



UNIVERSIDAD NACIONAL
FEDERICO VILLARREAL

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

Facultad de Odontología

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICACIA ENTRE EL MÉTODO DE
TRAZADO CEFALOMÉTRICO MANUAL Y EL MÉTODO DIGITAL

Tesis para optar el Título de Cirujano Dentista

AUTOR

Rojas Cárdenas, Andrea Verónica

ASESOR

Dr. Mauricio Valentín, Franco Raúl

JURADO

Mg. Castro Hurtado, María Inés

Dra. Paucar Rodríguez, Elizabeth

Mg. Liebano Segura, Renan Lázaro

Mg. Gomez Cortez, Pedro Luis

Lima – Perú

2018

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis, Dr. Franco Mauricio Valentín, por las enseñanzas y recomendaciones brindadas durante la realización del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Hugo Luque Luque, por su apoyo incondicional durante el desarrollo de esta investigación, los conocimientos brindados y la motivación para continuar investigando y creciendo profesionalmente.

A la Universidad Nacional Federico Villarreal por haberme otorgado una educación de calidad y haberme formado profesionalmente.

DEDICATORIA

*A Dios por darme la bendición de vivir grandes momentos y darme
la oportunidad de lograr mis sueños y metas en esta vida.*

*A mis padres, Andrés y Ana, por su apoyo en los momentos más
importantes de mi vida, por creer siempre en mí y en mis sueños.*

*A mis hermanas, Ana y Guadalupe, por ayudarme de diferentes
maneras a lo largo de mi vida.*

RESUMEN

Objetivo: Comparar la eficacia del método de trazado cefalométrico manual y el método digital utilizando el programa NemoCeph. **Materiales y métodos:** Se utilizaron 40 radiografías cefalométricas en formato físico y digital y se calcularon 11 medidas angulares. Todos los trazados fueron realizados por un único operador, en un primer momento (inicial) y un segundo momento dos semanas después (final). Se estudió la variabilidad con la prueba T-Student para evaluar cada método entre el momento inicial y final, la prueba ANOVA y la prueba no paramétrica Kruskal Wallis para evaluar todas las medidas obtenidas con los dos métodos en diferentes momentos, con un nivel de significancia $p < 0.05$; se estudió la reproducibilidad con el Coeficiente de Correlación Intraclase para evaluar la concordancia intraobservador y la correlación entre ambos métodos. **Resultados:** El método manual al determinar las diferencias de medias entre el momento inicial y final, solo mostró diferencia significativa en una medida, las demás medidas no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$). El método digital al evaluar las diferencias de medias entre el momento inicial y final, en la mayoría de medidas no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$). En la comparación múltiple al evaluar todas las mediciones entre el método manual al momento inicial y final y el método digital al momento inicial y final, no se encontraron diferencias significativas $p = 0.9$. En el método manual existe una alta concordancia entre el momento inicial y final en todas las mediciones; igualmente en el método digital ($CCI > 0.9$). Existe una alta correlación entre ambos métodos de trazado cefalométrico ($CCI > 0.9$). **Conclusión:** Las medidas obtenidas con el método manual y digital utilizando el programa NemoCeph muestran diferencias similares y alta correlación, lo que demuestra la validez y reproducibilidad del programa cefalométrico NemoCeph.

Palabras clave: Cefalometría, trazado cefalométrico manual, trazado cefalométrico digital, NemoCeph.

ABSTRACT

Objective: To compare the effectiveness of the manual cephalometric tracing method and the digital method using the NemoCeph program. **Materials and methods:** 40 cephalometric radiographs were used in physical and digital format and 11 angular measurements were calculated. All the tracings were made by a single operator, at first (initial) and a second moment two weeks later (final). The variability was studied with the T-Student test to evaluate each method between the initial and final moment, the ANOVA test and the non-parametric Kruskal Wallis test to evaluate all the measurements obtained with the two methods at different times, with a level of significance $p < 0.05$; reproducibility was studied with the Intraclass Correlation Coefficient to evaluate the intraobserver concordance and the correlation between both methods. **Results:** The manual method when determining the differences of means between the initial and final moment, only showed significant difference in one measurement, the other measures did not show significant differences ($p > 0.05$). The digital method when evaluating the differences of means between the initial and final moment, in the majority of measurements showed no significant differences ($p > 0.05$). In the multiple comparison when evaluating all the measurements between the manual method at the initial and final moment and the digital method at the initial and final moment, no significant differences were found $p = 0.9$. In the manual method there is a high concordance between the initial and final moment in all the measurements; also in the digital method ($ICC > 0.9$). There is a high correlation between both methods of cephalometric tracing ($ICC > 0.9$). **Conclusion:** The measurements obtained with the manual and digital method using the NemoCeph program show similar differences and high correlation, which demonstrates the validity and reproducibility of the NemoCeph program. **Key words:** Cephalometry, manual cephalometric tracing, digital cephalometric tracing, NemoCeph.

ÍNDICE

I. Introducción.....	1
II. Marco teórico	3
2.1. Bases teóricas.....	3
2.1.1. Rayos X	3
2.1.1.1. Radiografías convencionales.....	3
2.1.1.2. Radiografías digitales.....	4
2.1.2. Radiografía en Ortodoncia	6
2.1.2.1. Radiografía cefalométrica lateral.....	6
2.1.3. Cefalometría	6
2.1.3.1. Historia de la cefalometría	6
2.1.3.2. Objetivos de la cefalometría.....	10
2.1.3.3. Análisis cefalométricos.....	11
2.1.3.4. Métodos de trazados cefalométricos.....	16
2.1.4. Programa cefalométrico NemoCeph	18
2.1.4.1. Modo de uso del programa cefalométrico NemoCeph.....	20
2.1.4.1.1. Captura de Imagen.....	20
2.1.4.1.2. Trazado cefalométrico.....	21
2.1.5. Eficacia.....	28
2.1.6. Variabilidad	28
2.1.7. Reproducibilidad.....	28
2.2. Antecedentes.....	28
2.3. Justificación de la investigación	35

2.4. Hipótesis	35
III. Objetivos	36
3.1. Objetivo general.....	36
3.2. Objetivos específicos	36
IV. Materiales y métodos	37
4.1. Tipo de estudio.....	37
4.2. Población / Muestra / Criterios de selección	37
4.2.1. Población	37
4.2.2. Muestra.....	37
4.3. Variables / Definición / Operacionalización.....	39
4.3.1. Variables.....	39
4.3.2. Definición.....	39
4.3.3. Operacionalización.....	40
4.4. Método / Técnicas / Procedimientos.....	41
4.4.1. Método.....	41
4.4.2. Técnicas.....	42
4.4.3. Procedimiento.....	44
4.5. Consideraciones éticas	47
4.6. Plan de análisis.....	47
V. Resultados	49
VI. Discusión	68
VII. Conclusiones	71

VIII. Recomendaciones.....	72
IX. Referencias bibliográficas	73
X. Anexos	77
ANEXO 1. Ficha de datos	77
ANEXO 2. Ficha de recolección de datos.....	78
ANEXO 3. Carta de Autorización de uso de base de datos.....	80
ANEXO 4. Matriz de Consistencia.....	81

I. Introducción

El estudio cefalométrico es un examen auxiliar esencial para el diagnóstico, plan de tratamiento y como herramienta de investigación en ortodoncia. Desde el inicio de la cefalometría en ortodoncia, el trazado cefalométrico es realizado de manera manual en papel de acetato sobre radiografías cefalométricas. Sin embargo, este método presenta diversos inconvenientes, entre los cuales encontramos el consumo regular de tiempo para el trazado de los diferentes análisis cefalométricos, riesgo de error durante el trazado manual (identificación de puntos de referencia y obtención de medidas), requerir diversos materiales como papel de acetato (Baumrind & Frantz, 1971).

Por otra parte, el utilizar radiografías extraorales convencionales requiere el uso de químicos para el procesamiento de las películas radiográficas (Brennan, 2002). Así mismo, el uso de radiografías digitales impresas requiere un costo adicional para la impresión de dichas radiografías; además, ambos requieren tener capacidad de almacenamiento para mantener el registro de los pacientes.

Con el avance de la tecnología, fue posible el desarrollo de diversos programas para uso en ortodoncia, los cuales permiten la realización de trazados cefalométricos utilizando imágenes digitales. Estos programas ofrecen diversas ventajas como accesibilidad a variedad de análisis cefalométricos, construcción de registros de documentos digitales, ahorro de espacio, seguridad en el almacenamiento de datos y fluidez de acceso a información (Kochar, Jayan, Chopra, Verma, Kadu & Singh, 2015; Pellicer, Albaladejo, Jiménez, Iglesias y Curto, 2012). Adicionalmente ofrece la posibilidad de mejora del contraste y brillo (realce del relieve) que sirve como una herramienta útil para la detección de algunos puntos de referencia en cefalometría (Nikneshan, Mohseni, Nouri & Kharazifard, 2015).

