

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN-LEÓN**

**ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE ODONTOLOGÍA
ESPECIALIDAD DE ORTODONCIA**



Tesis para optar al título de Especialista en Ortodoncia

“Concordancia diagnóstica entre trazado manual y digital según la cefalometría de Steiner en pacientes atendidos en el posgrado de ortodoncia UNAN-León, febrero-mayo 2024”.

AUTORA:

C.D. Rebeca Daniela Delgadillo Solórzano.
Residente de Ortodoncia

TUTOR:

M. Sc. Ihosbanys Corzo.

ASESORA METODOLOGICA:

Ph. D. Samanta Espinoza Palma.

León, octubre 2024

RESUMEN

Objetivo: Determinar la concordancia diagnóstica entre el trazado manual y digital por la determinación de la Cefalometría de Steiner en pacientes atendidos en la especialidad de ortodoncia UNAN-León, febrero-mayo 2024.

Material y método: Estudio cuantitativo descriptivo y correlacional de corte transversal llevado en 30 radiografías cefalométricas digitales. Se realizó trazado cefalométrico manual y digital con ayuda del software WebCeph. Se elaboró base de datos en el programa SPSS versión 27 para Windows. En los aspectos éticos, la información fue manejada bajo sigilo profesional y uso de datos con fines investigativos.

Resultados: Se consideraron los siguientes puntos cefalométricos de la Cefalometría de Steiner: ANB, SNB, SNA, plano oclusal-SN, plano mandibular Go-Gn-Sn, distancia 1-NA mm, ángulo 1-NA grado, distancia 1-NB mm, ángulo 1-NB grado y el ángulo Interincisal. De estos, no se encontró correlación estadística en la medida del ángulo del incisivo inferior con el plano NB; sin embargo, en los puntos cefalométricos SNB, SNA, plano oclusal-SN, plano mandibular Go-Gn-Sn, distancia 1-NA mm, ángulo 1-NA grado, distancia 1-NB mm y el ángulo interincisal presentaron una correlación moderada y en la medida que se obtuvo una correlación fuerte en la del ANB.

Conclusiones: La clase II esquelética fue la más frecuente en los pacientes en ambos trazados cefalométricos. Las diferencias de medias de los valores de las medidas cefalométricas según Steiner fueron mayores en 4 puntos cefalométricos digitales en comparación con los manuales. Ambos trazados cefalométricos son reproducibles y confiables para uso en ortodoncia.

Palabras claves: trazado cefalométrico manual, trazado cefalométrico digital, cefalometría de Steiner, Software WebCeph.

ABSTRACT

Objective: Determine the diagnostic agreement between manual and digital tracing by determining Steiner Cephalometry in patients treated in the orthodontic specialty UNAN-León, February-May 2024.

Material and method: Quantitative descriptive and correlational cross-sectional study carried out on 30 digital cephalometric radiographs. Manual and digital cephalometric tracing was performed with the help of WebCeph software. A database was created in the SPSS version 27 program for Windows. In ethical aspects, the information was handled under professional secrecy and use of data for investigative purposes.

Results: The following cephalometric points of Steiner Cephalometry were considered: ANB, SNB, SNA, occlusal plane-SN, mandibular plane Go-Gn-Sn, distance 1-NA mm, angle 1-NA degree, distance 1-NB mm, 1-NB degree angle and the Interincisal angle. Of these, no statistical correlation was found in the measurement of the angle of the lower incisor with the NB plane; However, in the cephalometric points SNB, SNA, occlusal plane-SN, mandibular plane Go-Gn-Sn, distance 1-NA mm, angle 1-NA degree, distance 1-NB mm and the interincisal angle presented a moderate correlation and to the extent that a strong correlation was obtained in that of the ANB.

Conclusions: Skeletal class II was the most frequent in patients in both cephalometric tracings. The differences in the mean values of the cephalometric measurements according to Steiner were greater in 4 digital cephalometric points compared to the manual ones. Both cephalometric tracings are reproducible and reliable for orthodontic use.

Keywords: manual cephalometric tracing, digital cephalometric tracing, Steiner cephalometry, WebCeph Software.

CARTA DE AUTORIZACION DEL TUTOR

El suscrito docente de posgrado de la especialidad de ortodoncia y tutor del trabajo monográfico titulado “Concordancia diagnóstica entre trazado manual y digital según la cefalometría de Steiner en pacientes atendidos en el posgrado de ortodoncia UNAN-León, febrero-mayo 2024” realizado por Rebeca Daniela Delgadillo Solórzano, considera que este documento ha cumplido los requisitos necesarios para ser sometido a consideración de un tribunal examinador dispuesto por las autoridades del área del conocimiento de odontología para ser defendido por el sustentante como requisito para obtener el título de especialista en ortodoncia.

Atentamente:

**Dr. Ihosbanys Corzo Santos
Especialista de Ortodoncia
Área de conocimiento, Odontología UNAN - León**

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la oportunidad de seguir adelante, estudiando.

A mi esposo por su apoyo incondicional para conmigo.

A mis padres ya que han sido un pilar fundamental en mi vida, se han esforzado por darme la oportunidad de estudiar.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS	3
III.	MARCO TEÓRICO.....	4
1.	Desarrollo histórico de la Cefalometría.....	4
2.	Proporciones Antropomórficas.	5
3.	Mediciones mediante la antropometría.	6
4.	Primeros estudios cefalométricos.	6
5.	Análisis Cefalométricos.	8
5.1.	Consideraciones de los estudios cefalométricos laterales.....	8
6.	Cefalometría de Steiner	9
6.1.	Puntos cefalométricos:	10
6.2.	Elementos del análisis de Steiner:	11
6.2.1.	Análisis esquelético	11
6.2.2.	Análisis Dental.....	16
6.2.3.	Análisis Estético.....	17
7.	Radiografía digital cefalométrica.....	19
7.1.	Softwares digitales	19
7.2.	Programa WebCeph.....	20
8.	Técnicas de trazado cefalométrico	20
8.1.	Método Manual:	20
8.1.1.	Ventajas:.....	21
8.1.2.	Desventajas:.....	21
8.2.	Método Digital:	21
8.2.1.	Ventajas:	22
8.2.2.	Desventajas:.....	22

9.	Maloclusiones sagitales	23
10.	Estudios relacionados	24
IV.	<i>DISEÑO METODOLÓGICO</i>	27
	El estudio realizado fue Cuantitativo en el que se realizó análisis descriptivo y correlacional.	27
B.	Área de estudio:	27
V.	<i>RESULTADOS</i>	33
VI.	<i>DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</i>	43
VII.	<i>CONCLUSIONES</i> :	46
VIII.	<i>RECOMENDACIONES</i>	47
IX.	<i>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</i>	48
X.	<i>ANEXOS</i>	52

I. INTRODUCCIÓN

En odontología ha habido notables desarrollos en materia de tecnología digital desde el uso de cámaras analógicas a las digitales, uso de software y aplicaciones especializadas para editar video e imágenes, entre otros. En el área de ortodoncia este tipo de tecnologías contribuye al diagnóstico por medio de software de análisis cefalométrico, análisis tridimensional de modelos de estudio, así como elaboración de set up virtual para los tratamientos de ortodoncia con alineadores o brackets (Esquivel y Escamilla, 2020).

Además de los trazados cefalométricos manuales convencionales, en la actualidad es posible utilizar digitalizadores de imágenes a las que se les puede realizar análisis cefalométrico. El proceso de imágenes digitales tiene numerosas ventajas, entre ellas, la eliminación del procesamiento químico y cuarto oscuro, reducción a la exposición de la radiación, identificación mejorada de puntos de referencia, cefalometría más rápida, adquisición de datos con almacenamiento y archivo eficientes (Tikku et al., 2014).

Se han realizado estudios comparativos utilizando imágenes cefalométricas manuales y digitales con el objeto de verificar su aplicabilidad clínica en ortodoncia y con esto ahorrar tiempo al especialista en la obtención del diagnóstico. Sin embargo, debe existir información científica que sustente dicha práctica cefalométrica. Desde esta perspectiva, autores como Gregston et al. (2004) realizaron un estudio comparativo del método manual con el digital a través de tres softwares encontrando que no existe diferencia significativa en los valores registrados de los puntos cefalométricos analizados.

Así mismo, Prabhakar et al. (2014) analizaron 30 radiografías cefalométricas en dos softwares digitales, donde compararon 12 medidas angulares y 9 lineales de tejido duro en trazados manuales y digitales encontrando que no existe una diferencia significativa entre dichas mediciones con ambos métodos de trazado cefalométrico.

Autores como Aguilar y de Alba (2020) analizaron la concordancia entre trazado cefalométrico manual y digital con el programa NemoCeph, en el que utilizaron ocho medidas lineales y angulares del análisis cefalométrico de Steiner en 70 radiografías laterales de cráneo digitales concluyendo que existe un coeficiente de correlación intraclase mayor a 0.75, estableciendo que el sistema digital exhibe la misma precisión del manual con ventajas en un mundo digital.

Debido a que el ortodoncista se encuentra inmerso en un mundo tecnológico, donde a diario en su gabinete dental realiza desde compras digitales de productos, transacciones bancarias, pagos de servicios básicos y puesto que desde la palma de la mano se realizan todo este tipo de operaciones financieras, donde se ahorra tiempo, transporte y largas filas en las respectivas instituciones, se le puede facilitar en su consulta especializada la emisión de diagnósticos y planes de tratamiento ortodónticos obtenidos por software de inteligencia artificial comparables científicamente con los obtenidos por trazado manual, siendo este último el gold estándar para el ortodoncista.

Es por tal motivo que inspirados en el avance tecnológico en odontología y ortodoncia y los beneficios que los softwares informáticos conllevan para brindar una atención especializada con calidad, se vio necesario llevar a cabo la presente investigación con la que se pretende determinar ¿Cuál es la concordancia diagnóstica entre trazado manual y digital según la cefalometría de Steiner en pacientes atendidos en el posgrado de ortodoncia UNAN-León?

Los resultados de esta investigación beneficiarán a los ortodoncistas de práctica asistencial donde tendrán bases científicas para el uso de software informáticos en su atención especializada basados en la evidencia científica, así como también al Programa de Posgrado de Ortodoncia de la UNAN-León, que podrá seguir motivando su implementación con los residentes de la especialidad y se podrá perfilar como un programa de educación superior que implementa los avances tecnológicos.

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar la concordancia diagnóstica entre el trazado manual y digital para la determinación de la Cefalometría de Steiner en pacientes atendidos en la especialidad de ortodoncia UNAN-León, febrero-mayo 2024.

