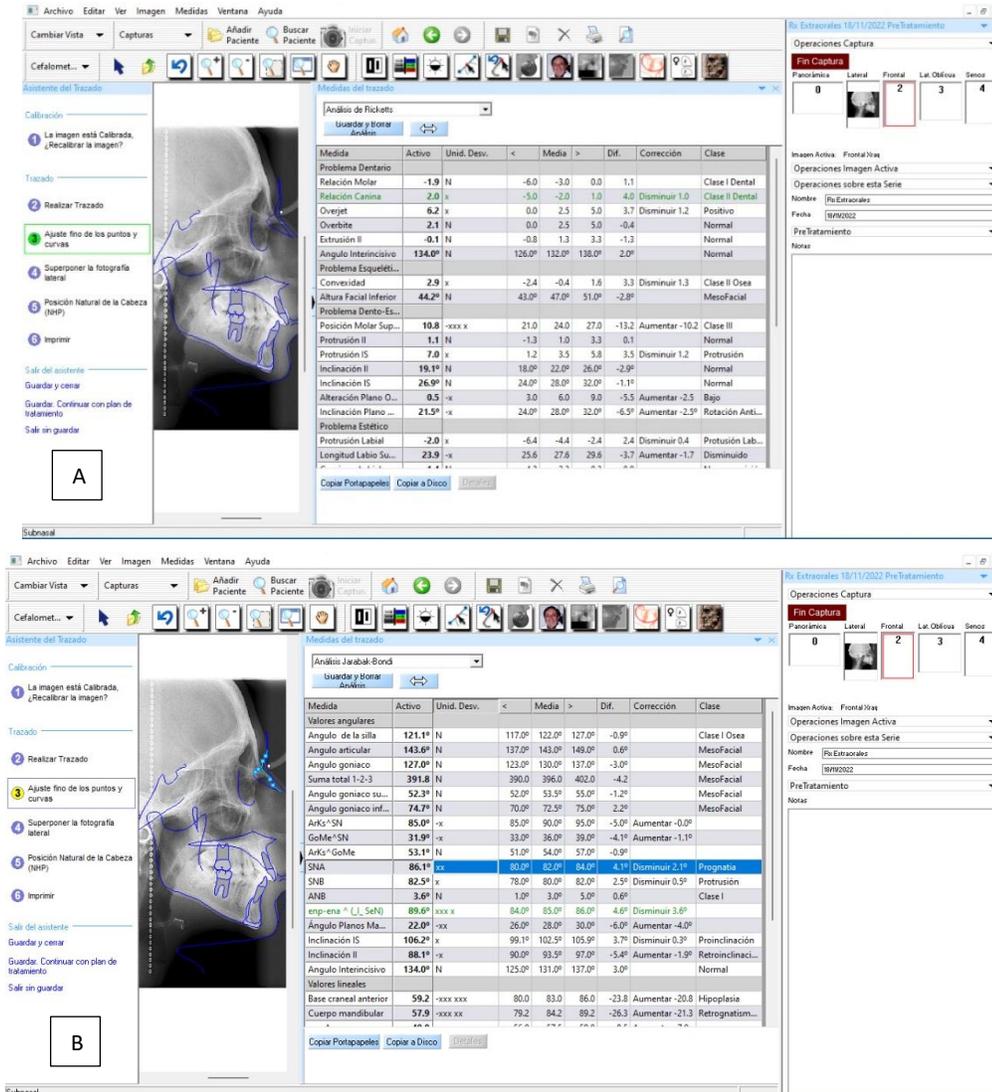


Figura 82. Medidas del análisis cefalométrico de Ricketts (A), medidas del análisis cefalométrico de Jarabak (B).

8. El programa permite observar cómo se llevó a cabo la medición de los ángulos y las medidas lineales, cuando seleccionamos algún dato (Figura 83).