Actualmente, la radiografía digital es una alternativa más accesible para el uso en la práctica clínica privada, universitaria y hospitalaria; por ello es posible implementar el uso de programas cefalométricos en estos establecimientos.

El objetivo de este estudio fue comparar la eficacia del método de trazado cefalométrico manual y el método de trazado cefalométrico digital utilizando el programa NemoCeph.

II. Marco teórico

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Rayos X

El físico alemán Wilhelm Röntgen descubrió los rayos X en 1895 y a partir de esa fecha, las radiografías se convirtieron en una ayuda fundamental para el diagnóstico en medicina. Los rayos X son una forma de radiación electromagnética. Los rayos X son muy similares a la luz visible, pero su diferencia radica en que los rayos X poseen una energía mayor y pueden atravesar la mayoría de objetos. Los rayos X usados en medicina viajan a través del cuerpo y pasan a través de un detector de rayos X (película fotográfica o detectores para imágenes digitales) que se encuentra ubicado al otro lado del paciente, lo que forma una imagen, que representa “sombras” formadas por los objetos dentro del cuerpo, llamada radiografías (Instituto Nacional de Bioingeniería e Imágenes Biomédicas [NIBIB], 2013).

2.1.1.1. Radiografías convencionales

La película radiográfica convencional está constituida por granos de haluro de plata que se encuentran dentro de una matriz de gelatina, cuando esta película es expuesta a los fotones de rayos X, los cristales de haluro de plata se sensibilizan, estos mismos se reducen a negro durante el proceso de revelado. En las películas radiográficas extraorales, para registrar la imagen se utiliza receptores de acción indirecta, estas películas son sensibles a los fotones de luz que son emitidos por las pantallas intensificadoras adyacentes, las cuales reducen la dosis de radiación emitida, pero disminuyen los detalles finos de la imagen (Brennan, 2002).

Los equipos para obtener radiografías basadas en placas están constituidos por:

- Tubo generador de rayos X: debe encontrarse situado en una posición fija. La distancia entre el foco y la placa debe ser mayor a 1 metro (promedio 1,5 - 1,8 m).
- Cefalostato: es un aparato que sirve para la colocación y estabilización de la cabeza. Se emplean olivas auriculares que permiten estandarizar la posición del paciente.
- Chasis: contiene pantallas intensificadoras.
- Filtro en cuña: permite atenuar selectivamente la luz de rayos X, lo que hace posible que el perfil de las partes blandas sea visible en la radiografía (Whaites y Cawson, 2008).

2.1.1.1. Radiografías digitales

La tecnología informática al ser empleada en el área de la radiología permitió que sea posible la adquisición, manipulación, almacenamiento y transmisión de imágenes radiográficas hasta lugares remotos en un formato digital. La obtención de imágenes digitales requiere los siguientes componentes:

- Computadora con monitor: sus funciones son dar instrucciones al generador de rayos X para que inicie y termine la exposición, controlar el convertidor analógico - digital, construir la imagen radiográfica a través un algoritmo matemático, determinar el método para visualizar la imagen, permitir el almacenamiento y transmisión de los datos adquiridos.
- Sensor o detector electrónico: es un dispositivo electrónico transistorizado que permite la adquisición de imágenes. El sensor más común es el dispositivo cargado-acoplado (charged copled device o CCD), el cual es una pastilla de silicón pura que tiene un área activa, dividida en dos matrices bidimensionales de elementos llamados pixels, éstos, al interactuar con la energía electromagnética en el rango de la luz visible o de los rayos X crean una carga

eléctrica que puede ser almacenada por los píxeles, los cuales actúan como un condensador. Un pixel puede desarrollar y almacenar una carga total proporcional a la energía que incide sobre el pixel. Después de la exposición del sensor a la radiación, las cargas almacenadas por los pixels individuales son eliminadas secuencialmente por medios electrónicos, esto produce una señal de salida analógica, con un voltaje que es proporcional a la carga de cada uno de los pixels en sucesión.

- Convertidor analógico digital (digitalizador): se utiliza para transformar la señal analógica que sale del sensor (CCD) en una representación numérica, que se basa en un sistema de números binarios que puede ser reconocida por la computadora. Esto se realiza por medición del voltaje de la señal de salida a intervalos definidos, y se le asigna luego un número a la intensidad del voltaje (0 a 255). De esta manera, se pueden diferenciar 256 tonos de gris.
- Impresora (Goaz y White, 1995).

El tamaño de los píxeles está relacionado con la resolución espacial y el número de tonos de gris está relacionado a la resolución del contraste. Ambos determinan la resolución general de la imagen, que es la capacidad de distinguir entre objetos pequeños muy juntos (Brennan, 2002).

El uso de radiografías digitales cumple muchos objetivos útiles como:

- Optimizar la calidad de la imagen, ya que las imágenes digitales pueden ser modificadas en contraste y densidad, lo cual permite percibir mejor los detalles y con ello aumentar la capacidad diagnóstica.
- Almacenamiento de información de manera virtual.
- Trasmisión de información a lugares remotos para consultas (Goaz y White, 1995).

2.1.2. Radiografía en Ortodoncia

Antes de iniciar el tratamiento de ortodoncia es importante obtener radiografías del paciente. La radiografía panorámica nos permite determinar el estado de la salud dental general del paciente; la radiografía cefalométrica lateral es un complemento inestimable para el examen clínico, y en conjunto con los modelos de la dentición, forman la base del diagnóstico de ortodoncia y la planificación del tratamiento.

2.1.2.1. Radiografía cefalométrica lateral

Las radiografías cefalométricas son radiografías craneales estandarizadas y reproducibles que se utilizan para evaluar las relaciones de los dientes con los maxilares, y estos, con el resto del esqueleto facial.

2.1.3. Cefalometría

La cefalometría es un método en el que se emplean radiografías con el objetivo obtener medidas lineales y angulares de los elementos anatómicos del cráneo y la cara; proyectando toda la morfología en un plano único. Ofrece información importante para la elaboración de los análisis cefalométricos (Vellini, 2002).

2.1.3.1. Historia de la cefalometría

El comienzo de la cefalometría se dio con el estudio del crecimiento humano y desarrollo de la anatomía craneofacial, no con la ortodoncia. A lo largo de la historia, la forma humana se ha medido por muchas razones y de distintas maneras, como en la escultura, el dibujo y la pintura. La cara del hombre ha sido estudiada extensamente por antropólogos, centrándose en sus

inicios en sus relaciones proporcionales mediante una red de líneas horizontales y verticales (Wahl, 2006a).

Leonardo da Vinci estudió las proporciones de la cara a través del trazado de líneas rectas entre diferentes puntos. Albrecht Dürer elaboró un tratado de las proporciones faciales humanas, utilizando un sistema de coordenadas para demostrar diferencias entre los biotipos faciales. Es muy posible que Petrus Camper, fuera el primero en emplear ángulos para medir la cara. Petrus Camper obtuvo puntos de referencia:

- Horizontal de Camper: el punto medio del porión acústico y el punto inferior de la nariz (espina nasal anterior).
- Línea facial de Camper: una proyección hacia adelante desde el incisivo superior hacia la tangente al hueso frontal.
- Ángulo facial de Camper: formado por la intersección de la línea facial de Camper y la horizontal de Camper (Wahl, 2006a).

En 1882, en Frankfurt Alemania se celebró un congreso internacional de anatomistas y antropólogos físicos, con el objetivo de establecer un plano horizontal de referencia para la orientación de los cráneos. Gracias a la propuesta de Herbert Von Ihering, el plano de Frankfurt (extendido desde el borde superior del meato auditivo externo (porión) hasta el punto más bajo en el margen de la órbita) fue el plano de referencia aceptado (Wahl, 2006a).

Wilhelm Roentgen durante experimentos que realizaba en 1895, observó que objetos de diferentes espesores interpuestos en la trayectoria de rayos mostraban una transparencia variable cuando eran grabados en una placa fotográfica. Experimentó inmovilizando la mano de su esposa en el camino de los rayos sobre una placa fotográfica, y observó en la placa fotográfica una

imagen de la mano de su esposa mostrando sombras arrojadas por los huesos de su mano y de un anillo que llevaba. Siendo éste el primer "röntgenograma" que fue tomado. En posteriores experimentos, Röntgen demostró que los nuevos rayos se producen por el impacto de los rayos catódicos en un objeto material. La naturaleza de estos rayos era entonces desconocida, por lo que les dio el nombre de rayos X (The nobel prize, 2018).

August Pacini (como se citó en Hans, Palomo & Valiathanc, 2015) realizó investigaciones acerca de la obtención de las primeras radiografías de cráneo, en las que involucraba una distancia grande y fija desde la fuente de rayos X hasta el casete, con el plano medio sagital de la cabeza del sujeto paralelo a la película. Desde ese año, ya se estaba utilizando un procedimiento para la obtención de las radiografías de cráneo laterales orientadas para fines antropológicos y radiografías de cabeza estandarizada.