Objetivos específicos:

1. Determinar las medidas cefalométricas según Steiner obtenidas a través del trazado cefalométrico manual y digital utilizando radiografías diagnósticas.
2. Identificar la clase esquelética de los pacientes atendidos en la especialidad de ortodoncia de acuerdo con el trazado manual y digital en radiografías cefalométricas.
3. Correlacionar las medidas cefalométricas en trazado cefalométrico manual y digital de Steiner.

III. MARCO TEÓRICO

1. Desarrollo histórico de la Cefalometría.

La cefalometría comenzó a utilizarse en la estomatología forense y luego se extendió a las especialidades clínicas. En el año de 1922 aparecen los primeros análisis cefalométricos que encontramos en la literatura. Estos corresponden a: Dreyfus (Suiza), a Spencer Atkinsons que estableció la utilidad del uso de la telerradiografía para determinar la relación del primer molar superior permanente con la llave que aparece sobre el mismo, a la que se le llamó cresta llave de Atkinsons y al Dr. Ubaldo Carrea, prestigioso profesor argentino (Companioni et al. 2008).

El Dr. Carrea publica en el año de 1923 su trabajo "Perfil delineado" para 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. Empleó su cefalograma para crear su amplia y completa clasificación de anomalías de los maxilares en los tres sentidos del espacio, que además tenía en cuenta las relaciones dentarias (Companioni et al. 2008).

En 1948, Downs, diseñó un método de análisis con cuyo perfeccionamiento llegó a demostrar su utilidad en el diagnóstico y plan de tratamiento en Ortodoncia, sentando las bases de muchos de los que aparecieron posteriormente. Fue el primer análisis utilizado en el diagnóstico ortodóntico y el que divulgó, posteriormente, la aplicación de las medidas cefalométricas como medio de diagnóstico, además de su utilidad en el estudio del crecimiento y desarrollo craneofacial.

En su cefalograma Downs, lo utilizó para diagnosticar anomalías de posición de los maxilares y de los dientes, pero no se podían estudiar anomalías de volumen. Es importante recalcar que, para este análisis, empleó información de los estudios de

Broadbent, Brodie y Björk para seleccionar tratamientos en patrones individuales. Su análisis fue presentado en la Universidad de Illinois en un encuentro de graduados del departamento de Ortodoncia.

2. Proporciones Antropomórficas.

En el siglo XVI, es el artista Leonado DaVinci quien crea un estudio de las proporciones antropomórficas del ser humano considerando las matemáticas convirtiendo su análisis en reproducible y transmisible; este se basaba en el trazado con líneas rectas que se forman uniendo puntos de las estructuras anatómicas homólogas y ya para el año 1603 Albrecht Dürer realiza varios dibujos en los que propone un sistema de trazos empleados para determinar los diferentes tipos de perfiles del rostro humano: recto, convexo y cóncavo (Pellicer Castillo, 2014).

Figura 1

Boceto de Leonardo Da Vinci que representa los primeros estudios de las proporciones faciales mediante las matemáticas.



Fuente: Pellicer Castillo (2014, p.33).

3. Mediciones mediante la antropometría.

La antropometría es una técnica, que implica la medición de las dimensiones esqueléticas en individuos vivos. Los distintos puntos cefalométricos anatómicos establecidos en los estudios del cráneo seco, son medidos en los individuos vivos usando los puntos del tejido blando que recubren estos puntos óseos (Pellicer Castillo, 2014).

Figura 2

Mediciones por antropometría en sujetos vivos.



Fuente: Pellicer Castillo (2014, p.24).

4. Primeros estudios cefalométricos.

La cefalometría como instrumento de diagnóstico, fue descrita por B. H. Broadbent en la primera mitad del siglo XX (Broadbent, 1931), los primeros reportes de su uso clínico los dieron Brodie, Down y Goldstein. En la década de los 50, se señaló que muchos de los problemas, fracasos y recidivas en tratamientos de ortodoncia, tenían por origen la falta de un análisis cefalométrico completo de las estructuras faciales y óseas (Sandoval et al. 2011).

Steiner se basó fundamentalmente en los trabajos de Northwestern y Downs para su elaboración. En 1959, incorporó algunos elementos de Ricketts y de Holdaway, que completarían sus puntos de vistas de la aplicación de la cefalometría al

diagnóstico ortodóntico. Steiner elaboró sus medidas iniciales basándose en una actriz de Hollywood. Sassouni fue el primero en enfatizar las relaciones verticales y horizontales.

Dentro de otros aspectos importantes, se puede destacar:

- En 1960, Ricketts, presentó su cefalograma en EE. UU y ya para 1965, diseña el Objetivo Visual de Tratamiento o VTO, la que permite al ortodoncista visualizar los cambios que deben producirse y prescribir el tratamiento necesario para lograr que eso suceda.
- En 1969, Enlow y colaboradores presentaron un análisis muy complejo por la utilización de numerosos puntos y de variables cefalométricas, pero este se ha visto facilitado por la utilización de la computación, lo cual le permitió el análisis de más de 200.000 individuos.
- En 1973 a 1980 surgen las propuestas de análisis cefalométricos de Bimler, Wits, Delaire y McNamara.
- Otros autores han realizado diferentes análisis cefalométricos entre los que se encuentran Arnett Bergman, Di-Paolo, Quiros, Trujillo, Bigerstaff, Legan-Burstone, Wolford, Bell, Epcker, etc. algunos de estos análisis cefalométricos son específicos para ciertos procedimientos como la cirugía ortognática (Companioni et al. 2008).

La cefalometría ha desarrollado en los últimos sesenta años cientos de análisis cefalométricos para los estudios de crecimiento y desarrollo, determinación de las relaciones intermaxilares, entre los tejidos blandos y el perfil óseo, entre los dientes y sus bases óseas, en el diagnóstico estético, en la predicción de los objetivos visuales de tratamiento, entre otros. La acelerada historia de la cefalometría radiográfica aún se escribe hoy con todos los profesionales que cada día la utilizan y la desarrollan (Companioni et al. 2008).

5. Análisis Cefalométricos.

Los estudios cefalométricos, como elementos auxiliares de diagnóstico son de utilidad en la clínica ortodóncica porque buscan determinar el origen de las maloclusiones, se obtienen datos complementarios de utilidad durante el tratamiento, con el análisis detallado se elabora un listado de prioridades, así como es posible predecir las limitaciones, y comprobar los resultados (Maris et al. 2019).

Existen diversos protocolos de acuerdo con el estudio cefalométrico, con el fin de diagnosticar una maloclusión y definir un plan de tratamiento, sin embargo se plantean ciertos requisitos en relación a la imagen y al trazado; dentro los cuales se tiene que tener presente que la imagen debe tener muy buena definición y contraste para poder observar los reparos anatómicos a partir de los cuales se determinan puntos y se trazan líneas, estableciendo planos y ángulos, el trazado puede ser manual con el calco de los reparos anatómicos realizados por el operador, con auxilio de una plantilla o digitalizado (Maris et al. 2019).

5.1. Consideraciones de los estudios cefalométricos laterales

El cefalograma de Björk-Jarabak permite detectar las reacciones de un paciente ante distintos procedimientos terapéuticos. Es útil para pacientes en crecimiento porque permite ver qué características tiene y si ellas actuarán a favor o en contra de la corrección de la maloclusión. Si se detecta que tenderán a agravar la situación, han de tomarse recaudos, cambios que permitan adaptar los procedimientos y hacer un pronóstico más certero (Maris Flores et al. 2021).

El estudio de McNamara tiene la ventaja de utilizar medidas lineales, en lugar de angulares, lo cual disminuye el margen de error analizando tanto el sentido sagital como el vertical, cuantifica la influencia de los cambios verticales sobre el sentido

anteroposterior y permite una interpretación básica de las vías aéreas. Se utiliza en pacientes en crecimiento y en adultos (Maris Flores et al. 2021).

Ricketts usa puntos ya conocidos tanto en el perfil duro como en el blando, llamados antropométricos o craneométricos. También utiliza otros puntos denominados derivados o virtuales, que se ubican en intersecciones de planos o en lugares en que un borde pasa de cóncavo a convexo. Es complejo por la utilización de numerosos puntos que dan lugar a un elevado número de variables. Se refiere, no sólo a lo que presenta el paciente al inicio del tratamiento, sino a la proyección a futuro, es decir, cuánto se modificará naturalmente con el crecimiento y cómo se influirá con la terapéutica (Maris Flores et al. 2021).

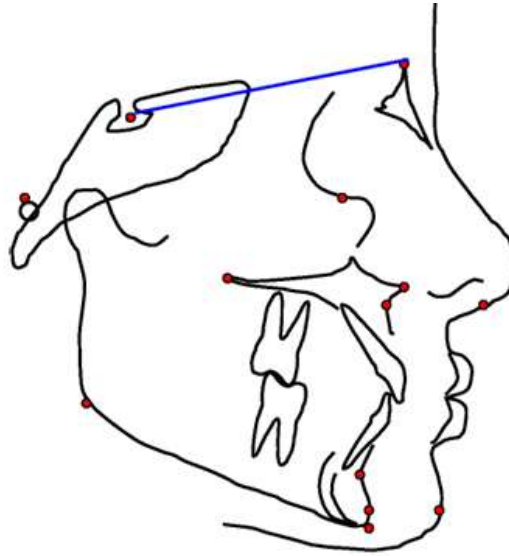
6. Cefalometría de Steiner

Este análisis fue presentado en los años 50 por Cecil C. Steiner y se basó en los trabajos de Northwest, Downs, Wylie Reidle, Margolis y otros. En su análisis presentaba las mediciones en un patrón de tal forma que no solo destacaba las mediciones individuales, sino también las relaciones existentes entre ellas determinando la naturaleza, ubicación y extensión de las anomalías dentofaciales, para la cual ofreció pautas específicas para poder aplicar las mediciones cefalométricas a la planificación por medio del establecimiento de metas de tratamiento específico (Acosta, 2014).

Usó el plano SN como base para medir otros ángulos. Es el plano del cráneo que corre desde el centro de la Silla Turca hasta el punto anterior de la estructura frontonasal. Representa la base anterior del cráneo (Rojas y otros, 2014). Pero se debe mencionar que SN, 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 SN por ser una línea de referencia donde sus puntos se desvían poco de su posición fija en el cefalostato (Acosta, 2014).

Figura 3

Plano SN



Fuente: Rojas et al. (2014, p.22).