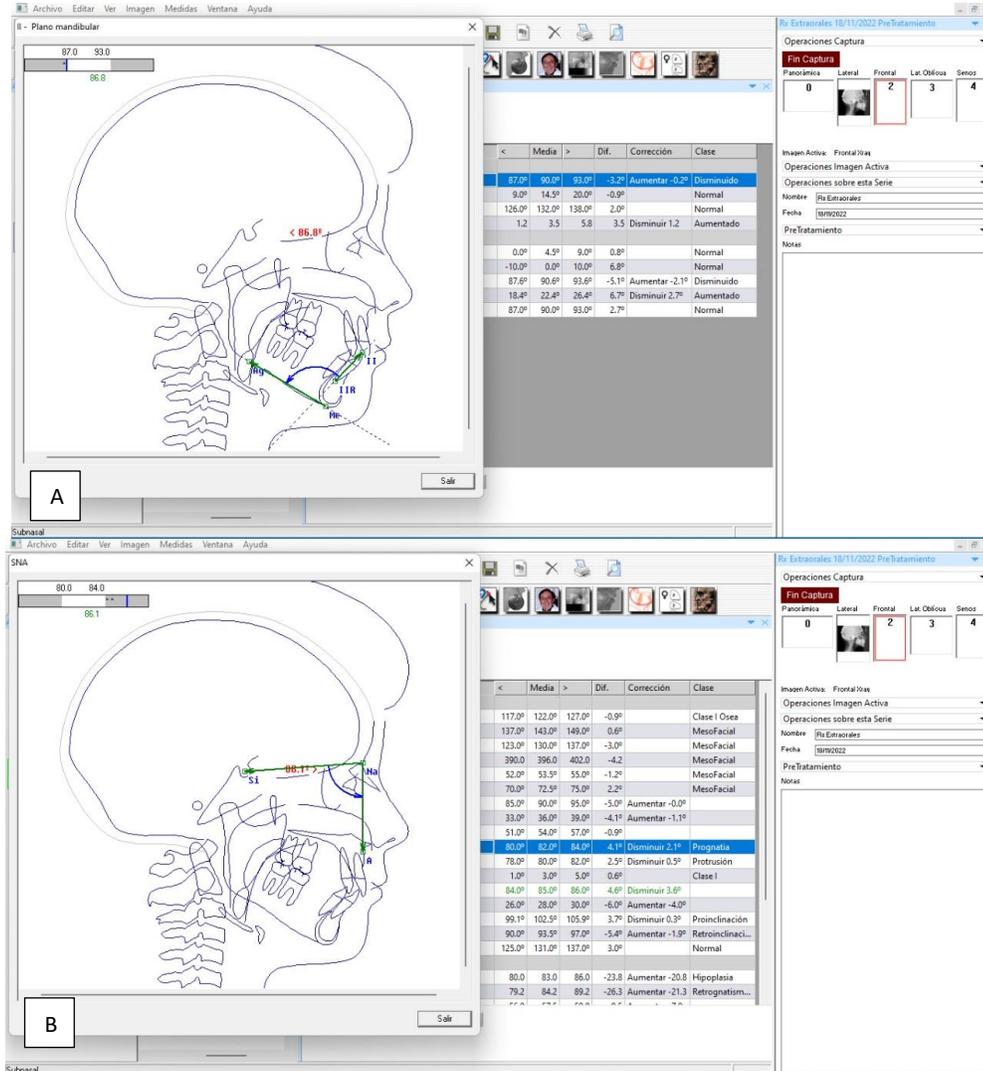


Figura 83. El programa nos muestra como midió el ángulo del Incisivo Inferior - Plano Mandibular (A), el programa nos muestra como midió el ángulo SNA (B).



- 
9. Al final se guarda el análisis inicial del paciente y conforme el avance del tratamiento es posible ingresar nuevas radiografías laterales de cráneo para llevar a cabo una revaloración y evaluar el progreso del tratamiento, a través de superposiciones radiográficas.



## 2.4 Ventajas<sup>30</sup>:

- Manipulación de la imagen lo cual permite realizar ampliación y realce, esto facilita evaluar de forma más precisa las áreas mal definidas.
- Rapidez y elección del análisis.
- Superposición rápida de radiografías seriadas.
- Almacenamiento y recuperación de múltiples registros.
- Fácil comparación de datos en estudios.
- Fácil ubicación de los puntos cefalométricos.
- Reduce la contaminación.
- Baja exposición a la radiación.

## 2.5 Desventajas:

- Costo más elevado.
- Requiere conocimiento del uso de una computadora para manejar el software.
- Involucra adquirir una licencia para el análisis cefalométrico digital.
- Requiere una computadora con características especiales para soportar dicho *software*.
- Si son radiografías que fueron escaneadas para su digitalización presentan una menor calidad.