Holly Broadbent se unió a Wingate Todd y juntos diseñaron un craneoestograma roentgenográfico (Western Reserve University) para la estandarización precisa de los rayos X en cráneos secos y adquisición de radiografías laterales y anteroposteriores estandarizadas del cráneo y mandíbula. Broadbent (1931) adaptó este dispositivo a las cabezas de sujetos vivos, el llamado cefalómetro radiográfico.

Hasta 1931, el diagnóstico era realizado únicamente a través de exámenes clínicos, modelos y fotografías faciales, después de la introducción del cefalómetro de Broadbent-Bolton, todos los diagnósticos deberían incluir la cefalometría radiográfica para poder estar completos. La cefalometría radiográfica permitía medir el crecimiento en la misma persona. Sin embargo, tuvieron que pasar muchos años para que la cefalometría pudiera convertirse en una herramienta clínica estándar (Wahl, 2006a).

Brodie, Downs, Goldstein & Meyer (1938) en su investigación "Una evaluación cefalométrica de los resultados de la ortodoncia: un informe preliminar", determinaron que:

- Existe una correlación definida entre el éxito del tratamiento y un buen crecimiento facial.
- El ortodoncista puede mover los dientes sin alterar notablemente sus inclinaciones axiales.
- Los cambios que acompañan al tratamiento de ortodoncia parecen estar restringidos al hueso alveolar.

La radiografía cefalométrica permitió a los ortodoncistas medir los cambios en los dientes y posiciones maxilares producidas por crecimiento y tratamiento realizado; y pudo lograr la expansión en su uso después de la Segunda Guerra Mundial (Wahl, 2006b).

Desde esa época, aparecieron variedades de métodos de evaluación cefalométrica que basados en la interpretación de la imagen radiográfica del cráneo y de la cara, permiten al ortodoncista diseccionar el perfil en una serie de medidas angulares y de distancia. Entre estos podemos destacar el análisis de Tweed (1946), análisis de Downs (1948), el análisis de Steiner (1959), análisis de Mesh (1962), análisis de Ricketts (1969), análisis de Wits (1975), análisis de McNamara (1983), análisis de Bjork Jarabak, y demás.

2.1.3.2. Objetivos de la cefalometría

En sus inicios, la cefalometría en ortodoncia fue empleada para el estudio del crecimiento facial infantil mediante el seguimiento de un grupo de niños normales. El objetivo fue obtener valores medios o patrones que permitieran conocer y comparar el desarrollo dentofacial. Actualmente, el principal uso de la cefalometría se da en la clínica ortodóncica para el diagnóstico, evolución del progreso y resultado final del tratamiento; en este aspecto se utiliza para valorar, comparar, expresar y predeterminar las relaciones espaciales del complejo

craneomaxilofacial en un momento cronológico determinado y a lo largo del tiempo. Además, la cefalometría se continúa utilizando para estudiar el crecimiento craneofacial (Canut, 1988).

2.1.3.2.1. Valoración del crecimiento

La cefalometría se utiliza para analizar el efecto del crecimiento y el desarrollo en la forma de la cara. Para esto, se analizan radiografías de un mismo individuo, tomadas en un intervalo de tiempo, con el objetivo de obtener datos que nos permitan medir los efectos del crecimiento y del tratamiento realizado (Canut, 1988).

2.1.3.2.2. Comparación morfológica

La cefalometría nos brinda la posibilidad de comparar las variaciones en el tamaño y forma craneofacial de diferentes poblaciones de razas y edades distintas. Se emplea extrayendo medidas de ciertos parámetros en diversos grupos examinados y se comparan las cifras obtenidas con otros grupos de individuos. Los resultados permiten analizar cómo influye la raza, herencia o factores ambientales en la morfología facial (Canut, 1988).

2.1.6.2.3. Análisis morfológico

La cefalometría permite analizar las relaciones espaciales de los dientes y los maxilares entre sí, y también con respecto al cráneo. Además, nos permite expresar estas relaciones en términos objetivos, ya que se valora en números la posición de los maxilares y la angulación de las características morfológicas. Los números y cifras hacen posible expresar con mayor claridad donde está el defecto y cuál es su magnitud. Estos valores sirven como guías muy útiles, pero es

necesario que sean individualizadas y que el clínico las emplee con un sentido racional y biológico para el diagnóstico de cada paciente (Canut, 1988).

2.1.3.2.4. Predeterminación del resultado

La cefalometría es utilizada como una herramienta para predecir y determinar las relaciones morfológicas que se esperan obtener con el tratamiento ortodóncico y orto-quirúrgico. Es posible unir virtualmente lo que se desea obtener como configuración final del paciente utilizando como base las líneas y los ángulos craneofaciales de la cefalometría (Canut, 1988).

2.1.3.3. Análisis cefalométricos

Los análisis cefalométricos son un conjunto de medidas lineales y angulares que se realizan sobre radiografías cefalométricas laterales, para evaluar la posición de los dientes, huesos de la cara y del cráneo y así poder analizar, localizar, comparar y pronosticar el tratamiento ortodóncico. Los análisis cefalométrico permiten al ortodoncista conocer mejor qué tiene el paciente, dónde está localizada la anomalía, cómo va a crecer la cara y qué pronóstico tiene la corrección ortodóncica (Canut, 1988; Vellini, 2002).

2.1.3.3.1. Análisis de Downs

Downs (1947) publicó su estudio "Variaciones en las relaciones faciales: su importancia en el tratamiento y el pronóstico", que luego llegó a conocerse como el análisis Downs. Los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar el esqueleto facial exclusivo de los dientes.
- Evaluar la relación de los dientes y los procesos alveolares con el esqueleto facial.

El análisis de Downs fue el primer análisis cefalométrico que podría aplicarse clínicamente, en este análisis realizan comparaciones entre el paciente y un perfil ideal, la relación esquelética y la oclusión. Un conjunto de valores son trazados en papel gráfico, y la comparación entre el paciente con relación a ideal podría verse como un conjunto de "garabatos". Los estándares desarrollados para el análisis Downs aún son útiles, pero han sido reemplazados en gran medida por nuevos estándares (Wahl, 2006b).

2.1.3.3.2. Análisis de Steiner

Steiner (1953) publicó el "Cefalometría para ti y para mí", el cual muestra guías para el uso de mediciones cefalométricas en la planificación del tratamiento. El análisis plantea estrategias necesarias en las posiciones de los incisivos cuando el ángulo ANB no era ideal, con el objetivo de lograr una oclusión normal. Este análisis incorporó la longitud del arco, el perfil y otras consideraciones que facilitaban al ortodoncista principiante tomar decisiones en el tratamiento del paciente.

El análisis de Steiner usa como referencia la base craneana, representada por la línea SN (línea Silla-Nasion); la cual es utilizada debido a que ambos puntos se localizan en regiones óseas de fácil visualización, que se encuentran en el plano sagital medio (base del cráneo), por lo tanto, no sufrirían influencia de las alteraciones faciales; la discrepancia antero posterior de los maxilares están indicadas por la diferencia (ANB) de la línea SN que se define, por los ángulos SNA y SNB (Vellini, 2002).

2.1.3.3.3. *Análisis de Tweed*

Tweed (1954) determinó que, en oclusiones normales, los incisivos inferiores están en posición vertical sobre el hueso basal, es decir, aproximadamente un ángulo de 90° con respecto al plano mandibular. Tweed tomó como una de las bases para su análisis el ángulo del incisivo inferior con respecto al plano mandibular, lo llamó "Incisor Mandibular Plane Angle" (IMPA). También utilizó el ángulo formado por el plano de Frankfurt y el plano mandibular, "Frankfurt-Mandibular Plane Angle" (FMA), este ángulo evidencia la dirección del crecimiento facial del paciente. Por último, el "Frankfurt Mandibular Incisor Angle" (FMIA). Estos tres ángulos IMPA, FMA y FMIA forman el triángulo de Tweed. El triángulo Tweed "ideal" tiene las siguientes medidas FMA: 25° , IMPA: 90° , y FMIA: 65° .

2.1.3.3.4. *Análisis de McNamara*

James McNamara elaboró su análisis utilizando algunas medidas obtenidas de otros análisis cefalométricos, principalmente de Ricketts y Harvold. El análisis de McNamara indica las posiciones de los dientes y los maxilares, y los relaciona en una posición anteroposterior con la vertical verdadera (Howe, McNamara & O'Connor, 1983).

2.1.3.3.5. *Análisis Wits*

Jacobson (1975) llevó a Estados Unidos el análisis de Wits, el cual debe su nombre a la Universidad de Witwatersrand en Sudáfrica. Jacobson relaciona A y B linealmente por verticales desde el plano oclusal, y rechaza la dependencia del ángulo ANB.

El presente análisis:

- Se concentra en la discrepancia esquelética entre los maxilares.
- Permite determinar la magnitud de la discrepancia mandibular, a través de la diferencia lineal entre los puntos A, B y el plano oclusal.
- Tiene en cuenta la relación horizontal y vertical de los maxilares.