6.1. Puntos cefalométricos:

- Nasion (N): es el punto más anterior de la sutura frontonasal.
- Espina Nasal Anterior (ENA): esta denota el límite anterior del suelo nasal.
- Espina Nasal Posterior (ENP): esta representa el límite posterior y medio de los huesos palatinos.
- Punto A: es el punto más profundo de la concavidad anterior del maxilar superior.
- Punto B: es el punto más profundo de la concavidad anterior de la sínfisis mandibular.
- Pogonion (Pg): es el punto más prominente de la sínfisis.
- Punto mentoniano (M): es el punto más inferior del reborde de la sínfisis.
- Punto D: es un punto geométrico localizado en la sínfisis.
- Punto Sella (S): es un punto geométrico localizado en el centro de la silla turca del esfenoides.
- Gnation (Gn): es el punto del ángulo mentoniano localizado entre M y Pg.

- Gonion (Go): es el punto del ángulo goníaco, bisectriz entre los bordes posterior e inferior de la mandíbula.
- Basion (Ba): es el punto más anteroinferior del agujero occipital.
- Punto E: representa a una perpendicular de la zona más distal del cóndilo hacia la prolongación del plano S-N.
- Punto L: denota una perpendicular a S-N que pase por Pg (Espichan, 2017).

6.2. Elementos del análisis de Steiner:

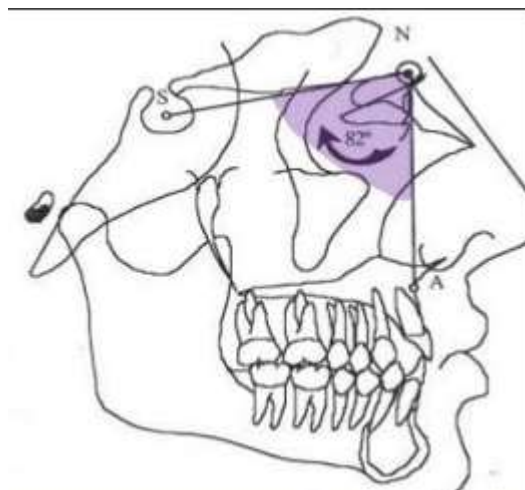
6.2.1. Análisis esqueletal

▪ Ángulo SNA:

Este indica la posición anteroposterior del hueso maxilar en relación con la parte anterior de la base craneal. A Steiner no concierne importante el ángulo SNA tanto como a ANB porque en sí solo muestra si la cara protruye o retruye debajo del esqueleto (Caparachin, 2022).

Figura 4

Ángulo SNA



Fuente: Espichan (2017, p.33).

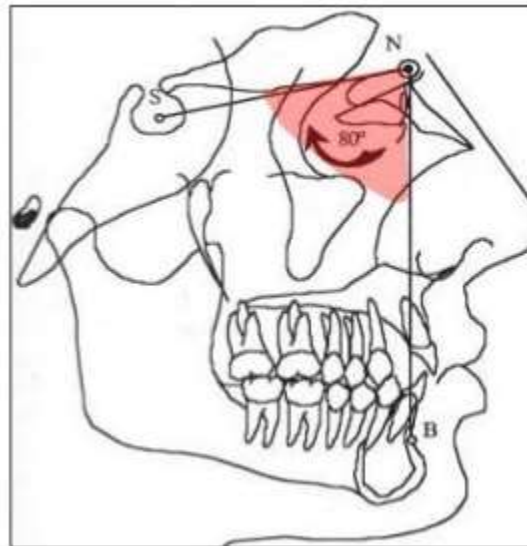
- **Ángulo SNB:**

Este se utiliza para valorar la posición anteroposterior de la mandíbula y su relación con otras estructuras. Para esto toma ideas prestadas de Wylie y forma una línea desde el punto más distal de la cabeza del cóndilo y la traza perpendicular a la línea SN, esa intersección se llamará entonces Punto E. Se expresa la localización mesiodistal del cóndilo.

A su vez para interpretar aún mejor su dimensión anteroposterior se proyecta el punto más anterior del cuerpo de la mandíbula (Pg: dependiente) a la línea SN y a ese punto lo llamaron L (Caparachin, 2022).

Figura 5

Ángulo SNB



Fuente: Espichan (2017, p.33).

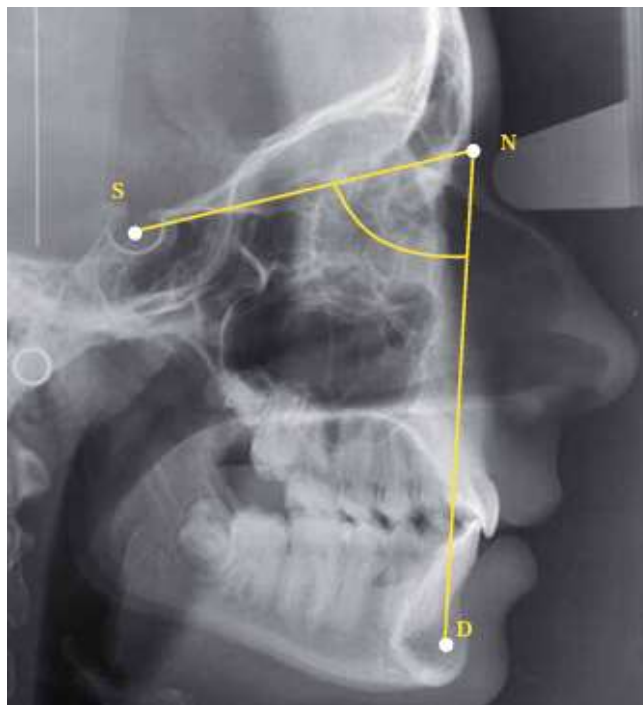
- **Ángulo SND:**

D es el punto localizado en el centro de la sección transversal del cuerpo de la sínfisis. Representa la localización anteroposterior del cuerpo mandibular y evalúa cambios de posición.

El punto D puede también ser usado para determinar cambios en la posición de los dientes mandibulares, y se traza perpendicular a línea Go-Gn, y lo llamaron línea D.

Figura 6

Ángulo SND



Fuente: (Magnitudes cefalométricas. Resumen del análisis cefalométrico)

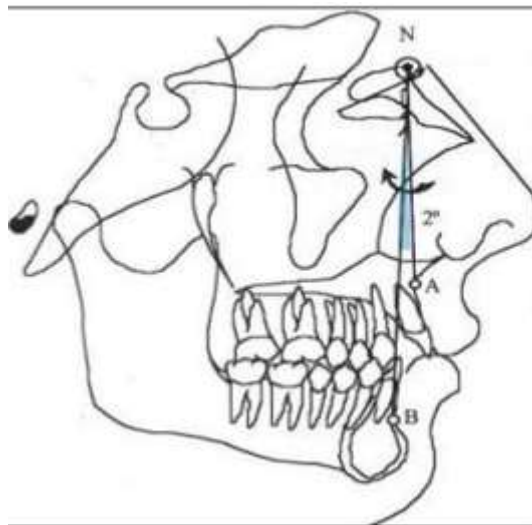
- **Ángulo ANB**

La diferencia entre SNA y SNB es el ángulo ANB que indica la magnitud de la discrepancia maxilar esquelética al relacionar la maxila con la mandíbula.

Los ángulos aumentados indican una relación de clase II, mientras que los ángulos negativos indican una relación de clase III.

Figura 7

Ángulo ANB

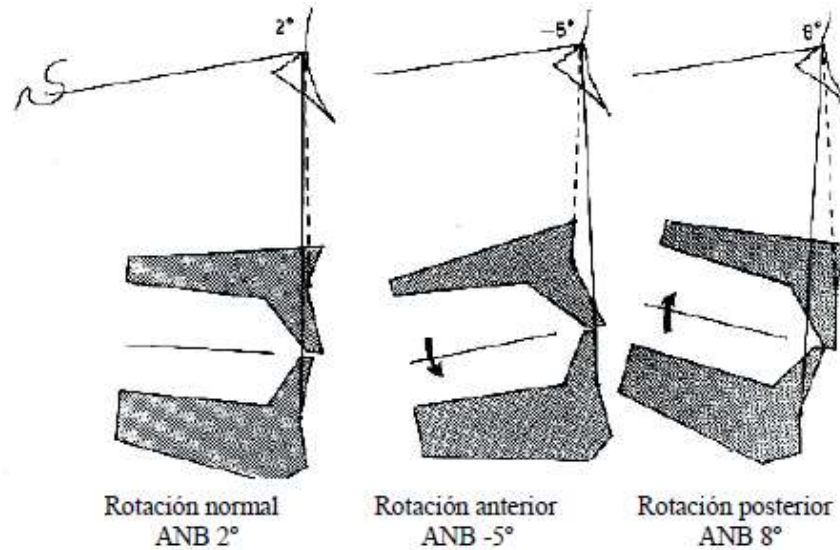


Fuente: Espichan (2017, p.34)

Diversos estudios demuestran que, en parte, las variaciones del ángulo ANB se deben a otros factores además de las discrepancias de las bases apicales en sentido sagital, como el desplazamiento anteroposterior y vertical del punto N y la rotación de los maxilares respecto al cráneo (Beckett, 2009).

Figura 8

Variación del ángulo ANB por efecto de la rotación de los maxilares respecto al cráneo.



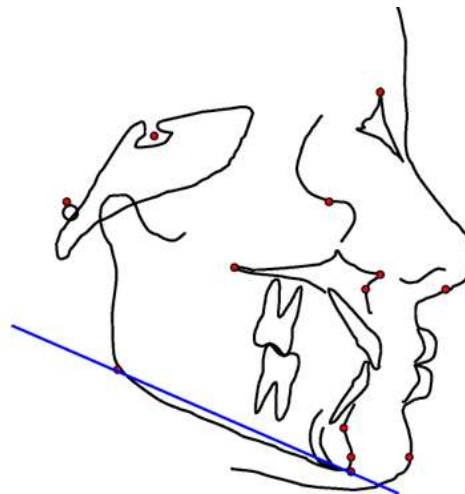
Fuente: Beckett (2009, p.19)

▪ **Plano mandibular:**

Es el plano que pasa por el Gonion habiendo partido de Gnation.

Figura 9

Plano mandibular



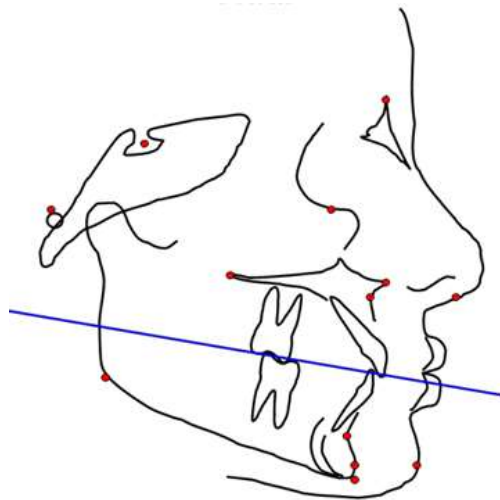
Fuente: Rojas et al. (2014, p.27).