C A P I T U L O 3

# Comparación entre el trazado cefalométrico convencional y digital





La comparación entre la utilización del trazado cefalométrico digital y manual ha sido un tema de discusión desde que se utilizan *softwares* en cefalometría. En consecuencia, se han llevado a cabo estudios comparando estos dos métodos: manual y digital en 2D.

En un estudio realizado por Segura F.J.E y col.<sup>24</sup> se comparó el trazado cefalométrico manual con digital, utilizando 20 radiografías de 20 pacientes mayores de 18 años, obtenidas con el aparato digital directo ORTHOPOS XG Plus<sup>®</sup> bajo las siguientes condiciones: utilizando un kilovoltaje (Kv) de 71 y un miliamperaje (mA) de 15, con un tiempo de exposición de 11 segundos para la obtención de las radiografías digitales. El trazado manual fue realizado por el mismo operador, así como el trazado digital con el *software* Nemoceph<sup>®</sup>; concluyendo que se puede utilizar el programa Nemoceph<sup>®</sup> con toda confiabilidad para realizar trazos cefalométricos, porque permite trabajar de manera más exacta y rápida. Sin embargo, no existe diferencia significativa en la medición cefalométrica manual o digital de medidas lineales y angulares.

Aguilar Hernández M y col.<sup>31</sup> realizaron una investigación para definir la concordancia entre el trazado cefalométrico manual y digital utilizando el programa Nemoceph<sup>®</sup>, con radiografías laterales de pacientes mayores de 18 años, con dentición permanente completa, sin datos patológicos aparentes y sin distinción de sexo; los cuales contaban con radiografía lateral impresa y digital. Las radiografías laterales fueron tomadas con el aparato Orthophos XG<sup>®</sup> plus bajo las siguientes condiciones: 73 Kv, 15 mA y un tiempo de exposición de 9.4 segundos. Los trazos manuales y digitales fueron realizados por el mismo operador utilizando el análisis cefalométrico de Ricketts con el *software* Nemoceph<sup>®</sup>, concluyendo que no se reportaron diferencias significativas en las medidas realizadas de ambos métodos, destacando que el sistema digital es una herramienta diagnóstica tan precisa como la manual y con mayores ventajas sobre ésta.



Calle-Velezmoro E. y col.<sup>32</sup> llevaron a cabo un estudio de tipo analítico y retrospectivo, para comparar el trazado cefalométrico manual y digital. En el cual utilizaron 78 radiografías laterales de cráneo de 39 pacientes, las cuales fueron tomadas por un equipo Pro Max (PlanMeca®), con un kv de 70 a 76, mA de 8 a 10 y tiempo de exposición de 8 a 10 segundos. Para este estudio se utilizó el análisis de Steiner, cabe mencionar que el trazado manual y digital con el programa Nemoceph®, fueron del mismo paciente. Una vez realizada la comparación se concluyó que no hubo diferencias significativas entre el trazado manual y digital, aunque el ángulo interincisal fue la única medición angular en la cual hubo diferencia estadísticamente significativa. Mientras tanto, en las mediciones lineales, la única en la que hubo también esa diferencia fue en el segmento incisivo inferior–NB.

Toledo Jaramillo D. y col.<sup>33</sup> realizaron un estudio para comparar la confiabilidad y precisión de trazados cefalométricos manuales y digitales. Se utilizaron 30 radiografías laterales de cráneo digitales, pertenecientes a pacientes de ambos sexos, con un rango de edad comprendida entre los 11 y 24 años y 30 radiografías laterales de cráneo de los mismos pacientes impresas en una película radiográfica Fujifilm® de 10" x 14". Se seleccionaron radiografías con adecuada definición, nitidez y contraste. El equipo utilizado para obtener todas las radiografías fue J Morita Veraviewepocs® 2D. El trazado cefalométrico manual y digital utilizando el programa Dolphin Imaging®, fue realizado por el mismo operador en tres días, 10 radiografías laterales por día, así evitando la fatiga del operador. Se compararon ambas técnicas, medidas lineales y angulares, encontrando en este estudio solo diferencias estadísticamente significativas en 3 medidas lineales de 18 variables. Concluyeron que las diferencias estadísticamente significativas no son clínicamente significativas, por lo tanto, el método cefalométrico manual y digital son altamente confiables.