La debilidad del análisis de Wits es el estar influenciado por la dentición, lo cual sesga el análisis de indicar las verdaderas discrepancias esqueléticas entre los maxilares (Wahl, 2006b).

2.1.3.3.6. Análisis de Ricketts

Ricketts (1969) elaboró el análisis de Ricketts, el cual usa medidas comparadas con las normas idealizadas basadas en estudios de un tamaño de muestra significativo.

Este análisis fue el pilar del sistema cefalométrico computarizado original (Wahl, 2006b).

2.1.3.3.7. Análisis del diagrama de malla (Mesh)

Moorrees (1953) introdujo el análisis del diagrama de malla, que es un medio gráfico para ilustrar las desviaciones cefalométricas de la norma. El diagrama se basa en un sistema de coordenadas de cuadrados que se distorsionan en proporción a la gravedad de la maloclusión.

Una de las ventajas que tiene es la de ilustrar las desviaciones de la norma en ambas direcciones vertical y sagital simultáneamente (Wahl, 2006b).

2.1.3.3.8. *Análisis de Bjork - Jarabak*

El análisis de Jarabak utiliza aspectos esqueléticos del crecimiento, basado en los estudios de Bjork. Este análisis considera importante la relación de la base posterior y anterior del cráneo, la zona de unión entre el cráneo y la cara, así como la relación entre el cráneo y la mandíbula. Considerando estos aspectos, interpreta su influencia sobre la dentición durante el tratamiento o el periodo de crecimiento después del tratamiento (Verdovello, 2010).

Puntos cefalométricos empleados en el análisis de Bjork - Jarabak:

- Sella (S): Punto virtual, localizado en el centro geométrico de la estructura silla turca.
- Nasion (N): Punto que se encuentra localizado en el límite anterior de la sutura nasofrontal.
- Mentoniano (Me): Punto que se encuentra localizado en el límite más inferior de la curvatura de la sínfisis mentoniana.
- Articular (Ar): Punto en que el borde posterior del cuello del cóndilo se intersecta con el borde inferior del macizo eseno occipital.
- Gonion (Go): Punto que se ubica en la intersección de la tangente al borde posterior de la rama ascendente y la tangente al borde inferior del cuerpo mandibular.

Medidas lineales utilizadas en el trazado del polígono de Jarabak:

- S-N: Base anterior del cráneo.
- S-Ar: Base posterior del cráneo.
- N-Me: Altura facial anterior.
- S-Go: Altura facial posterior.
- Go-N: Profundidad facial.
- Go-Me: Longitud del cuerpo mandibular.
- Ar-Go: Altura de la rama.

Medidas angulares utilizadas en el trazado del polígono de Jarabak:

- N-S-Ar: Angulo de la Silla.
- S-Ar-Go: Angulo articular.
- Ar-Go-Me: Angulo goniaco.
- Ar-Go-N: Angulo goniaco superior.
- N-Go-Me: Angulo goniaco inferior.

2.1.3.4. Métodos de trazado cefalométrico

El trazado cefalométrico requiere la identificación de estructuras del esqueleto craneofacial. La identificación de las estructuras anatómicas es el inicio del diagnóstico y debe ser realizado de manera adecuada para elaborar un plan de tratamiento con bases y criterios diagnósticos.

2.1.3.4.1. Trazado cefalométrico manual

El trazado cefalométrico manual es un método que emplea radiografías en formato físico para generar medidas lineales y angulares de los elementos anatómicos del cráneo y de la cara, lo cual ofrece importante información para la elaboración de los análisis cefalométricos.

La radiografía cefalométrica lateral debe ser colocada sobre el negatoscopio con el perfil de la imagen posicionado hacia la derecha. El papel de acetato debe ser fijado a la radiografía en las esquinas superiores utilizando cinta adhesiva, permitiendo el movimiento de bisagra para que el papel de acetato pueda ser levantado durante las maniobras de trazado con el propósito de

observar directamente la película radiográfica. La radiografía no debe ser fijada al negatoscopio para que pueda ser desplazada durante el trazado cefalométrico.

Se inicia valorando la radiografía e identificando las estructuras anatómicas mientras se realiza el trazado siguiendo una secuencia lógica. Con el dibujo del trazado cefalométrico terminado se procede a ubicar los puntos cefalométricos y posteriormente a obtener las medidas lineales y angulares.

2.1.3.4.1. Trazado cefalométrico Digital

El trazado cefalométrico digital es un método que, empleando una imagen en formato digital, compatible con el programa cefalométrico que se utilice, obtiene medidas lineales y angulares de los diversos elementos anatómicos del cráneo y de la cara y produce resultados en un monitor.

El proceso para realizar el trazado digital consiste en:

- Obtención de la imagen digital.
- Trazado digital: procesado de la imagen, ubicación de los puntos cefalométricos, y obtención de los resultados en forma de valores cefalométricos en los diferentes estudios.

2.1.4. Programa cefalométrico NemoCeph

NemoCeph es un programa de cefalometría computarizada que pertenece a la empresa Nemotec (Software Nemotec SL, España, Madrid). Nemotec fue fundada en 1992 en Madrid, España, y es una empresa que desarrolla programas para uso odontológico.

Nemotec, en 1993 lanzó al mercado NemoDent, que es un programa de gestión clínica que ofrece la administración de historiales clínicos digitales, agenda, plantillas de plan de tratamientos estándar y personalizados, odontograma, administración, contabilidad y marketing; en 1995 lanzó al mercado el programa para el procesamiento de imágenes digitales con sensores y cámaras intraorales VisualDent; en 1999 lanzaron el programa cefalométrico NemoCeph a nivel internacional y con el apoyo del Dr. Roth, este programa es una herramienta que ayuda en el diagnóstico, plan de tratamiento y presentación de casos en Ortodoncia y Cirugía Ortognática; en 2002 lanzaron el programa de planificación de implantes Dental Implants; y en 2007 lanzaron NemoScan, el cual ayuda en el diagnóstico y planificación de tratamientos de implantología, además, hace posible generar una guía quirúrgica que puede ser impresa en cualquier impresora 3D (Nemotec, 2018).

Actualmente Nemotec, además ofrece los siguientes programas: NemoCast, es un programa para ortodoncia que permite el análisis de modelos digitales, planificación digital, impresión de productos y presentación de casos al paciente; NemoFAB, es un programa de cirugía Ortognática, que fue desarrollado en colaboración con el Dr. William Arnett; NemoDSD 2D es un programa para el Diseño de Sonrisas Digital, el cual es avalado por el Dr. Christian Coachman; NemoSmile Design 3D que es un programa que realiza una simulación del plan de tratamiento y encerado virtual, además diseña un mock up que permite al paciente visualizar cómo quedará el tratamiento antes de iniciarlo (Nemotec, 2018).

Nemoceph es un programa que tiene ventajas de ayuda en el diagnóstico, plan de tratamiento y presentación de casos clínicos en ortodoncia. Dentro de las diferentes aplicaciones que se pueden realizar con el programa NemoCeph destacan:

- Análisis cefalométrico lateral.
- Conversión cefalométrica: CO – CR: es un procedimiento en el cual se ajusta el trazado de la radiografía lateral desde la posición de máxima intercuspidadación a la posición de relación céntrica, obteniendo de este modo un trazado cefalométrico con la mandíbula centrada en relación céntrica.
- Predicción de crecimiento con y sin tratamiento (VTO): permite visualizar las modificaciones que sufrirán las estructuras dentoalveolares con el crecimiento y con el tratamiento.
- Rotación de la radiografía: es posible rotar la radiografía cefalométrica con respecto a la vertical verdadera, o con respecto a la fotografía paciente, o de otras formas.
- STO: es un instrumento para la cirugía ortognática de deformidades dentofaciales que permite establecer objetivos ortodónticos quirúrgicos.
- Superposición de cefalometría - Visualización de las áreas
- Realización del Morphing: es un efecto especial que transforma la imagen fotográfica de un objeto real en la imagen fotográfica de otro objeto real. Se lo utiliza sobre todo para crear la ilusión de la transformación de una cosa en otra.

2.1.4.1. Modo de uso del programa cefalométrico NemoCeph

Se inicia con la Captura de Imagen:

2.1.4.1.1. Captura de Imagen

CAPTURA DE DISCO

La captura de disco se usa para capturar imágenes ubicadas dentro de la computadora o en algún dispositivo externo (cámara digital, USB, etc.).

Se deben realizar los siguientes pasos:

- Seleccionar el paciente para añadir las imágenes.
- Seleccionar el botón **Iniciar Captura**, que se encuentra ubicado en la barra superior.
- En la parte derecha de la pantalla, aparece un asistente, y lo primero que pide es seleccionar el dispositivo de Captura. (Captura de disco), para poder capturar imágenes dentro de la computadora o de un disco externo, USB, etc.
- Luego pide que se seleccione el tipo de imagen que se desea capturar. Si es una serie de fotografías faciales, radiografías intraorales, radiografías laterales, etc. Se activa la opción **Comenzar a capturar imágenes**, al seleccionarla y aparece una nueva ventana que ofrece la posibilidad de buscar el directorio donde estén almacenadas las imágenes. Una vez seleccionada la carpeta, al pulsar Aceptar, se mostrarán todas las imágenes que contiene.
- Es importante no marcar la imagen o imágenes que se deseen capturar, sino marcar la carpeta que contiene las imágenes (Nemotec, 2007).