- **Plano oclusal:**

Se localiza en la unión de dos puntos, uno situado en la intercuspidación de los primeros molares y el otro localizado en la mitad del entrecruzamiento de los bordes incisales de los incisivos centrales (superior e inferior).

Figura 10

Plano oclusal



Fuente: Rojas et al. (2014, p.26).

6.2.2. Análisis Dental

Otras medidas son las que se consiguen relacionando los incisivos superiores con la línea NA y los incisivos inferiores y el mentón con la línea NB; se miden la inclinación angular de cada incisivo, y la distancia en milímetros entre el borde incisal y la línea vertical.

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.

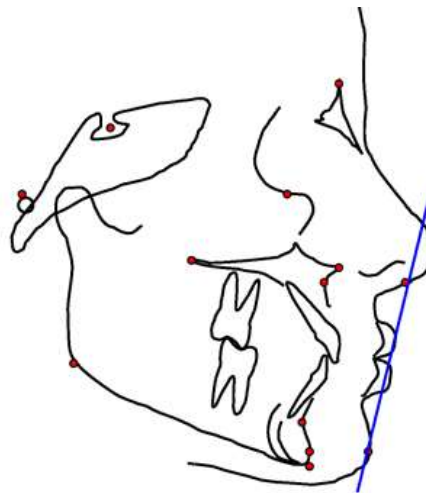
La prominencia del mentón se compara con la del incisivo inferior y determina el equilibrio entre ambos, lo que se conoce como cociente de Holdaway, se mide la distancia entre la superficie labial del incisivo inferior a la línea NB y con esta medida se evalúa el equilibrio en el tercio inferior de la cara (Barahona & Benavides, 2006).

6.2.3. Análisis Estético

Se basa en la línea “S” que va desde el Pg cutáneo al ala de la nariz y los labios dictan el balance. (Barahona & Benavides, 2006)

Figura 11

Plano estético



Fuente: Rojas et al. (2014, p.30).

Es importante identificar los valores normales de cada uno de los campos del análisis de Steiner para conocer cuáles son las listas de problemas del paciente. El análisis muestra una desviación estándar menor y mayor que implica las distintas variaciones respecto a la norma y que determinan el tipo de alteraciones en el plano sagital que presenta cada individuo.

A continuación, se presenta la tabla con el resumen de todas las mediciones de la cefalometría de Steiner:

Tabla 1

Campos del análisis de Steiner con su norma y desviación estándar.

Medida	Valores		
	Mínimo	Media	Máximo
Análisis esquelético			
SNA	80	82	84
SNB	78	80	82
ANB	1	3	5
SND	74	76	78
Distancia SE	20	22	24
Distancia SL	49	51	53
Ángulo del plano oclusal	10	14	18
Ángulo del plano mandibular	28	32	36
Análisis dental			
Posición IS	3	4	5
Posición II	3	4	5
Distancia Pg a NaB	3	4	5
Ángulo interincisivo	125	131	137

Ángulo IS	20	22	24
Ángulo II	23	25	27
Análisis de tejidos blandos			
Protrusión labio superior	0	0	0
Protrusión labio inferior	0	0	0

Fuente: Pellicer Castillo (2014, p.46,47).

7. Radiografía digital cefalométrica

La tecnología digital ha mostrado tener varias ventajas comparadas con las tradicionales, ya que se logra la adquisición de imágenes de manera inmediata y con menores tiempos de exposición a los rayos X, se evitan los procesos de revelado y con estos la contaminación disminuye, simplifica el almacenamiento y facilita el seguimiento de cada paciente, obteniéndose de esta manera una mayor calidad de imagen y exactitud en las mediciones ya que al mismo tiempo que arrojan información automática, pueden ser mejoradas debido al acercamiento de las estructuras (García Blanquel, 2019).

7.1. Softwares digitales

El uso de los softwares digitales para el trazado cefalométrico ha considerado que mejora el diagnóstico radiográfico ya que una vez realizado el procedimiento de la toma radiográfica y la identificación de los puntos cefalométricos solicitado, el software automáticamente calcula la distancia y angulación de los puntos seleccionados, disminuyendo de este modo los errores que se puedan tener al momento de utilizar el protractor, o al momento de recolectar las mediciones (García Blanquel, 2019).

7.2. Programa WebCeph

WebCeph es una plataforma en línea de ortodoncia y ortognática basada en inteligencia artificial que recientemente está ganando popularidad debido a sus muchas opciones deseables que pueden simplificar la planificación del tratamiento de ortodoncia y la adquisición de registros de pacientes. Estos incluyen trazado cefalométrico automático, análisis cefalométrico, simulación de tratamiento visual, superposición automática, archivo de imágenes y galería de fotografías. Además, WebCeph permite la edición manual de puntos de referencia con cálculo automático de medidas (Yassir y otros, 2022).

8. Técnicas de trazado cefalométrico

El trazado cefalométrico debe realizarse con la mayor precisión posible para la identificación de los puntos cefalométricos o puede realizarse también con algún programa computarizado, de este modo es aconsejable que se utilicen los mismos colores al momento de trazar las estructuras anatómicas para facilitar la visualización del trazado cefalométrico (García Blanquel, 2019).

8.1. Método Manual:

El análisis cefalométrico manual es aquel en el cual se coloca el papel calco sobre la radiografía cefálica lateral, en las esquinas superiores de la radiografía se ubica cinta adhesiva transparente para el pegado de la hoja con la radiografía, y así poder tener mejor estabilidad, posteriormente se visualizan en un negatoscopio. Se procede a trazar todas las estructuras anatómicas y localizados los puntos, se ubica una hoja blanca entre la radiografía y la hoja de acetato, para comenzar a trazar planos y ángulos. Los trazados originales deben ser hechos de color negro, los demás de otros colores para facilitar la interpretación (Caparachin, 2022)

8.1.1. Ventajas:

El trazado cefalométrico manual tiene un papel importante que desempeñar en el diagnóstico ortodóncico, así como en la enseñanza y capacitación de pregrado y posgrado ya que en situaciones de restricciones financieras donde el software cefalométrico por computadora no es asequible, el rastreo manual sigue siendo una herramienta útil y por ello se requiere entrenamiento en las habilidades del análisis manual para potenciar su confiabilidad (Tene & Martínez, 2022).

8.1.2. Desventajas:

Dentro de las ventajas se pueden enumerar:

- Este proceso manual puede llevar mucho tiempo.
- Las medidas obtenidas podrían estar sujetas a errores y/o variaciones y esto puede deberse a diferentes niveles de entrenamiento o experiencia del operador y a otras circunstancias como la presión del tiempo y la fatiga o cansancio que el mismo pudiera presentar en un determinado momento.
- El análisis manual requiere de una serie de equipos, como un negatoscopio, protractor, portaminas, entre otros, lo cual resulta poco práctico.
- El grosor de las líneas y puntos puede afectar el resultado al tratarse de mediciones milimétricas (Tene & Martínez, 2022).

8.2. Método Digital:

El método digital busca reducir el margen de error de las mediciones en el análisis cefalométrico y también a reducir el tiempo de trabajo. La tecnología ha estado buscando encontrar algún sistema de diagnóstico para las distintas especialidades odontológicas dentro de ellas para la especialidad de ortodoncia la cual nos permita medir el crecimiento y desarrollo craneofacial (Caparachin, 2022)

8.2.1. Ventajas:

Dentro de las ventajas del uso de métodos digitales se pueden mencionar:

- Mayor nitidez y debido a esto proporciona la identificación de los puntos y estructuras anatómicas de manera más rápida y precisa (Esteva et al. 2014).
- Reduce la contaminación ya que elimina el uso de papel cefalométrico para efectuar el trazado al permitir utilizar radiografías en formato digital.
- Ayuda a superar las limitaciones de tiempo y las inconsistencias intra e inter examinadores en profesionales de la ortodoncia.
- Los puntos cefalométricos que son difíciles de distinguir con el método manual se pueden visualizar a través de imágenes digitales ajustando la configuración de contraste (Tene & Martínez, 2022).

8.2.2. Desventajas:

- Una desventaja de los métodos digitales es el hecho de necesitar un software lo cual implica adquirir una licencia para el análisis cefalométrico digital.
- Además de requerir una computadora o teléfono inteligente con características especiales para soportar dicho software. (Tene & Martínez, 2022).
- Desconocimiento del uso del software cefalométrico por parte de ortodontistas.
- Acceso limitado debido a los costos de compra de la licencia del software (Esteva et al. 2014).

9. Maloclusiones sagitales

- **Maloclusión de Clase I:**

Esta se produce cuando hay una relación normal de los molares, pero la línea de oclusión es errónea debido a una posición dental incorrecta, rotaciones, anomalías en las relaciones verticales, transversales o por la desviación sagital de los incisivos.

- **Maloclusión de Clase II:**

División I. Los incisivos centrales superiores se encuentran en protrusión, el resalte esta aumentado. La sobremordida puede estar aumentada, normal o disminuida.

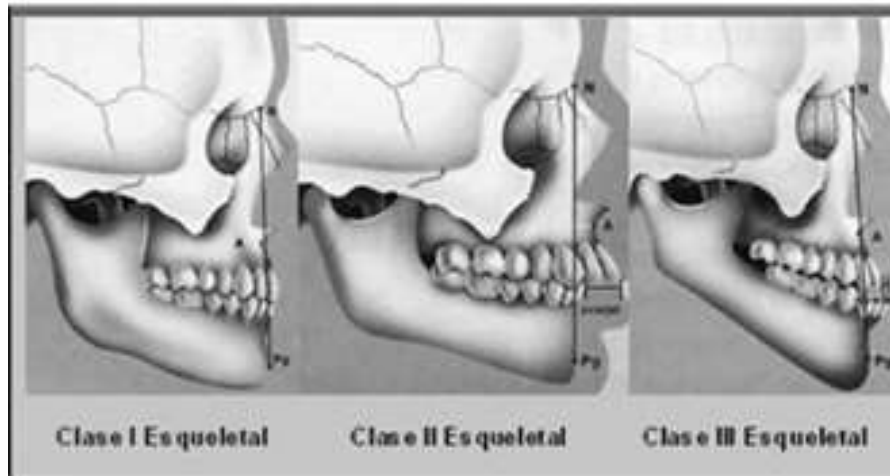
División II. Los incisivos centrales superiores están retro inclinados, los incisivos laterales proinclinados, el resalte está disminuido y la sobremordida aumentada.