La investigación de Centeno San Roman G y col.<sup>34</sup> comprendió la evaluación de 60 radiografías laterales de cráneo de pacientes de ambos géneros,



comprendidos entre las edades de 8 a 47 años, seleccionadas aleatoriamente. Las radiografías laterales de cráneo fueron obtenidas con el equipo de Rayos X Pax-i de Vatech® con 70 Kv y 18 mA., analizadas a detalle por un especialista en radiología oral y maxilofacial. Se realizaron 60 trazados cefalométricos manuales y 60 trazados cefalométricos digitales utilizando el programa Radiocef Studio 2®, 4 trazados por día, esto para evitar la fatiga del operador, los trazos fueron realizados por un especialista en ortodoncia y ortopedia maxilar, utilizando el análisis cefalométrico de Steiner. En esta investigación no se reportaron diferencias estadísticamente significativas entre el trazado cefalométrico manual y el trazado cefalométrico digital.

En 2020 Vithanaarachchi N. y col.<sup>35</sup> llevaron a cabo un estudio que tenía como objetivo medir las diferencias entre el trazado cefalométrico manual y trazado cefalométrico digital. Para esto utilizaron 65 radiografías laterales de cráneo convencionales que fueron transferidas al programa cefalométrico Nemoceph<sup>R</sup>, se realizaron mejoras a la radiografía como brillo y contraste, para tener una mejor definición de los tejidos duros y blandos. Se utilizaron cinco parámetros dentales, cinco esqueléticos y dos de tejidos blandos, que fueron evaluados con cuatro medidas lineales y ocho angulares, para el trazado cefalométrico digital se utilizó el *software* Nemoceph<sup>R</sup>, el trazado manual y digital fue realizado por el mismo operador. Al comparar concluyeron que no existían diferencias significativas en la obtención de medidas angulares y lineales, excepto por dos medidas UI-NA y LI-NB, las cuales no consideraron muy importantes en el estudio.

Bonilla M.M. y col.<sup>36</sup> diseñaron un estudio de concordancia entre trazado cefalométrico digital y trazado cefalométrico manual, utilizando 11 radiografías laterales de cráneo tomadas a estudiantes de ortodoncia, las radiografías fueron obtenidas por el equipo radiográfico FCR CAPSULA X®, el cual transfiere la imagen inmediatamente del equipo a la pantalla de la computadora y las radiografías digitales fueron impresas en papel radiográfico,



para obtener la radiografía convencional. El trazado cefalométrico manual y digital utilizando el programa Cephapoint<sup>R</sup>, fueron realizados por el mismo operador, para evitar errores en la reproductibilidad. De acuerdo con los resultados de este estudio, las diferencias entre el trazado cefalométrico manual y digital no son clínicamente relevantes, por lo que la aplicación de uno u otro análisis no afecta el diagnóstico, los dos estudios brindan igual validez diagnóstica; agregando que independientemente del método aplicado el operador debe estar altamente capacitado para llevar a cabo cualquiera de los dos métodos.

Ahmed M.A. y col.<sup>37</sup> evaluaron la precisión del trazado cefalométrico manual y digital, utilizando una muestra aleatoria de 50 radiografías laterales, todas obtenidas de la misma clínica radiológica. Un único examinador realizó los trazados manuales y digitales utilizando el *software* Webceph<sup>R</sup>, las radiografías se dividieron en cinco grupos de diez para evitar la fatiga del operador y se realizaron en un periodo de diez días. Este estudio utilizó medidas lineales y angulares de diversos análisis cefalométricos como lo son Tweed, Steiner, Downs, McNamara y Ricketts. Una vez trazados todos los puntos y líneas se compararon los resultados obtenidos en el trazado cefalométrico manual y el trazado cefalométrico digital, al realizar la comparación no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Concluyeron que el trazado cefalométrico manual y digital son igual de efectivos, aunque dan una ventaja al trazado cefalométrico digital, por la velocidad en que se puede realizar.