2.1.4.1.1. Trazado cefalométrico

Al abrir una radiografía y seleccionar el botón **Ceph Tracing 2D** aparecerá un asistente, el cual indica los pasos a seguir.

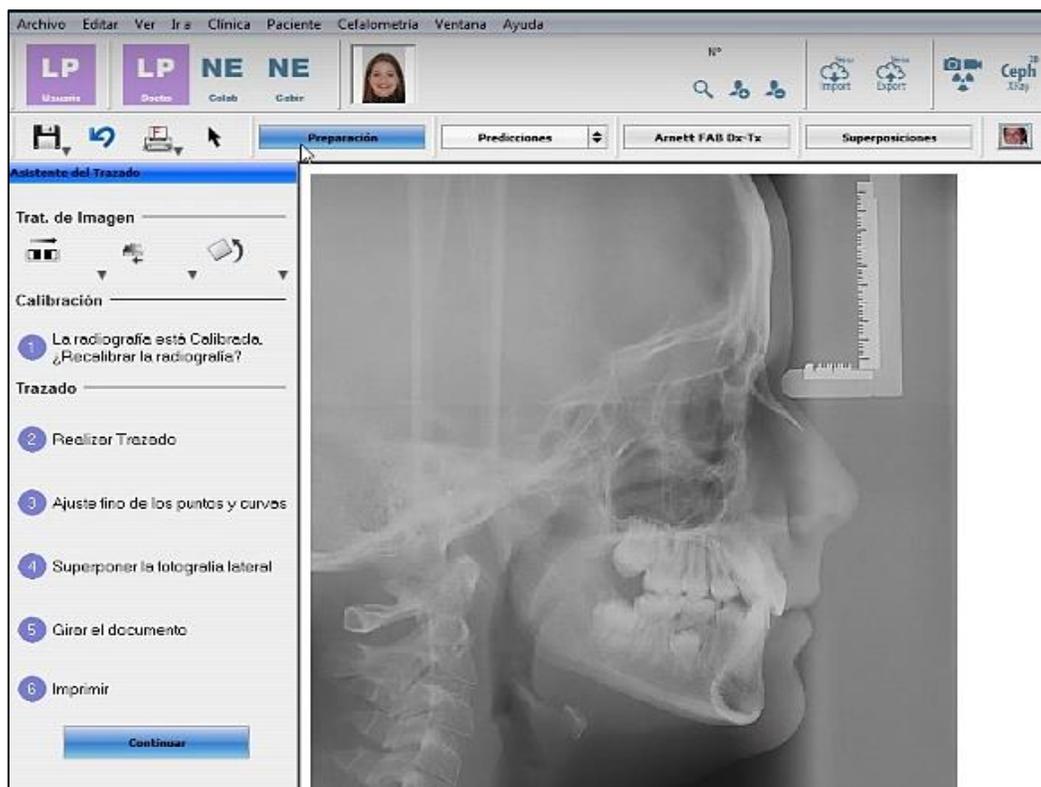


Figura 1. Captura de pantalla del programa NemoCeph mostrando le ventana del Asistente de Trazado.

El asistente se divide en:

1. **Calibración:** esta opción se activa cuando el programa detecta que la imagen no se encuentra calibrada.
2. **Realizar Trazado.**
3. **Ajuste fino de los puntos y curvas.**
4. **Superponer la fotografía lateral.**
5. **Girar el documento.**
6. **Imprimir.**

1. Calibración de Imágenes

Se utiliza cuando la imagen capturada no se encuentra en escala 1:1. Es necesaria la calibración para que luego sea posible la toma de medidas sobre la imagen.

- Se pulsa el botón **1. Calibración del Documento**, luego aparecerá una ventana indicando los pasos para la calibración de la imagen.
- Con el uso de los botones + -, se hace zoom sobre regla del apoyo nasal que se visualiza en todas las radiografías cefalométricas laterales, esta nos sirve como referencia de medida en la imagen.
- Se marca el primer punto con el puntero del mouse que tiene forma de cruz, posteriormente, marcar el segundo punto.
- A continuación, aparecerá una ventana para poder indicar los milímetros de separación entre un punto y otro, se introduce el valor y selecciona Finalizar Calibración (Nemotec, 2007).

2. Realizar trazado

Para empezar la cefalometría, al seleccionar **2. Realizar Trazado**, automáticamente aparecerá un panel a la derecha con los siguientes ítems:

Fecha de Nacimiento: es tomada automáticamente de la ficha de datos personales.

Fecha de la Cefalometría: es la fecha en que se realizó la captura de la imagen, se puede modificar si se desea poner la actual.

Edad Dental: en base a esta depende la norma que será aplicada en los valores de la cefalometría.

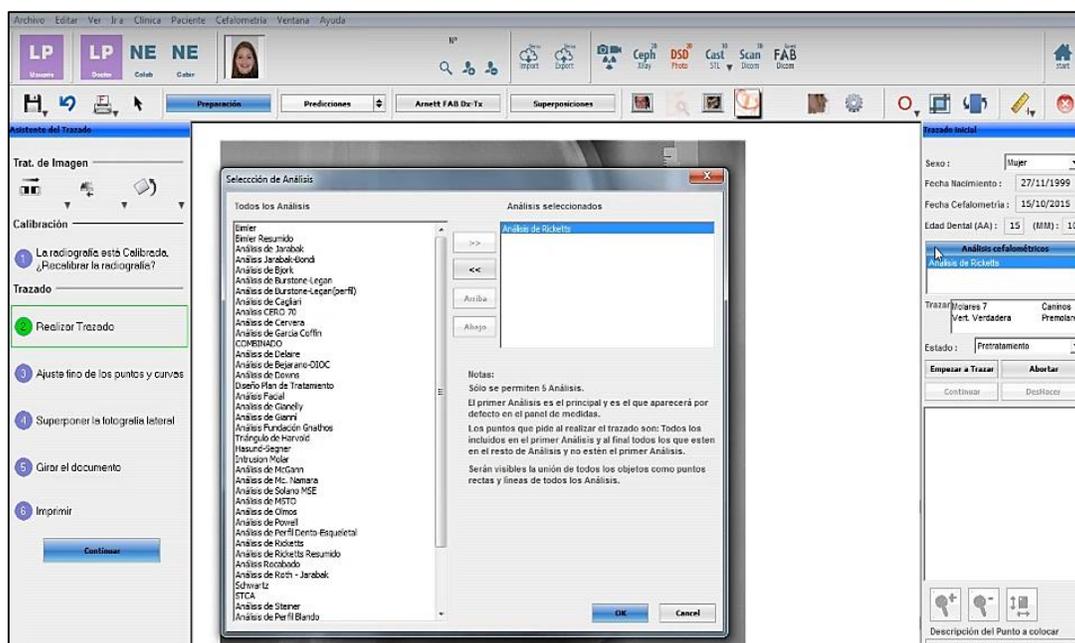


Figura 2. Captura de pantalla del programa NemoCeph durante la selección del Análisis Cefalométrico.

Seleccionar el análisis pulsando **Análisis Cefalométricos**.

- Se selecciona el primer análisis, y este se marcará en el lado derecho. El análisis que se seleccione primero es considerado como el análisis principal. Se permite seleccionar hasta 5 análisis.
- Puntos que se solicita: los puntos que estén incluidos en el primer análisis seleccionado y a luego los puntos necesarios para los análisis restantes.

Para iniciar con el trazado de la cefalometría, se necesita hacer clic sobre el botón **Empezar a Trazar**. Se procederá al posicionamiento de puntos cefalométricos. Los puntos que serán posicionados se encuentran indicados con el código que los representa: N: Nasion, S: Silla, Me: Mentón, etc.

En el panel que se encuentra ubicado en el lado derecho de la pantalla, aparece un gráfico que indica la ubicación del punto cefalométrico, debajo de este gráfico se encuentra indicado el

nombre del punto. Sobre la radiografía se observará un tool tip de color azul turquesa que indica lo mismo (Nemotec, 2007).

Para posicionar un punto cefalométrico, se hace clic en el lugar en el que el operador ubica el punto. Al terminar de posicionar un punto cefalométrico, el programa indicará la zona donde se encuentra el siguiente punto cefalométrico.

Durante el posicionamiento de los puntos, el programa irá dibujando estructuras anatómicas, que podrán ser corregidas mientras se esté trazando.

Cuando se quiere corregir algunos puntos de los que ya han sido colocados, se necesita mover el mouse hasta el punto que se desee modificar, y el tool tip cambiará a color naranja (indicando que es un punto que ya está colocado) y se modifica su posición.

Al posicionar sobre el último punto, aparece en pantalla el trazado de la cefalometría en azul, superpuesto sobre la telerradiografía con un panel a la derecha con las medidas del análisis utilizado (Nemotec, 2007).