- **Maloclusión de Clase III:**

Esta se da cuando el surco vestibular del primer molar inferior ocluye por mesial de la cúspide vestibular del primer molar superior. Cuando la Clase II o la Clase III se encuentran solamente en un lado se llama mordida u oclusión unilateral.

Figura 12

Maloclusiones esqueléticas en sentido sagital.



Fuente: Espichan (2017, p.28).

10. Estudios relacionados

Esteve et al. (2014) realizaron un estudio comparativo entre la cefalometría digital y manual con radiografías digitales utilizando el programa cefalométrico computarizado NemoCeph, donde utilizaron 20 radiografías digitales de lateral de cráneo y compararon 12 medidas: seis lineales y seis angulares, en la cual no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los dos grupos, concluyendo que existe una excelente confiabilidad para el uso cotidiano del software informático para realizar diagnósticos cefalométricos, pero usando radiografías digitales.

Kochar et al. (2015) realizaron un estudio donde compararon las mediciones de 18 parámetros cefalométricos obtenidos mediante el método manual y de software computarizado en 100 cefalogramas laterales digitales directos y cefalogramas laterales escaneados para determinar la validez de los métodos y el tiempo requerido. En sus resultados encontraron diferencias estadísticamente significativas

para varios parámetros, pero las diferencias no fueron clínicamente significativas y concluyeron que existía validez y reproducibilidad de varios parámetros cefalométricos mediante el trazado manual y con software de imágenes digitales directas e imágenes escaneadas de cefalograma lateral estaban altamente correlacionadas, así mismo determinaron que en comparación con el método manual, el seguimiento mediante software cefalométrico proporciona una importante ventaja de tiempo.

Farooq et al. (2016) realizaron un estudio con el fin de evaluar y comparar la precisión y confiabilidad de las mediciones cefalométricas entre el método computarizado de radiografías digitales directas y el trazado manual convencional, utilizando 50 radiografías cefalométricas, donde se definieron 30 puntos de referencia anatómicos en cada radiografía utilizando 5 análisis esqueléticos (Steiner, Wits, Tweeds, McNamara, Rakosi Jarabak). En los resultados encontraron que las variables mostraron consistencia entre los dos métodos, excepto para las mediciones de 1-NA, eje Y, y el ángulo interincisal que fueron mayores en el trazado manual y mayor ángulo del eje facial en el trazado digital y concluyeron que la mayoría de las mediciones comúnmente utilizadas fueron precisas, excepto algunas mediciones y determinaron que debido a las ventajas de las imágenes digitales, como la mejora, la transmisión, el archivo y las bajas dosis de radiación, hacen que se prefiera al método convencional en el uso diario.

Reynoso (2020) realizó una investigación donde evaluó la concordancia de las mediciones intra e interexaminador obtenidas al utilizar 2 métodos de evaluación cefalométrica: manual y computarizado; en la cual seleccionaron 5 radiografías laterales estrictas en formato físico y digital donde 10 residentes de la especialidad de ortodoncia realizaron mediciones en dos momentos. Se encontró una alta concordancia entre las mediciones realizadas con el método manual y computarizado y se concluye que, hay una alta concordancia inter e intraexaminador y una alta correlación entre las mediciones realizadas mediante el método manual y computarizado.

Calle et al. (2021) realizaron un estudio donde evaluaron la diferencia entre el trazado cefalométrico manual con el digital utilizando el análisis de Steiner en 78 radiografías laterales de cráneo. En los resultados encontraron que no hubo diferencia significativa en la mayoría de las mediciones hechas de manera manual y digital, siendo el ángulo interincisal la única medición angular en la cual hubo diferencia significativa. Mientras tanto, en las mediciones lineales, la única medición en la que hubo diferencia significativa fue en el segmento incisivo inferior. Estos autores llegaron a la conclusión de que no se encuentran diferencias significativas entre el trazado cefalométrico manual y el digital.

Morales (2023) realizó un estudio con el propósito de comparar la concordancia entre el método manual y los softwares digitales NemoCeph y WebCeph. Se encontró una concordancia casi perfecta entre los tres métodos. Se obtuvo la mayor concordancia entre el trazado de NemoCeph y el método manual. Sin embargo, concluyeron que tanto el programa informático NemoCeph como el WebCeph son confiables para realizar el trazado cefalométrico al compararse con el método de trazado manual.

Zavaleta et al. (2024) realizaron un estudio para comparar la eficiencia y precisión del programa NemoStudio 2020 para trazados cefalométricos, comparándolo con el método manual tradicional que utiliza el análisis de Steiner en 166 radiografías laterales de cráneo. Los resultados destacan una correlación sobresaliente entre el trazado manual y el digital, con un coeficiente de intraclass superior a 0.94 y un intervalo de confianza del 95%, indicando una fuerte correlación entre ambos métodos. No se observaron diferencias significativas en las medidas evaluadas. La conclusión revela que tanto el trazado cefalométrico manual como el digital a través de NemoStudio 2020 son consistentes y confiables. La falta de diferencias relevantes en las medidas respalda la idoneidad de ambos métodos para cefalometrías. Este estudio subraya la confiabilidad de NemoStudio 2020 en comparación con el método manual, ofreciendo una alternativa eficiente y precisa en la realización de trazados cefalométricos.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

A. Tipo de Estudio:

El estudio realizado fue Cuantitativo en el que se realizó análisis descriptivo y correlacional.

B. Área de estudio:

El área de estudio fue la Clínica del posgrado de Ortodoncia de la UNAN-León, la que se encuentra ubicada en el Edificio Niños Mártires de Ayapal del Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador (RUCFA). El RUCFA de la UNAN-León, se ubica del Cementerio de Guadalupe de la ciudad de León 200 metros al sur.

C. Población de estudio:

La población de estudio estuvo conformada por 30 radiografías cefalométricas en formato físico y digital de pacientes atendidos en el posgrado de Ortodoncia de la UNAN-León en el periodo febrero a mayo 2024.

D. Muestra y muestreo:

La muestra estuvo conformada por la totalidad de la población de estudio siendo esta de 30 radiografías cefalométricas de pacientes atendidos en el posgrado de ortodoncia en el periodo de estudio.

El tipo de muestreo fue por conveniencia, ya que fueron seleccionadas únicamente las radiografías cefalométricas que cumplieron con los criterios de inclusión.

E. Unidad de análisis:

La unidad de análisis fue cada radiografía cefalométrica en formato físico y digital disponibles en el posgrado de ortodoncia.

F. Criterios de inclusión

Las radiografías cefalométricas fueron seleccionadas bajo los siguientes criterios:

- Radiografías cefalométricas de pacientes atendidos en el posgrado de ortodoncia en el periodo de estudio.
- Radiografías cefalométricas en formato digital procedentes del banco de radiografías laterales del posgrado.
- Radiografías cefalométricas en formato físico sin rayas ni manchas y que se observen con claridad en el negatoscopio.
- Radiografías cefalométricas en formato físico y digital que presenten buen contraste radiográfico, nitidez y que no presenten distorsión.

G. Criterios de exclusión:

Se excluyeron del estudio:

- Radiografías cefalométricas de pacientes con algún síndrome craneofacial.
- Radiografías cefalométricas con mala angulación u otros defectos que imposibiliten la ubicación de los puntos cefalométricos.
- Los puntos cefalométricos SND, Segmentos SE, SL y la angulación del incisivo superior con SN, porque no los contempla el programa WebCeph en su análisis cefalométrico.

H. Prueba Piloto:

Previo a la recolección de datos, se llevó a cabo el pilotaje de la presente investigación con 5 radiografías cefalométricas que no formaron parte del estudio.

El propósito de la prueba piloto fue el de validar el instrumento de recolección de la información, así como la calibración de la examinadora en la ubicación de los puntos cefalométricos de las radiografías cefalométricas con trazado manual y digital.

En esta fase se realizó una estandarización de criterios con un experto, en este caso fue el tutor quien validó la experticia adquirida por la investigadora para iniciar el proceso de recolección de los datos.

I. Recolección de datos:

Los datos demográficos, tales como la edad y sexo, se obtuvieron de los expedientes clínicos de los pacientes del posgrado de Ortodoncia de la UNAN-León

Las radiografías en formato digital se recolectaron del correo electrónico del posgrado y fueron debidamente archivadas con la referencia del paciente correspondiente.

Se realizaron dos trazados cefalométricos: manual y digital.

Para el trazado manual se utilizó la radiografía cefalométrica en físico, la que se colocaba encima del negatoscopio, se colocaba el papel calco y con lápiz de grafito se realizaba la silueta de las estructuras anatómicas según se apreciaban. La hoja obtenida se fotocopiaba para tener a mano la original por cualquier error técnico.

Para la ubicación de los puntos cefalométricos se utilizaron lapiceros de colores, reglas y transportadores de ángulo para posteriormente llevar a cabo el análisis cefalométrico según Steiner y la información se plasmaba en la ficha recolectora de datos.

El trazado digital se llevó a cabo en el software WebCeph versión 1.5.0 para el análisis cefalométrico. En este se ingresaban los datos de cada paciente para su respectivo registro, posteriormente a través de la IA (Inteligencia Artificial) del programa se realizaba la identificación digital de los puntos cefalométricos, luego se realizaba la modificación de los puntos cefalométricos que se consideraron no precisos y se procedió a guardar el trazado. Los datos obtenidos se plasmaron en la ficha recolectora de datos.

J. Aspectos éticos

En esta investigación se hizo cuidado de la identidad del paciente y se colocaron las iniciales en la ficha recolectora de datos con un código asignado para verificar algunos datos de ser necesario. La información recolectada fue manejada con sigilo médico profesional y con fines de investigación científica.

K. Procesamiento de los datos

Los datos recolectados fueron debidamente introducidos en una base de datos elaborada en el programa SPSS versión 27 para Windows. De esta se obtuvieron tablas con medidas de tendencia central para datos agrupados como media y de dispersión se utilizó la desviación estándar, las que fueron utilizados para comparar los valores de la media obtenidos de las radiografías cefalométricas con trazado cefalométrico manual y digital.