## CONCLUSIONES

- La radiografía lateral de cráneo y la cefalometría juegan un papel muy importante dentro del campo odontológico ya que gracias a éstas se localizaron y se determinaron los puntos cefalométricos, que son de gran importancia en el diagnóstico en ortodoncia. Diversos autores realizaron estudios para la creación de análisis cefalométricos, estableciendo normas de medidas y ángulos a criterio de cada autor, con el fin de poder conocer las proporciones craneofaciales de cada uno de los huesos del cráneo. La cefalometría convencional es un método óptimo y eficaz para realizar un análisis cefalométrico, sin embargo, actualmente presenta más desventajas que ventajas.
- La creación de nuevas tecnologías para la obtención de imágenes digitales ha tenido diversos impactos en el área odontológica; en el campo de la ortodoncia facilita la obtención de radiografías laterales de cráneo digitales, lo que favoreció la creación de diversos programas que agilizan la localización de puntos cefalométricos, el trazo de líneas, la obtención de resultados de medidas y ángulos, así como también poder utilizar cualquier análisis cefalométrico, ofreciendo mayores ventajas que desventajas.
- Las diferencias entre el trazado cefalométrico convencional y digital no son estadísticamente significativas, por lo cual la utilización de los dos métodos es confiable al momento de realizar un análisis cefalométrico, sin embargo, el método digital al trabajar con un programa en computadora facilita el almacenamiento, la velocidad y evita la fatiga del operador. Es importante destacar que ambos métodos utilizan una imagen en 2D, lo cual sigue presentando algunas limitantes.



## REFERENCIAS

### ❖ BIBLIOGRÁFICAS:

1. Fernández Sánchez J., Gabriel O. Atlas Cefalometría y análisis facial. Madrid: Ripano, 2009: 29-33
2. Flores SM, Losoviz E, Perial L. Análisis de diferentes protocolos cefalométricos laterales parte I: protocolo. Universidad de Favaloro, editor. RAAO 2019;LXI(2):52–9.
3. Frías Vega I, Rosel Zapata JR, Barradas Blancas C. El diagnóstico en Ortodoncia Parte 1: Cefalometría. Revista ADM Estudiantil 2012;(0):8–13.
4. Companioni Bachá A, Rodríguez Quiñónez M, Días de Villegas Rushkova V, Otaño Lugo R. Bosquejo histórico de la Cefalometría Radiográfica. Revista Cubana de Estomatología 2008;45(2):6.
5. Stoner MM. A photometric analysis of the facial profile. American Journal of Orthodontics 1955;41:453-469.
6. Zamora Montes de Oca C.E. Compendio de cefalometría: análisis clínico y práctico. Vol. 1. 2nd ed. Colombia: AMOLCA, 2010.
7. Olmos Balaguer J, Olmos Balaguer V, Olmos Izquierdo V, Olmos Balaguer I. Historia de la Cefalometría. Gaceta Dental 2009;201:104–10.
8. Joseh A, Gibilisco E, Eastwood G, Turlington. Diagnóstico radiológico en Odontología. Buenos Aires: Editorial Panamericana 1992.9. Moyers RE. Manual de ortodoncia. 4th ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 1992.
10. Aguila J. Manual de Cefalometría. Caracas: Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas, 1996.



11. Proffit WR, Fields HW, Larson B, Sarver DM. Ortodoncia contemporánea. España: Elsevier; 2019.
12. Canut A. Ortodoncia clínica y terapéutica. Amsterdam. Barcelona: Elsevier-Masson, 2009.
13. Beszkin E, Lipszyc M, Voronovitsky L, Zielinsky L. Cefalometría Clínica. 1<sup>o</sup> ed. Buenos Aires: Editorial Mundi, 1966.
14. Díaz PV, Araya Díaz P, Palomino HM. Desplazamiento de los puntos de referencia craneales utilizados en los análisis cefalométrico de Jarabak y Ricketts, durante el crecimiento activo. *Int. J. Morphol.* 2015;33(1):229-236.
15. López FGS, Mosqueda SR. Utilización de la cefalometría como diagnóstico de apoyo en rehabilitación bucal. *Revista ADM* 2001;58 (4):143-150.
16. Dean JA. McDonald y Avery Odontología pediátrica y del adolescente. In: Krull JT, Krull GE, Dean JA, editores. *Cefalometría y estética facial: la clave para una planificación terapéutica completa*. España: Elsevier, 2018: 390-414.
17. Casamayou M, Grassi A, Acevedo N, Blanco C. *Protocolo cefalométrico*. Uruguay: Universidad de la República 2014.
18. Barahona Cubillo JB, Benavides Smith J. Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico. *Revista Científica Odontológica* 2006;2(1):11-27.
19. Steiner CC. Cephalometrics in clinical practice. *Angle Orthodontist* 1959;29:8-29.
20. Steiner CC. Cefalometría para ti y para mí. *Revista Americana de Ortodoncia* 1953;39(10):729–755.