Filtros

Durante el desarrollo del trazado cefalométrico, se puede aplicar cualquier filtro, como la mejora del Brillo y Contraste, que facilite el posicionamiento de los puntos cefalométricos.

Zoom

Durante el posicionamiento de puntos cefalométricos es posible acercar o alejar la imagen.

3. Ajuste fino de los puntos y curvas

Una vez realizada la cefalometría, para ajustar el trazado se debe hacer clic en el punto **3. Ajuste fino de los puntos y curvas**, y aparecerán en pantalla los puntos cefalométricos que fueron definidos en el programa.

El panel de la derecha se indica los pasos que se deben de seguir durante el ajuste. Además de poder ajustar los puntos cefalométricos, también hay la opción para dibujar mejor las estructuras, las **Curvas de Bézier** sirven para ello, estas aparecen al mantener presionado el botón Ctrl.

Las curvas paramétricas, permiten obtener control total en el trazado cefalométrico del perfil blando y óseo. Cuando se hace clic sobre un punto de control y pulsando la tecla Ctrl, automáticamente será visualizado en color azul la recta tangente a la curva en dicho punto. Esta tangente podrá ser cambiada moviendo los puntos extremos de esta.

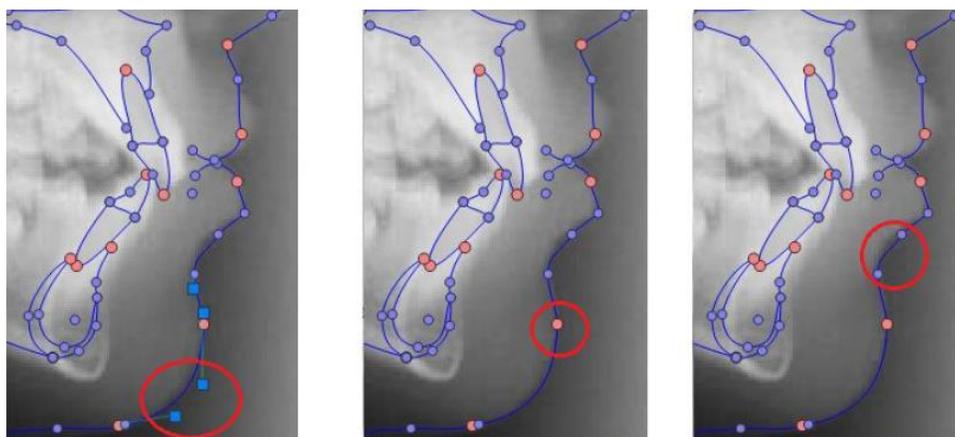


Figura 3. Curvas paramétricas para el ajuste del trazado. Nota: Imagen obtenida del Manual de Usuario NemoCeph.

Cuando se quiere acercar una zona para ajustar, se selecciona el botón Zoom, para deshacer una modificación en un punto durante el ajuste, se puede hacer con el botón Retroceder, (deshace la última posición) (Nemotec, 2007).

4. Superponer la fotografía lateral

En el panel de la derecha se irá indicando cómo se debe superponer el trazado a la fotografía del paciente. Se selecciona Ver sólo las fotos laterales. Si la fotografía lateral no se

encuentra en las fotos laterales, es posible desplegar para seleccionar donde se encuentran las imágenes y se debe hacer doble clic sobre la foto que se quiere superponer.

Detrás del trazado cefalométrico se visualizará la foto del paciente, para poder ajustar el trazado a la fotografía del perfil del paciente, se tiene a disposición dos manejadores, que son Nasion y Mentón (aparecen con forma cuadrada), estos facilitarán el giro y la traslación para poder ajustar la imagen a la cefalometría.

Una vez ajustado, seleccionar Salir (Nemotec, 2007).

5. Girar el documento

Se puede realizar el giro de la radiografía según diferentes opciones:

- Hacer horizontal la horizontal verdadera

Al seleccionar esta opción, se realiza el giro de la imagen cefalométrica y de la fotografía, sobre la horizontal verdadera. Antes de realizar el giro, se debe posicionar la Línea Vertical Verdadera.

Para poder hacerlo, existen las siguientes opciones:

Solicitar los puntos que definen la línea Vertical Verdadera al seleccionar Posicionar la Vertical Verdadera en el panel de cefalometría.

Reposicionando la Línea Vertical Verdadera después de haber realizado la cefalometría, al seleccionar en el asistente: Cambiar la capa de Visualización a Capa 4 en el panel de trazados.

Reposicionar los extremos, llevándolos a la posición deseada en la Capa 4, que es donde visualiza la línea Vertical Verdadera,

- Hacer horizontal el plano de Frankfurt.

Se gira la telerradiografía y la foto haciendo horizontal el plano Or – Po.

- Ajustar la foto respecto a la radiografía.

Ajusta la fotografía con respecto a la radiografía y girarla respecto a ella.

- Ajusta la radiografía con respecto a la fotografía.

Realiza la misma función anterior pero de manera inversa.

- Giro libre de foto

Es posible rotar la imagen. Se observa cómo rota la radiografía en la parte superior derecha de la pantalla, y se indica el ángulo de rotación aplicado.

- Giro libre de la radiografía

La función es similar a la descrita en el punto de arriba, con la diferencia de que el giro se realiza sobre la radiografía lateral. A partir del manejador que aparece en la radiografía, se rotan ambas imágenes (Nemotec, 2007).

6. Impresión

Es el último paso, se puede imprimir el informe de medidas, el trazado cefalométrico, el biotipo facial del paciente. Para imprimir el informe de medidas: las medidas ya se encuentran calculadas una vez que se termina de trazar, y se muestra en el panel en la parte de derecha. Para imprimir el Informe de Medidas, se selecciona primero el análisis o los análisis que deseamos imprimir y pulsar **IMPRIMIR** situado debajo del listado de Análisis. Aparecerá la opción de la impresora. Se muestra una vista preliminar en PDF y se puede guardar el documento.

El programa NemoCeph dispone de 4 capas de visualización:

Capa 1. Trazado Básico.

Capa 2. Visualizar el trazado con los planos asociados al método cefalométrico empleado. Si se selecciona “Medidas”, se verán las medidas de la cefalometría.

Capa 3. Por defecto se visualiza lo mismo que en la capa 2.

Capa 4. Se visualizan todos los puntos, planos y estructuras predefinidos en el programa (Nemotec, 2007).

2.1.5. Eficacia

La eficacia es la capacidad para producir el efecto deseado, de ir bien para una determinada cosa o función.

2.1.6. Variabilidad

La variabilidad es todo aquello que posee la posibilidad de cambiar o que tiene una inconsistencia para continuar realizando algo que ha sido planificado. La variabilidad nos indica si las puntuaciones o valores están próximos entre sí o si por el contrario están muy dispersas.

2.1.7. Reproducibilidad

La reproducibilidad es la aproximación de medidas sucesivas del mismo objeto. Es la habilidad de producir como resultado medidas idénticas o similares cuando las medidas son repetidas en el tiempo.

2.2. Antecedentes

Kochar *et al.* (2015) compararon el trazado cefalométrico manual y computarizado con el software NemoCeph NX 2006 para determinar validez y tiempo requerido. Utilizaron una muestra de 100 radiografías laterales digitales distribuidas en tres grupos, para el grupo A se trazaron manualmente copias impresas de las radiografías, el tiempo se registró desde la grabación del cefalograma hasta el registro de la última medición con un cronómetro digital, el grupo B se utilizó trazado computarizado, estuvo compuesto por imágenes digitales directas y el tiempo se registró desde la importación de la imagen al software hasta el registro de la medición, y el grupo C trazado computarizado, compuesto por radiografías escaneadas, el tiempo se registró desde el escaneo de la radiografía hasta el registro de la medición; los grupos B y C

fueron trazados utilizando el software cefalométrico y las mediciones se generaron automáticamente. 18 parámetros cefalométricos fueron evaluados para todos los grupos. Todos los trazados fueron realizados por un solo individuo. Dentro de sus resultados al comparar la confiabilidad intraoperador encontraron diferencias estadísticamente significativas en el trazado manual en las medidas: SNB, N-S-Ar, S-Ar-Go, Ar-Go-Me, y en el trazado digital en las medidas: SNA, ANB, N-S-Ar; al comparar el error sistemático entre el Grupo A con el Grupo B encontraron diferencias estadísticamente significativas en las medidas: SNA, SNB, N-S-Ar, S-Ar-Go, Ar-Go-Me. La correlación entre todas las medias evaluadas tuvo valores altos. La comparación del tiempo requerido entre los grupos de estudio tuvo una diferencia estadísticamente significativa, el tiempo de trazado manual fue aproximadamente el doble del tiempo requerido para el trazado con el software cefalométrico. Concluyen que, aunque hubo diferencias significativas entre el trazado manual y digital, estas no fueron clínicamente significativas. La validez y la reproducibilidad de varios parámetros cefalométricos por diferentes métodos de trazado están altamente correlacionadas. En comparación con el método manual, el trazado con software proporciona una ventaja de tiempo significativa.