Para verificar la correlación lineal entre las medidas cefalométricas obtenidas con el trazado cefalométrico manual y las que brindó el software en la cefalometría digital, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, el que se interpretó según Roy et al. (2019) de la siguiente manera:

Coefficiente de Correlación de Pearson	Interpretación
0	Sin correlación
0.20	Correlación débil
0.50	Correlación moderada
0.80	Correlación buena
1	Correlación perfecta

Para conocer la significancia estadística se utilizó el valor crítico de $P=0.05$, donde según (Díaz & Ríos, 2018):

- Si el valor de P es menor que 0.05, los datos tienen significancia estadística y son de aplicación clínica en ortodoncia.
- Si el valor de P es mayor que 0.05, los datos no tienen significancia estadística y no tienen aplicabilidad en la práctica clínica de ortodoncia.

Las hipótesis planteadas en la presente investigación son las siguientes:

- **Hipótesis Alternativa (H1):**

Existe concordancia diagnóstica entre trazado manual y digital según la cefalometría de Steiner en pacientes atendidos en el posgrado de ortodoncia UNAN-León.

- **Hipótesis Nula (H0):**

No existe concordancia diagnóstica entre trazado manual y digital según la cefalometría de Steiner en pacientes atendidos en el posgrado de ortodoncia UNAN-León.

Para identificar el grado de concordancia entre ambos métodos de trazado cefalométrico se utilizó el Coeficiente Kappa de Cohen, el que se interpretó según (Cerde & Villarroel, 2008) de la siguiente manera:

Coeficiente Kappa	Fuerza de la concordancia
0.00	Pobre
0.01 – 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Aceptable
0.41 – 0.60	Moderada
0.61- 0.80	Considerable
0.81 – 1.00	Casi perfecta

V. RESULTADOS:

Tabla 1

Comparación de medidas cefalométricas obtenidas en trazado manual y digital según Steiner en la relación anteroposterior de la maxila.

Medida cefalométrica	Media	N	Desviación	Media de
			estándar	error
SNA_manual	83.30	30	2.973	0.543
SNA_digital	84.37	30	2.646	0.483

Fuente: Base de datos

Las medias obtenidas en ambos trazados son mayores a la norma de 82° y si se le suma el valor de la desviación estándar es mucho mayor el valor del SNA, indicando que el maxilar de los pacientes evaluados se encuentra protrusivo en relación con la base del cráneo.

De manera general se puede evidenciar la medida en las cefalometrías digitales es levemente mayor que en las manuales, y se puede apreciar que la media del error estándar es apenas de 0. 5° en los trazados manuales, lo que indica que el error es mínimo.

Tabla 2

Comparación de medidas cefalométricas obtenidas en trazado manual y digital según Steiner en la relación anteroposterior de la mandíbula.

Medida cefalométrica	Media	N	Desviación estándar	Media de
				error estándar
SNB _manual	81.07	30	1.999	0.365
SNB digital	80.53	30	3.919	0.716
ANB _manual	4.19	30	1.952	0.356
ANB _digital	4.03	30	2.056	0.375

Fuente: Base de datos.

La media obtenida en el trazado digital es de 80. 53° con una media de error estándar de 0.716° con una desviación de 3.919° indican que aparentemente la mayoría de los pacientes se encuentran en la norma de 80° y solo un poco número de casos se salen de la norma, no obstante; con la medida manual de 81.07° son mayores a la norma e indican una mandíbula protruida, sin embargo, la desviación y error estándar indican que la mayoría de los pacientes presentan esta condición.

Respecto al ángulo ANB, la norma es de 2° y en ambos trazados es mayor a 4° en este grupo de pacientes, lo que indica que al estar el ángulo aumentado indica que la mayoría de los pacientes presentan una relación esquelética clase II.

En la medida manual la desviación estándar es de 1.952° y en la digital es de 2.056, indicando que al sumar este valor los ángulos están super abiertos en algunos casos mientras que al restar este valor de la media hay casos que se acercan a la norma, pero otros disminuyen los ángulos indicando que pueden existir casos clase I y clase III esquelética.

Tabla 3

Comparación de medidas cefalométricas obtenidas en trazado manual y digital según Steiner en la relación vertical mandibular.

Medida cefalométrica	Media	N	Desviación	Media de
			estándar	error
Plano Go Gn SN _manual	28.17	30	4.534	0.828
Plano Go Gn SN _digital	28.53	30	5.117	0.934

Fuente: Base de datos.

En esta tabla se puede apreciar las medias del plano mandibular y el plano SN, donde en las medias digitales (28.53) son mayores a las manuales (28.17). Sin embargo, ambas medidas son menores a la norma de 32°, lo que indica que el crecimiento de los pacientes es horizontal, y puede manifestarse en pacientes con mordida profunda.

Así mismo, se puede evidenciar que el valor de la desviación estándar en ambos trazados es mayor a 4°, dato que al sumársele a la media obtenida brinda valores mayores a la norma, lo que indica que hay casos que evidencian un crecimiento vertical, siendo esta característica común en pacientes con mordida abierta esquelética.

Tabla 4

Comparación de medidas cefalométricas obtenidas en trazado manual y digital según Steiner en la relación ocluso-craneal.

Medida cefalométrica	Media	N	Desviación estándar	Media de
				error estándar
Plano oclusal-SN _manual	12.87	30	3.235	0.591
Plano oclusal-SN _digital	11.27	30	4.660	0.851

Fuente: Base de datos.

En esta medida cefalométrica, en ambos trazados la media obtenida es menor a la norma de 14° , lo que indica una disminución del ángulo indicativo de pacientes con crecimiento horizontal. Sin embargo, al sumarle las desviaciones estándar, habría casos mayores a la norma, indicando que existen casos de pacientes con patrones de crecimiento vertical.

Tabla 5

Comparación de medidas cefalométricas obtenidas en trazado manual y digital según Steiner en la relación inciso maxilar.

Medida cefalométrica	Media	N	Desviación	Media de
			estándar	error
Distancia 1-NA mm _manual	6.27	30	2.348	0.429
Distancia 1-NA mm _digital	7.27	30	4.187	0.764
Ángulo 1-NA grado _manual	25.80	30	6.424	1.173
Ángulo 1-NA grado _digital	27.17	30	8.816	1.610

Fuente: Base de datos.

En esta tabla se puede observar la distancia entre el borde incisal del incisivo superior y el plano NA, la cual fue mayor a la norma de 4 mm en ambos trazados, lo que indica que esta pieza esta protruida en sentido anteroposterior.

Asi mismo se encontró que el ángulo formado por el eje longitudinal del incisivo superior con el plano NA fue mayor a la norma de 22°, lo que indica que, al estar aumentada la medida en ambos trazados, implica la proinclinación del incisivo superior en relación al tercio medio facial.

Tabla 6

Comparación de medidas cefalométricas obtenidas en trazado manual y digital según Steiner en la relación inciso mandibular.

Medida cefalométrica	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Ángulo 1-NB grado _manual	29.87	30	4.725	0.863
Ángulo 1-NB grado _digital	29.70	30	5.011	0.915
Distancia 1-NB mm _manual	7.37	30	1.991	0.36.4
Distancia 1-NB mm _digital	7.23	30	2.300	0.420

Fuente: Base de datos.

En esta tabla se puede observar el ángulo formado por el eje longitudinal del incisivo inferior y el plano NB, la cual fue mayor a la norma de 25° en ambos trazados, lo que indica que el incisivo inferior se encuentra proinclinado en los pacientes atendidos.

Asi mismo se encontró que la distancia entre el borde del incisivo inferior y el plano NB fue mayor a la norma de 4 mm, lo que indica que, al estar aumentada la medida en ambos trazados, implica la protrusión del incisivo inferior.

Tabla 7

Comparación de medidas cefalométricas obtenidas en trazado manual y digital según Steiner en la relación interincisal.

Medida cefalométrica	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Ángulo Interincisal _manual	119.87	30	7.767	1.418
Ángulo Interincisal _digital	117.43	30	11.212	2.047

Fuente: Base de datos.

En esta tabla sobre el ángulo interincisal, el cual es formado por los ejes longitudinales de los incisivos superior e inferior, se encontró que ambos trazados el valor de las medias obtenido fue menor a la norma de 131°, lo que indica las piezas dentales se encuentran proinclinadas, generalmente observada en pacientes biprotrusivos.

Tabla 8

Clase esqueletal de los pacientes según trazado manual y digital en radiografías cefalométricas.

Clase		
esqueletal	F	%
Clase I	13	43.3
Clase II	16	53.3
Clase III	1	3.3
Total	30	100

Fuente: Base de datos.

De las 30 radiografías cefalométricas evaluadas con ambos métodos de trazado cefalométrico, manual y digital, se encontró que el 53.3% de los pacientes fueron clase II esqueletal, seguido del 43.3% clase I y el 3.3% clase III esquelética.

Tabla 9

Correlación de Pearson entre las medidas cefalométricas en trazado cefalométrico manual y digital de Steiner.

Medida cefalométrica	N	Correlación	Sig.
SNA _manual & SNA _digital	30	0.674	,000
SNB _manual & SNB _digital	30	0.585	,001
ANB _manual & ANB _digital	30	0.872	,000
Plano oclusal-SN _manual & Plano oclusal-SN _digital	30	0.547	,002
Plano GoGnSn _manual & Plano GoGnSn _digital	30	0.607	,000
Distancia 1-NA mm _manual & Distancia 1-NA mm _digital	30	0.590	,001
Ángulo 1-NA grado _manual & Ángulo 1-NA grado _digital	30	0.679	,000
Distancia 1-NB mm _manual & Distancia 1-NB mm _digital	30	0.636	,000
Ángulo 1-NB grado _manual & Ángulo 1-NB _digital	30	0.336	,069
Angulo Interincisal _manual & Angulo Interincisal _digital	30	0.703	,000

Fuente: Base de datos.

Al aplicar la correlación lineal entre las medidas obtenidas con el trazado manual y digital, se encontró que solo en la medida del ángulo del incisivo inferior con el plano NB no tuvo correlación estadística, en las otras 8 medidas cefalométricas se encontró una correlación moderada, ya que los valores fueron mayores a 0.50 y en la medida del ANB el valor del coeficiente fue de 0.872 siendo la correlación entre ambas medidas de buena.

Tabla 10

Grado de concordancia inter examinador de las medidas manual y digital según el índice Kappa.