21. Downs WB. Variaciones en las relaciones faciales: su importancia en el tratamiento y pronóstico. *Revista Americana de Ortodoncia* 1948;34(10):812–840.
22. Broadbent BH. A new X-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthodontist* 1981;51(02):93–114
23. Palmer PES. La Radiología y la atención primaria, Organización Panamericana de la Salud 1979;(357):10.
24. Segura FJE, Valverde AS, Ocampo AM, Angelares PRC. Estudio comparativo entre la cefalometría digital y manual con radiografías digitales. *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2014;2(2):95–8.
25. Fernandez ML. Radiología digital. *Asociación Española de Técnicos en radiología* 2013;(83):22-24.
26. Barbieri Petrelli G, Flores Guillén J, Escribano Bermejo M, Discepoli N. Actualización en radiología dental: Radiología convencional vs digital. *Av Odontoestomatol* 2006;22(2):131-139.
27. Ricketts R.M. Técnica bioprogresiva de Ricketts. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1983.
28. Gijbels F, Jacobs R. Uso de equipos radiográficos digitales extraorales en la clínica dental. *Anuario Sociedad de Radiología Oral y Maxilofacial de Chile* 2004;7(1):39-44.
29. Gijbels F, Bou Serhal C, Willems G, Bosmans H, Sanderink G, Persoons M, Jacobs R. Diagnostic yield of conventional and digital cephalometric images: a human cadaver study. *Dentomaxillofac Radiology* 2001;30:101-105.



30. Power G, Breckon J, Sherriff M, McDonald F. Dolphin Imaging Software: un análisis de la precisión de la digitalización cefalométrica y la predicción ortognática. *International Journal of Oral and Maxilofacial Surgery* 2005;34:619–626.
31. Aguilar-Hernández M, de Alba-Cruz I. Análisis de concordancia entre trazado cefalométrico manual y cefalométrico digital con programa Nemoceph. *Revista ADM* 2020;77(5):244-246.
32. Calle-Velezmoro E, Calle-Morocho J, Morales-Vadillo R, Guevara-Canales JO. Comparación entre trazados cefalométricos manual y digital en radiografías laterales del cráneo. *Revista Argentina de Radiología* 2021;85(02):33–44.
33. Toledo Jaramillo D, Lima Illescas M, Bravo Calderón M. 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 Odontopediatria* 2014.
34. Centeno San Roman G, Iglesias Lino A. Eficacia del programa de análisis cefalométrico Radiocef Studio 2 versus el análisis cefalometrico manual. *Revista Posgrado Scientiarvm* 2015;1(1):67–70.
35. Vithanaarachchi N, Chandrasiri A, Nawarathna L. A comparison of cephalometric measurements obtained using conventional and digital methods. *Ceylon Medical Journal* 2020;65(3):39.
36. Bonilla MM, Barrera JP, Arroyave ÁP, Díaz ME. Comparación de la reproducibilidad en las mediciones angulares entre trazado manual y computarizado. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia* 2014;25(2):299-312.



37. Ahmed MAM, Dawaba MM, Hassan HS. Evaluation of Accuracy of Manual and Digital Tracing with Lateral Cephalometric Radiograph: A Study. HIV Nursing 2022;22(2):2790–2793.



## ❖ IMÁGENES:

- FIGURA 1: Obtenida de: Jesús Fernández Sánchez, Gabriel O. Atlas Cefalometría y análisis facial. Madrid: Ripano; 2009. 31
- FIGURA 2: Simón, PW (1924). Sobre el diagnóstico gnatostático en ortodoncia. Revista internacional de ortodoncia, cirugía bucal y radiografía, 10(12), 770pp.
- FIGURA 3: Simón, PW (1924). Sobre el diagnóstico gnatostático en ortodoncia. Revista internacional de ortodoncia, cirugía bucal y radiografía, 10(12), 770pp.
- FIGURA 4: Broadbent, B.H., A New X-Ray Technique. The Angle Orthodontist, Vol.1, Num.2; 1931, 56-57.
- FIGURA 5: Fernández Sánchez J., Gabriel O. Atlas Cefalometría y análisis facial. Madrid: Ripano; 2009. 32pp
- FIGURA 6: <https://es.facebook.com/odontologiaunfv/photos/planos-en-odontologia-de-los-m%C3%BAltiples-planos-l%C3%ADneas-y-puntos-que-se-pueden-enco/1469328599799936/>
- FIGURA 7: <https://www.differenttruths.com/science-technology/how-wilhelm-roentgen-discovered-x-ray/>
- FIGURA 8: <https://es.facebook.com/odontologiaunfv/photos/planos-en-odontologia-de-los-m%C3%BAltiples-planos-l%C3%ADneas-y-puntos-que-se-pueden-enco/1469328599799936/> ,  
<https://o.quizlet.com/TTzKzqSXUQCUgx5aK1jcbw.jpg> ,  
[https://www.laquiadelprotesico.site/wp-content/uploads/2018/12/Screenshot\\_20181220-125123\\_Drive.jpg](https://www.laquiadelprotesico.site/wp-content/uploads/2018/12/Screenshot_20181220-125123_Drive.jpg)
- FIGURA 9: Meza RS. Diagnóstico cefalométrico sagital en Power Point (Microsoft® Office). Revista Mexicana de Ortodoncia. 2016 Jan;4(1):9–17.