Goracci & Ferrari (2014) evaluaron la reproducibilidad de las mediciones cefalométricas realizadas con un software para tablet, un programa para computadoras personales y de forma manual. Utilizaron una muestra de 20 radiografías digitales cefalométricas laterales previas al tratamiento, distribuidos en 3 grupos, para el grupo I se realizaron trazados digitales con el software NemoCeph NX 2009, para el grupo II los trazados digitales se realizaron con SmileCeph para iPad donde los puntos de referencia fueron colocaron con un lápiz óptico en la pantalla del iPad; en el grupo III de trazado manual, las radiografías digitales fueron impresas en papel semibrillante para fotografías de alta calidad, los trazados fueron realizados sobre una

lámina de acetato. Para evaluar la confiabilidad intra operador entre cada técnica de trazado se utilizó el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de mediciones repetidas. El CCI también se utilizó para evaluar la reproducibilidad de cada punto cefalométrico para los 3 grupos. Las diferencias en las mediciones entre cada grupo se evaluaron utilizando la prueba t para muestras independientes. Para el mismo propósito, la prueba U de Mann-Whitney se usó en caso de que la distribución de datos no fuera normal. Dentro de sus resultados encontraron valores del correlación con muy alta confiabilidad intra operador para mediciones repetidas con cada técnica de trazado (CCI>0.8). Los valores de correlación para las mediciones cefalométricas registradas con las tres las técnicas de trazado indica un alto acuerdo (CCI>0.8) entre los métodos de trazado. La prueba t reveló que para todos los parámetros cefalométricos evaluados, se produjeron diferencias estadísticamente similares ($p>0.05$) al trazado manual utilizando cualquiera de los programas digitales. Concluyen que la cefalometría asistida por tablet muestra buena concordancia con la cefalometría asistida por computadora y el trazado manual.

Esteva, Sánchez, Meléndez y Cedillo (2014) compararon la confiabilidad de las medidas del programa cefalométrico NemoCeph Nx con el trazado manual. Utilizaron una muestra de 20 radiografías cefalométricas digitales directas distribuidas en 2 grupos, para el grupo I, las radiografías fueron trazadas en el programa NemoCeph, mientras que en el grupo II las imágenes digitales impresas fueron trazadas manualmente. Se tomaron seis medidas lineales y seis medidas angulares. Se midió lo siguiente: convexidad facial, distancia SL, distancia Pg a NaB, longitud de la base craneal posterior, altura facial anterior, profundidad facial, profundidad maxilar, SNA, SNB, ANB, y N-S-Ar. El análisis estadístico que se utilizó fue la prueba T Student. Dentro de sus resultados encontraron diferencia significativa en la medida lineal distancia SL, en las demás medidas no encontraron diferencias significativas. Concluyen que se

puede utilizar el programa NemoCeph con confiabilidad para realizar trazos cefalométricos. No hay diferencia significativa en la medición cefalométrica manual o digital de medidas lineales y angulares.

Tikku, Khanna, Maurya, Srivastava & Bhushan (2014) evaluaron y compararon las mediciones cefalométricas obtenidas del trazado computarizado de radiografías digitales directas y el trazado manual de radiografías digitales impresas. Utilizaron una muestra de 40 radiografías cefalométricas laterales, previas a tratamiento, en formato digital e impreso las cuales fueron distribuidas en 2 grupos: grupo I (trazado manual), se colocaron las radiografías impresas sobre un negatoscopio y se trazaron los puntos de referencia sobre el papel de acetato; mientras que para el grupo II (trazado digital) se transfirieron los formatos digitales de las radiografías al software cefalométrico NemoCeph, fueron calibradas y los puntos cefalométricos fueron trazados. Se calcularon 13 medidas angulares y 13 medidas lineales para ambos grupos. Utilizaron el Coeficiente de correlación intraclase ($r > 0.75$) para determinar la exactitud; la diferencia en las mediciones relacionadas (error sistémico) de ambos grupos se calculó con pruebas t pareadas ($p < 0.05$). Las medidas fueron clínicamente aceptables si las diferencias de medición promedio entre los dos métodos eran inferiores a 2 unidades (1 unidad = 1 mm para mediciones lineales y 1° para medidas angulares). Dentro de sus resultados, encontraron que las mediciones lineales obtenidas en ambos grupos, mostraron diferencias estadísticamente significativas. Las mediciones angulares N-S-Ar, S-Ar-Go, Ar-Go-Me presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Las diferencias en las mediciones entre el trazado digital y el trazado manual fueron más significativas para las mediciones lineales que para las angulares ($p < 0.001$). Concluyeron que las mediciones digitales obtenidas a partir de imágenes mostradas en el monitor son reproducibles y comparables con el método manual realizado en su

copia impresa excepto para el ángulo del plano oclusal (plano oclusal-SN). Algunas de las medidas lineales y angulares mostraron diferencias estadísticamente significativas, pero fueron clínicamente aceptables.

Pellicer, Montero, Oyagüe & Albaladejo (2013) en su estudio tuvieron como objetivo evaluar la variabilidad y la reproducibilidad de una serie de medidas angulares cefalométricas utilizando el trazado manual y el trazado digitalizado con el software NemoCeph en radiografías cefalométricas digitales. Se utilizaron 30 radiografías cefalométricas digitales distribuidas en dos grupos, en el grupo I se realizó el trazado digital utilizando el programa NemoCeph Dental Studio NX 8.5.2 y se volvió a realizar el trazado 30 días después, mientras que en el grupo II se realizó el trazado manual en una copia impresa en páginas blancas de las radiografías cefalométricas, y se volvió a realizar el trazado 30 días después. Se usaron 11 puntos cefalométricos para el trazado, combinados en 11 medidas angulares. Para el análisis estadístico se usó Pruebas T Student, ANOVA, coeficientes de correlación intraclase, correlación de Pearson. Dentro de sus resultados no encontraron diferencias significativas para contrastar la concordancia del trazado digital ni del trazado manual realizada al inicio del estudio y 30 días después. La comparación múltiple de las medidas del trazado manual y digital no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$). La correlación entre los métodos manual y digital fue alta, aunque las medidas ANB, SNA y SNB lograron una mayor correlación en trazado manual que en trazado digital. Concluyen que la validez y reproducibilidad de las medidas angulares en las radiografías cefalométricas digitales utilizando el software NemoCeph y el trazado manual muestran una correlación excelente, sin embargo, el trazado manual fue excelente en una mayor proporción de casos que el trazado digital. Los puntos A y B afectan las medidas en las que están involucrados, y fueron más notables en el trazado digital.

Pellicer *et al.* (2012) en su estudio el objetivo fue revisar las publicaciones sobre trazados digitales, presentar los métodos que se emplean para estudiar la fiabilidad y validez de la cefalometría, los programas y sistemas evaluados, exponer las medidas y puntos cefalométricos más conflictivos. Realizaron una revisión bibliográfica en PubMed con palabras clave "cephalometry", "measurements", "orthodontics", "landmark", "computer-assisted cephalometric analysis", "digitized imaging". Utilizaron una muestra de 28 artículos (desde 1981 a 2011). Dentro de sus resultados para comparar la fiabilidad de los programas: -Estudiando las medidas habituales y comparándolas en sucesivos trazados, -Superponiendo trazados y midiendo la diferencia de los puntos cefalométricos, -Estandarizando imágenes y radiografías con referencias en ejes cartesianos. Opciones para los trazados: -Trazado manual sobre película radiográfica, -Trazado manual sobre impresión, -Trazado digital realizado con digitalizador, -Trazado digital con software cefalométrico. Origen de la imagen digital: -Obtenida directamente, -Escaneada, -Fotografiada con cámaras digitales. Programas empleados: 10 Dolphin, 4 Vistadent, 4 programas propios, 3 utilizaron digitalizadores, 2 Quick Ceph, 1 NemoCeph, 3 no revelan cual utilizo y el resto programas comerciales. Concluyen que la gran mayoría de artículos terminan validando en el ámbito clínico los programas que estudian, más aún en los estudios recientes y versiones más modernas. Se suelen observar diferencias estadísticamente significativas, en especial en puntos sobre estructuras conflictivas. La película radiográfica es el formato más fiable, la radiografía digital es válida cuando la imagen es de alta calidad y es obtenida directamente o digitalizada con un escáner específico, y la radiografía fotografiada presenta diferencias significativas; la impresión de la radiografía digital es aceptable. Los puntos cefalométricos que han resultado conflictivos se han localizado en estructuras complicadas, con bordes poco definidos o estructuras superpuestas.