Medida cefalométrica	Valor Kappa	Sig.	95% IC	
			Límite inferior	Límite superior
SNA _manual & SNA _digital	0.413	0.000	0.214	0.613
SNB _manual & SNB _digital	0.213	0.000	0.037	0.390
ANB _manual & ANB _digital	0.646	0.000	0.513	0.779
Plano oclusal-SN _manual & Plano oclusal-SN _digital	0.370	0.000	0.152	0.588
Plano GoGnSN _manual & Plano GoGnSN _digital	0.401	0.000	0.240	0.563
Distancia 1-NA mm _manual & Distancia 1-NA mm _digital	0.409	0.000	0.228	0.589
Ángulo 1-NA grado _manual & Ángulo 1-NA grado _digital	0.454	0.000	0.279	0.630
Distancia 1-NB mm _manual & Distancia 1-NB mm _digital	0.396	0.000	0.212	0.581
Ángulo 1-NB grado _manual & Ángulo 1-NB grado _digital	0.411	0.000	0.205	0.617
Angulo Interincisal _manual & Angulo Interincisal _digital	0.499	0.000	0.334	0.663

Fuente: Base de datos

En esta tabla se puede evidenciar la concordancia inter examinador de las medidas obtenidas por trazado manual realizado por la autora del estudio y las medidas digitales obtenidas del software manejado por Inteligencia Artificial. Se pudo encontrar una concordancia considerable en la medida cefalométrica del ANB, concordancia moderada en las medidas del SNA, plano GoGnSN, distancia 1-NA mm, ángulo 1-NA, ángulo 1-NB y el ángulo interincisal y se encontró que las medidas del SNB, plano oclusal-SN y la distancia 1-NB mm obtuvieron una concordancia aceptable, todas con significancia estadística.

VI. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Con el advenimiento de los diferentes softwares digitales impulsados por Inteligencia Artificial para la realización de análisis cefalométricos en ortodoncia, se ve necesario determinar si existe algún tipo de diferencia matemática y por ende diagnóstica entre los trazados cefalométricos manuales convencionales con los digitales.

Además, se debe tener en consideración que, en la era digital, hay un gran aumento de radiografías digitales, siendo estas, imágenes que se pueden manipular en este tipo de software sin causar alteraciones en su calidad radiográfica, ampliar a través de zoom, delimitar áreas en específicas y estudiándolas más detalladamente, entre otros beneficios, así mismo ofrecen rapidez y validez en la emisión de estos.

En la presente investigación se buscó comparar los resultados en las mediciones llevadas a cabo con el trazado cefalométrico manual y el digital a través del programa WebCeph. Para esto se tomaron en cuenta 10 puntos lineales y angulares de la cefalometría de Steiner, la cual fue seleccionada debido a su reproducibilidad en la clínica ortodóncica.

Es importante destacar, que al utilizar los resultados de ambos trazados cefalométricos en el diagnóstico ortodóntico comparándolos con las normas internacionales, se encontró que existe similitud a nivel de diagnóstico en las medidas obtenidas de todos los puntos cefalométricos evaluados, con una leve variación numérica en las medias y sus respectivas desviaciones estándar. Resultados similares reportaron Farooq et al. (2016) quienes definieron 30 puntos de referencia anatómicos de 5 análisis esqueléticos (Steiner, Wits, Tweeds, McNamara, Rakosi Jarabak) concluyendo que la mayoría de las mediciones comúnmente utilizadas fueron precisas, excepto algunas mediciones y determinaron que debido a las ventajas de las imágenes digitales, como la mejora,

la transmisión, el archivo y las bajas dosis de radiación, hacen que se prefiera al método convencional en el uso diario.

Con el trazado manual y digital se consideraron los siguientes puntos cefalométricos de la Cefalometría de Steiner: ANB, SNB, SNA, plano oclusal-SN, plano mandibular Go-Gn-Sn, distancia 1-NA mm, ángulo 1-NA grado, distancia 1-NB mm, ángulo 1-NB grado y el ángulo Interincisal.

De estos 10 puntos cefalométricos evaluados, no se encontró correlación estadística en la medida del ángulo del incisivo inferior con el plano NB; sin embargo, en los puntos cefalométricos SNB, SNA, plano oclusal-SN, plano mandibular Go-Gn-Sn, distancia 1-NA mm, ángulo 1-NA grado, distancia 1-NB mm y el ángulo interincisal presentaron una correlación moderada y en la medida que se obtuvo una correlación fuerte o buena fue en la del ANB. Estos resultados son altamente reproducibles comparados con los de Kochar et al. (2015); Calle et al. (2021); Morales (2023) y Zavaleta et al. (2024), donde estos autores coinciden en los resultados de sus investigaciones y llegaron a la conclusión de que no se encuentran diferencias significativas entre el trazado cefalométrico manual y el digital y por tanto el uso de software informáticos de trazados cefalométricos son reproducibles, consistentes y confiables en la clínica ortodóncica.

Es importante reconocer la reproducibilidad del método digital comparado con el manual, ya que se llevaron a cabo en una muestra pequeña y únicamente en una medida no se encontró correlación estadística, en lo que se puede inferir que el software WebCeph está respaldado por la evidencia científica y que puede ser utilizado con confianza en la práctica asistencial del ortodoncista. Resultados similares encontraron Esteva et al. (2014) quienes utilizaron 12 puntos cefalométricos comparándolos entre cefalométricas con trazado manual y con el programa NemoCeph.

Es menester mencionar que en el análisis de la concordancia inter examinador de las medidas obtenidas por trazado manual realizado por la autora del estudio y las medidas digitales obtenidas del software manejado por Inteligencia Artificial, se

pudo encontrar una concordancia considerable en la medida cefalométrica del ANB, concordancia moderada en las medidas del SNA, plano GoGnSN, distancia 1-NA mm, ángulo 1-NA, ángulo 1-NB y el ángulo interincisal y se encontró que las medidas del SNB, plano oclusal-SN y la distancia 1-NB mm obtuvieron una concordancia aceptable, todas con significancia estadística. En otras palabras, las medidas obtenidas por el software son equiparables si la realizara un ortodoncista a través del calco. Resultados similares reportaron Reynoso (2020) quienes encontraron una alta concordancia entre las mediciones realizadas con el método manual y computarizado y se concluye que, hay una alta concordancia inter e intraexaminador y una alta correlación entre las mediciones realizadas mediante el método manual y computarizado.

VII. CONCLUSIONES:

De los resultados obtenidos, se concluye que:

1. Las diferencias de medias de los valores de las medidas cefalométricas según Steiner fueron mayores en 4 puntos cefalométricos digitales en comparación con los manuales.
2. La clase II esquelética fue la más frecuente en los pacientes tanto con el trazado cefalométrico manual como digital.
3. El trazado cefalométrico manual y digital con el software WebCeph utilizando la Cefalometría de Steiner presentaron una correlación alta, lo que les atribuye reproducibilidad y confianza para uso en la práctica clínica asistencial en ortodoncia.

VIII. RECOMENDACIONES

A LA COORDINACIÓN DEL POSGRADO DE ORTODONCIA, UNAN-LEÓN:

- Promover la enseñanza de todas las plataformas digitales de análisis de radiografías cefalométricas en los residentes de la especialidad de ortodoncia para conocer las bondades de cada software y poner en práctica el que se adapte según cada caso clínico en particular.

A RESIDENTES Y ORTODONCISTAS DE PRACTICA ASISTENCIAL:

- Utilizar con confianza los softwares informáticos de análisis cefalométricos que hayan sido utilizados en investigaciones donde se muestre la evidencia científica.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, D. (2014). *Revisión del margen de error en cefalometría de Steiner aplicada por los estudiantes de noveno semestre de la Universidad del Magdalena*. Universidad del Magdalena. <https://core.ac.uk/download/pdf/270125263.pdf>
- Aguilar, M., & de Alba, I. (2020). Análisis de concordancia entre trazado cefalométrico manual y cefalométrico digital con programa Nemoceph. *Revista ADM*, 77(5), 244-246. <https://doi.org/10.35366/96142>
- Barahona, J., & Benavides, J. (2006). Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico. *Revista Científica Odontológica*, 2(1), 11-27. <https://www.redalyc.org/pdf/3242/324227905005.pdf>
- Beckett, K. (2009). *Estudio comparativo del grado de coincidencia diagnóstica de dos métodos cefalométricos para la determinación del biotipo facial con el método de Björk-Jarabak*. Universidad de Chile.
- Calle, E., Calle, J., Morales, R., & Guevara, J. (2021). Comparación entre trazados cefalométricos manual y digital en radiografías laterales del cráneo. *Rev Argent Radiol*, 85(2), 33-40. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1721340>
- Caparachin, K. (2022). *Estudio cefalométrico de trazos cefalométricos entre los análisis digitales, análisis de Rickets y análisis de Steiner Huancavelica 2021*. Universidad Continental. [chrome-extension:https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11812/2/IV_FCS_503_TE_Caparachin_Cusi_2022.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11812/2/IV_FCS_503_TE_Caparachin_Cusi_2022.pdf)
- Cerda, J., & Villarroel, L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev Chil Pediatr*, 79(1), 54-58. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v79n1/art08.pdf>
- Companiononi, A., Rodriguez, M., Villegas, V., & Otaño, L. (2008). Bosquejo histórico de la cefalometría radiográfica. *Revista Cubana de Estomatología*, 45(2).
Revista Cubana de Estomatología:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072008000200009

- Díaz, L., & Ríos, F. (2018). El valor p. Interpretación, orígenes y su utilización actual. *Revista Argentina de Terapia Intensiva*, 35(3).
https://www.researchgate.net/publication/330565937_El_valor_p_Interpretacion_origenes_y_su_utilizacion_actual
- Espichan, M. (2017). *Relación del ángulo SNA y SNB con ángulo ANB de Steiner en maloclusiones clase I, Clase II y Clase III*. Universidad San Pedro.
<https://core.ac.uk/download/231102861.pdf>
- Esquivel, C., & Escamilla, J. (2020). El flujo digital en ortodoncia: ¿futuro o presente? *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 8(1), 6-8.
www.medigraphic.com/pdfs/ortodoncia/mo-2020/mo201a.pdf
- Esteva, F., Sánchez, A., Meléndez, A., & Cedillo, P. (2014). Estudio comparativo entre la cefalometría digital y manual con radiografías digitales. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 2(2), 95-98.
www.medigraphic.com/pdfs/ortodoncia/mo-2014/mo142c.pdf
- Farooq, M., Khan, M., Imran, S., Sameera, A., Qureshi, A., Ahmed, S., . . . Rahman, M. (2016). Assessing the reliability of digitalized cephalometric analysis in comparison with manual cephalometric analysis. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(10), 20-23.
<https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/17735.8636>
- García Blanquel, M. (2019). *Comparación de la precisión diagnóstica cefalométrica entre Nemoceph y trazado manual utilizando radiografías de dos gabinetes*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Gregston, M., Kula, T., Hardman, P., Glaros, A., & Kula, K. (2004). A comparison of conventional and digital radiographic methods and cephalometric analysis software: I. Hard tissue. *Seminars in Orthodontics*, 10, 204-211.
<https://doi.org/10.1053/j.sodo.2004.05.004>
- Kochar, G., Jayan, B., Chopra, S., Verma, M., Kadu, A., & Singh, S. (2015). Comparison of speed and precision of manual viz a viz computer assisted