- FIGURA 10: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 11: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos> , Meza RS. Diagnóstico cefalométrico sagital en Power Point (Microsoft® Office). Revista Mexicana de Ortodoncia. 2016 Jan;4(1):9–17.
- FIGURA 12: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos> , Meza RS. Diagnóstico cefalométrico sagital en Power Point (Microsoft® Office). Revista Mexicana de Ortodoncia. 2016 Jan;4(1):9–17.
- FIGURA 13: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 14: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 15: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 16: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 17: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 18: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 19: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 20: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 21: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>



- FIGURA 22: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 23: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 24: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 25: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 26: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 27: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 28: Barahona Cubillo J. B, Benavides Smith J. PRINCIPALES ANÁLISIS CEFALOMÉTRICOS UTILIZADOS PARA EL DIAGNÓSTICO ORTODÓNTICO. Revista Científica Odontológica [Internet]. 2006;2(1):11-27. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=324227905005>
- FIGURA 29: Barahona Cubillo J. B, Benavides Smith J. PRINCIPALES ANÁLISIS CEFALOMÉTRICOS UTILIZADOS PARA EL DIAGNÓSTICO ORTODÓNTICO. Revista Científica Odontológica [Internet]. 2006;2(1):11-27. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=324227905005>
- FIGURA 30: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 31: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 32: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>



- FIGURA 33: Barahona Cubillo J. B, Benavides Smith J. PRINCIPALES ANÁLISIS CEFALOMÉTRICOS UTILIZADOS PARA EL DIAGNÓSTICO ORTODÓNTICO. Revista Científica Odontológica [Internet]. 2006;2(1):11-27. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=324227905005>
- FIGURA 34: Barahona Cubillo J. B, Benavides Smith J. PRINCIPALES ANÁLISIS CEFALOMÉTRICOS UTILIZADOS PARA EL DIAGNÓSTICO ORTODÓNTICO. Revista Científica Odontológica [Internet]. 2006;2(1):11-27. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=324227905005>
- FIGURA 35: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 36: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 37: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 38: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 39: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 40: Casamayou, M, Grassi, A, Acevedo, N, Blanco, C Protocolo cefalométrico. [Internet]. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República; 2014. [citado: 2022, noviembre] 23 p Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12008/8039>
- FIGURA 41: <https://pt.slideshare.net/juancarlostamayo39/anlisis-cefalometrico-de-bjork-jarabak>
- FIGURA 42: <https://pt.slideshare.net/juancarlostamayo39/anlisis-cefalometrico-de-bjork-jarabak>