- cephalometric measurements. *Journal of Pierre Fauchard Academy*, 30, 1-10. <https://doi.org/10.16/j.jpfa.2015.05.003>
- (s.f.). *Magnitudes cefalométricas. Resumen del análisis cefalométrico*. chrome-extension://efaidnbmnnnhttp://ortoface.com/wp-content/uploads/2022/05/8_Magnitudes-cefalome%CC%81tricas.-Resumen-del-ana%CC%81lisis-cefalome%CC%81trico.pdf
- Maris Flores, S., Losoviz, E., & Periale, L. (2021). Análisis de diferentes protocolos cefalométricos laterales. Parte II: Consideraciones sobre diferentes aplicaciones. *RAAO*, 64(1), 38-43. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/06/1252459/articulo06.pdf>
- Maris, S., Losoviz, E., & Periale, L. (2019). Análisis de diferentes protocolos cefalométricos laterales. Parte I: Protocolo. *RAAO*, 61(2), 52-59. chrome-extension://https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/04/1095411/raao19-2-art6.pdf
- Morales, I. (2023). *Análisis de concordancia entre tres métodos para la determinación cefalométrica en pacientes con valoración ortodóntica*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/8260>
- Pellicer Castillo, L. (2014). *Estudio cefalométrico comparativo entre trazados manuales y digitales con programas informáticos*. Universidad de Salamanca. chrome-extension://efahttps://gredos.usal.es/bitstream/10366/127846/1/DC_PellicerCastilloL_EstudioCefalometrico.pdf
- Prabhakar, R., Rajakumar, P., Karthikeyan, M., Saravanan, R., Vikram, N., & Reddy, A. (2014). A hard tissue cephalometric comparative study between hand tracing and computerized tracing. *J Pharm Bioall Sci*, 6(1), 101-106. <https://doi.org/10.4103/0975-7406.137401>
- Reynoso, M. (2020). *Evaluación de la concordancia de las mediciones intra e interexaminador utilizando 2 métodos de evaluación cefalométrica: manual y computarizado*. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

- https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/8512/Evaluacion_ReynosoFernandez_Melissa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rojas, A., Gutiérrez, J., & Castillo, U. (2014). *Manual de trazado cefalométrico de Steiner modificado*. ECORFAN-México. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkhttps://www.ecorfan.org/manual-es/manuales_nayarit/Manual%20de%20STEINER.pdf](https://www.ecorfan.org/manual-es/manuales_nayarit/Manual%20de%20STEINER.pdf)
- Roy, I., Rivas, R., Pérez, M., & Palacios, L. (2019). Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Revista Alergia México*, 66(3), 354-360. <https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.651>
- Sandoval, P., García, N., Sanhueza, A., Romero, A., & Reveco. (2011). Medidas Cefalométricas en Telerradiografías de Perfil de Pre-Escolares de 5 Años de la Ciudad de Temuco. *Int. J. Morphol*, 29(4), 1235-1240. <https://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v29n4/art28.pdf>
- Tene, M., & Martínez, C. (2022). Efectividad diagnóstica del trazado cefalométrico manual y digital en radiografías laterales de cráneo. Revisión de literatura. *Polo del Conocimiento*, 7(4).
- Tikku, T., Khanna, R., Maurya, R., Srivastava, K., & Brushan, R. (2014). Comparative evaluation of cephalometric measurements of monitor-displayed images by Nemoceph software and its hard copy by manual tracing. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 4(1), 35-41. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2013.11.002>
- Yassir, Y., Salman, A., & Nabbat, S. (2022). The accuracy and reliability of WebCeph for cephalometric analysis. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 17(1), 57-66. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2021.08.010>
- Zavaleta, C., Barradas, J., Martínez, A., & Muñoz, V. (2024). Correlación entre el método de trazado cefalométrico manual y el programa de trazado cefalométrico nemostudio 2020. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(1), 3183-3202. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1825>

X. ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de las Variables.

Variable	Definición operacional	Indicador	Valor	Escala de medición
Clases Esqueletal:	Relación anteroposterior de los maxilares, además de su relación con más de estructuras óseas.	ANB de Steiner obtenido según el trazado cefalométrico manual y digital	• Clase I • Clase II • Clase III	Nominal
Puntos cefalométricos según Cefalometría de Steiner	Corresponde a medidas lineales y angulares descritos por Steiner donde en su análisis cefalométrico según las normas establecidas denotan	Trazado cefalométrico manual y digital	ANB: norma 2° >2° Clase II < negativos cuando Plano NB por delante del plano NA Clase III. SNB: norma 80° >80° mandíbula protruida. <80° mandíbula retruida. SNA: norma 82° > 82° maxilar protruido <82° maxilar retruido.	Nominal

	diagnósticos ortodónticos.		Plano oclusal SN: norma 14° >aumenta en pacientes con crecimiento vertical. <disminuye en pacientes con crecimiento horizontal. Plano Mandibular Go-Gn-Sn: norma 32° >32° crecimiento vertical en pacientes con mordida abierta anterior. <32° indica crecimiento horizontal en pacientes con mordida profunda. Distancia 1-NA mm: norma 4 mm. Valor aumentado indica protrusión del incisivo. Valores disminuidos indican retrusión del incisivo. Ángulo 1-NA grado: norma 22° >22° proinclinación del incisivo superior. <22° retroinclinación. Distancia 1-NB mm: norma 4 mm >4 mm indica protrusión del incisivo inferior. <4 mm indica retrusión del incisivo. Ángulo 1-NB grado: norma 25° >25° indica proinclinación del incisivo inferior.	
--	-------------------------------	--	--	--

			<25° indica retroinclinación. Angulo Interincisal: norma 131° >131° retroinclinación de incisivos. <131° proinclinación.	
Tipo de trazado cefalométrico	Corresponde a la metodología utilizada para realizar el análisis cefalométrico, ya sea el manual con papel calco y lápiz sobre una radiografía cefalométrica o digital utilizando un software informático asistido por Inteligencia Artificial.	Trazado cefalométrico convencional o computarizado.	• Manual • Digital	Nominal

Anexo 2. Ficha recolectora de datos.



Concordancia diagnóstica entre trazado manual y digital según la cefalometría de Steiner en pacientes atendidos en el posgrado de ortodoncia UNAN-León”.

Autora: C.D. Rebeca Daniela Delgadillo Solórzano.

Ficha No. _____

Código: _____

No.	Variables	Trazado		Norma
		Manual	Digital	
1	SNA			
2	SNB			
3	ANB			
4	Plano Oclusal SN			
5	Plano Mandibular Go-Gn-SN			
6	Distancia 1-NA mm			
7	Distancia 1-NA grado			
8	Distancia 1-NB mm			
9	Distancia 1-NB grado			
10	Angulo Interincisal			

Anexo 3. Solicitud a la Coordinación de la Especialidad de Ortodoncia.

León, 29 de febrero 2024

Esp. Reneé Álvarez
Coordinadora
Especialidad de Ortodoncia.

Por este medio le solicito me permita acceder al banco de radiografías digitales de la especialidad de ortodoncia, las cuales son vitales para la realización del estudio de culminación del posgrado, el cual se titula “**Concordancia diagnóstica entre el trazado manual y digital según el cefalograma de Steiner en pacientes atendidos en la especialidad de ortodoncia UNAN-León febrero-mayo 2024**”, bajo la tutoría del Dr. Ihosbanys Corzo.

Sin más que hacer referencia, le extiendo mis saludos.

Atentamente:

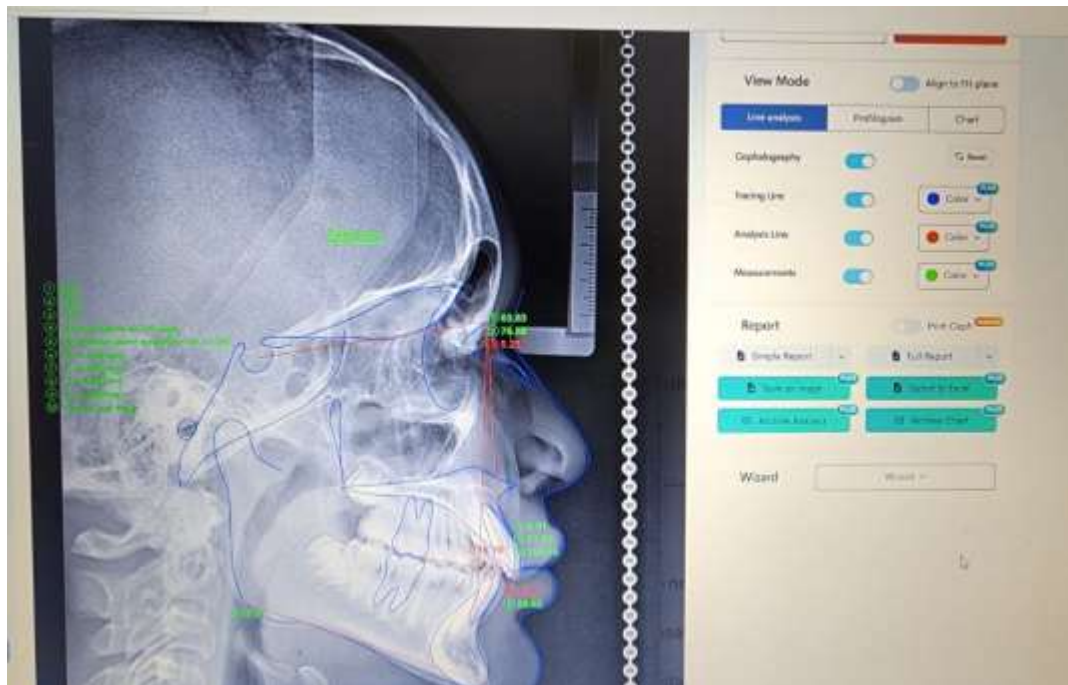
CD. Rebeca Daniela Delgadillo Solórzano
Residente

c.c/ Archivo.

Anexo 4. Realización de los trazados cefalométricos manuales.



Anexo 5. Realización del trazado cefalométrico digital en el software WebCeph.



Anexo 6. Ubicación de los puntos cefalométricos digitales en el software WebCeph.