- FIGURA 43: <https://pt.slideshare.net/juancarlostamayo39/analisis-cefalometrico-de-bjork-jarabak>
- FIGURA 44: <https://pt.slideshare.net/juancarlostamayo39/analisis-cefalometrico-de-bjork-jarabak>
- FIGURA 45: <https://pt.slideshare.net/juancarlostamayo39/analisis-cefalometrico-de-bjork-jarabak>
- FIGURA 46: <https://docplayer.es/56833277-Patron-de-crecimiento-facial-y-su-relacion-con-la-permeabilidad-de-la-via-aerea-superior.html>
- FIGURA 47: <https://docplayer.es/56833277-Patron-de-crecimiento-facial-y-su-relacion-con-la-permeabilidad-de-la-via-aerea-superior.html>
- FIGURA 48: <https://docplayer.es/56833277-Patron-de-crecimiento-facial-y-su-relacion-con-la-permeabilidad-de-la-via-aerea-superior.html>
- FIGURA 49: <https://pxc.cdn.ellitoral.com.ar/litoral/082022/1660622194482.jpg>
- FIGURA 50: <https://es.slideshare.net/juancarlostamayo39/cefalometria-puntos-y-planos>
- FIGURA 51: <https://sites.google.com/site/puenteshenry/wits>
- FIGURA 52: <https://sites.google.com/site/puenteshenry/wits>
- FIGURA 53: <https://sites.google.com/site/puenteshenry/wits>
- FIGURA 54: <https://sites.google.com/site/puenteshenry/wits>
- FIGURA 55: <https://sites.google.com/site/puenteshenry/wits>
- FIGURA 56: <https://sites.google.com/site/puenteshenry/wits>
- FIGURA 57: <https://sites.google.com/site/puenteshenry/wits>
- FIGURA 58: <https://sites.google.com/site/puenteshenry/wits>
- FIGURA 59: <https://sites.google.com/site/puenteshenry/wits>
- FIGURA 60: <https://sites.google.com/site/puenteshenry/wits>
- FIGURA 61: <https://sites.google.com/site/puenteshenry/wits>



- FIGURA 62: [http://ortoface.com/wp-content/uploads/2022/05/14\\_Ana%CC%81lisis-Cefalome%CC%81trico-de-Steiner.pdf](http://ortoface.com/wp-content/uploads/2022/05/14_Ana%CC%81lisis-Cefalome%CC%81trico-de-Steiner.pdf)
- FIGURA 63: Casamayou, M, Grassi, A, Acevedo, N, Blanco, C Protocolo cefalométrico. [Internet]. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República; 2014. [citado: 2022, noviembre] 23 p Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12008/8039>
- FIGURA 64: [https://es.slideshare.net/alan\\_master/analisis-de-downs](https://es.slideshare.net/alan_master/analisis-de-downs)
- FIGURA 65: [https://es.slideshare.net/alan\\_master/analisis-de-downs](https://es.slideshare.net/alan_master/analisis-de-downs)
- FIGURA 66: [https://es.slideshare.net/alan\\_master/analisis-de-downs](https://es.slideshare.net/alan_master/analisis-de-downs)
- FIGURA 67: [https://es.slideshare.net/alan\\_master/analisis-de-downs](https://es.slideshare.net/alan_master/analisis-de-downs)
- FIGURA 68: [https://es.slideshare.net/alan\\_master/analisis-de-downs](https://es.slideshare.net/alan_master/analisis-de-downs)
- FIGURA 69: [https://es.slideshare.net/alan\\_master/analisis-de-downs](https://es.slideshare.net/alan_master/analisis-de-downs)
- FIGURA 70: [https://es.slideshare.net/alan\\_master/analisis-de-downs](https://es.slideshare.net/alan_master/analisis-de-downs)
- FIGURA 71: [https://es.slideshare.net/alan\\_master/analisis-de-downs](https://es.slideshare.net/alan_master/analisis-de-downs)
- FIGURA 72: [https://es.slideshare.net/alan\\_master/analisis-de-downs](https://es.slideshare.net/alan_master/analisis-de-downs)
- FIGURA 73: [https://www.ortechology.com/images/Produkte/Pacs/Digitales\\_Roentgen/Digital-radiography-High-resolution-digital-X-ray-images-and-reduced-radiation-exposure.png](https://www.ortechology.com/images/Produkte/Pacs/Digitales_Roentgen/Digital-radiography-High-resolution-digital-X-ray-images-and-reduced-radiation-exposure.png)
- FIGURA 74: <http://www.esteticadentalviesques.com/imagenes/radiologia-digital-en-gijon.jpg>
- FIGURA 75: data:image/gif;base64,R0lGODlhAQABAIAAAP////////yH5BAEKAAEALAAAAABAAEAAAICTAEAOw==
- FIGURA 76: <https://image.made-in-china.com/155f0j00jGVqINEWACck/LK-C65A-Handy-HDR-500A-Digital-Dental-Intraoral-X-ray-CMOS-RVG-Imaging-Sensor-System.jpg>



- FIGURA 77: <https://i.ytimg.com/vi/qDuJ9DB4PbU/maxresdefault.jpg>
- FIGURA 78: Fuente directa.
- FIGURA 79: Fuente directa.
- FIGURA 80: Fuente directa.
- FIGURA 81: Fuente directa.
- FIGURA 82: Fuente directa.
- FIGURA 83: Fuente directa.