Erkan, Gurcan, Nur & Demirel (2012) en su investigación, el objetivo fue comparar el método tradicional de análisis cefalométrico manual con cuatro diferentes programas de análisis cefalométrico computarizado. Utilizaron una muestra de 30 radiografías cefalométricas, que fueron escaneadas en formato digital utilizando un escáner de transparencia. Las radiografías fueron distribuidas en 4 grupos, el grupo I "Dolphin", grupo II "NemoCeph", grupo III "Vistadent" y grupo IV "QuickCeph". Para todos los grupos se midieron tres parámetros dentales, 11 esqueléticos y 1 de tejidos blandos que consistieron en 5 medidas lineales y 10 angulares. Para evaluar la fiabilidad intraobservador seleccionaron 10 radiografías que fueron trazadas dos veces, de forma manual y digital con cada programa de trazado cefalométrico. Se realizó una prueba de correlación lineal ($r > 0.7$) en la que todas las mediciones presentaron coeficientes mayores a 0,9. Los métodos de análisis cefalométrico se evaluaron mediante análisis de varianza multivariados (MANOVA). Usaron las pruebas de Box y Levene para evaluar el cumplimiento del MANOVA. Se utilizó una comparación por pares de los medios marginales estimados para comparar los valores medios de las variables dependientes de cada programa de análisis cefalométrico y el método tradicional. Dentro de sus resultados no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los diversos métodos en función de la suma de las variables dependientes para cada método ($p > 0.05$). Los resultados obtenidos de los programas de análisis cefalométricos se compararon con los obtenidos del método manual mediante la comparación por pares de los medios marginales estimados. La suma de las diferencias entre el método manual y los programas de análisis cefalométrico fue pequeña. La mayor diferencia se encontró para Vistadent y la más pequeña para Dolphin. Concluyen que las mediciones obtenidas con los programas de análisis cefalométricos computarizados utilizados en el estudio demostraron ser confiables.

2.3. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación tiene importancia teórica dado que determina la validez y reproducibilidad del programa NemoCeph y del método de trazado manual. Según sus resultados podrá ser propuesto para su uso en el área de pregrado y posgrado de Ortodoncia de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Tiene una importancia práctica, ya que sus resultados permitirán demostrar la eficiencia del programa cefalométrico en términos de obtener resultados similares a los obtenidos con el método manual de trazado cefalométrico, pero con ventajas en ahorro de espacio, seguridad en el almacenamiento de datos y fluidez de acceso a información, accesibilidad a todos los análisis disponibles y construcción de registros de documentos digitales. Además de importancia clínica, debido a que permite calcular automáticamente ángulos y distancias con tan solo ubicar los puntos cefalométricos, manipular la imagen para mejorar su aspecto visual, compartir información con facilidad y mayor velocidad entre profesionales, alumnos y pacientes.

Finalmente, tendrá una repercusión social, como consecuencia de que los pacientes de la Universidad Nacional Federico Villarreal recibirán un diagnóstico y plan de tratamiento en menor tiempo.

2.4. Hipótesis

Hipótesis de trabajo:

- Las mediciones angulares realizadas con el método de trazado manual y digital son probables que no presenten diferencias significativas en su eficacia.

III. Objetivos

3.1. Objetivo general

Comparar la eficacia del método de trazado cefalométrico manual y el método de trazado cefalométrico digital utilizando el programa NemoCeph.

3.2. Objetivos específicos

- Comparar las medidas cefalométricas obtenidas con el método manual en el momento inicial y final.
- Comparar las medidas cefalométricas obtenidas con el método digital en el momento inicial y final.
- Comparar todas las medidas cefalométricas obtenidas con los métodos manual y digital en diferentes momentos.
- Correlacionar el método de trazado cefalométrico manual en el momento inicial y final.
- Correlacionar el método de trazado cefalométrico digital en el momento inicial y final.
- Correlacionar el método de trazado cefalométrico manual con el método de trazado cefalométrico digital.

IV. Materiales y métodos

4.1. Tipo de estudio

- **COMPARATIVO.-** Busca evaluar a una misma población, pero en dos tiempos diferentes y con dos metodologías.
- **TRANSVERSAL.-** Los datos de cada sujeto representan esencialmente un momento del tiempo.
- **OBSERVACIONAL.-** El factor de estudio no es controlado por el investigador, sino que se limita a observar, medir y analizar determinadas variables en los sujetos.
- **RETROSPECTIVO.-** El diseño es posterior a los hechos estudiados, de modo que los datos se obtienen de archivos o registros.

4.2. Población / Muestra / Criterios de selección

4.2.1. Población

Radiografías cefalométricas laterales en formato físico y digital de pacientes en pretratamiento de ortodoncia de la base de datos del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI) del Dr. Hugo Aguayo Olivares.

4.2.2. Muestra

40 radiografías cefalométricas laterales en formato físico y digital de pacientes en pretratamiento de ortodoncia seleccionadas de la base de datos del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI) del Dr. Hugo Aguayo Olivares.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

- Todas las radiografías cefalométricas laterales tomadas con la misma máquina de Rayos X.
- Todos los puntos cefalométricos a registrar visibles.
- Tejidos blandos visibles.
- Pacientes en oclusión.
- Dentición completa.
- Superposición de los auriculares.
- Muestra de hombres y mujeres de mediana edad: Promedio 22 años de edad
- Regla de calibración visible en todas las radiografías.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Radiografías con imágenes o artefactos.
- Dientes sin erupción o parcialmente erupcionados que causen errores que identifiquen el plano oclusal y el ápice del diente
- Pacientes con tratamiento previo de ortodoncia.

4.3. Variables / Definición / Operacionalización

4.3.1. Variables

Trazado cefalométrico manual, trazado cefalométrico digital.

4.3.2. Definición

El trazado cefalométrico manual es un método que emplea radiografías en formato físico para generar medidas lineales y angulares de los elementos anatómicos del cráneo y de la cara, lo cual ofrece importante información para la elaboración de los análisis cefalométricos.

El trazado cefalométrico digital es un método que, empleando una imagen en formato digital, compatible con el programa cefalométrico que se utilice, obtiene medidas lineales y angulares de los diversos elementos anatómicos del cráneo y de la cara y produce resultados en un monitor.

4.3.3. Operacionalización

Variable	Conceptualización	Dimensión	Indicador	Escala	Categoría de escala	Valor
Trazado cefalométrico manual	El trazado cefalométrico manual es un método que emplea radiografías en formato físico para generar medidas lineales y angulares de los elementos anatómicos del cráneo y de la cara, lo cual ofrece importante información para la elaboración de los análisis cefalométricos.	Manual	N-S-Ar S-Ar-Go Ar-Go-Me Ar-Go-N N-Go-Me SNA SNB ANB U1/S-N L1/Go-Me U1/L1	Razón	Cuantitativo	Grados
Trazado cefalométrico digital	El trazado cefalométrico digital es un método que, empleando una imagen en formato digital, compatible con el programa cefalométrico que se utilice, obtiene medidas lineales y angulares de los diversos elementos anatómicos del cráneo y de la cara y produce resultados en un monitor.	NemoCeph	N-S-Ar S-Ar-Go Ar-Go-Me Ar-Go-N N-Go-Me SNA SNB ANB U1/S-N L1/Go-Me U1/L1	Razón	Cuantitativo	Grados

4.4. Método / Técnicas / Procedimientos

4.4.1. Método

La muestra estuvo constituida por 40 radiografías cefalométricas laterales en formato físico y digital de pacientes en pretratamiento de ortodoncia de la base de datos del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI) del Dr. Hugo Aguayo Olivares, tomadas entre Enero y Junio del 2018.

Las 40 radiografías cefalométricas fueron evaluadas usando dos métodos (trazado manual y trazado digital), y en dos momentos diferentes (inicial y final, dos semanas después). Las radiografías en formato físico fueron numeradas del 1 al 40 en la parte superior izquierda. No se registró ninguna información que permitiera identificar al paciente. Las radiografías en formato digital fueron almacenadas en un archivo de imagen en formato jpeg, con dimensiones 1500 x 1380, colocadas individualmente en una carpeta con la numeración correspondiente a la radiografía.

Cada radiografía fue trazada cuatro veces, produciendo una muestra de 160 trazados cefalométricos, divididos en 2 grupos:

Grupo TM (Trazado Manual)

- Momento I (Inicial): Trazado manual en película radiográfica.
- Momento F (Final): Trazado manual en película radiográfica dos semanas después.

Grupo TD (Trazado Digital)

- Momento I (Inicial): Trazado digital utilizando el programa NemoCeph.
- Momento F (Final): Trazado digital utilizando el programa NemoCeph dos semanas después.

4.4.2. Técnicas

4.4.2.1. Medidas cefalométricas empleadas

Puntos de referencia cefalométricos trazados:

- Nasion (N): Punto que se encuentra localizado en el límite anterior de la sutura frontonasal.
- Sella (S): Localizado en el centro geométrico de la silla turca.
- Articular (Ar): Punto en que el borde posterior del cuello del cóndilo se intersecta con el borde inferior del macizo eseno occipital.
- Gonion (Go): Punto que se ubica en la intersección de la tangente al borde posterior de la rama ascendente y la tangente al borde inferior del cuerpo mandibular.
- Mentoniano (Me): Punto que se encuentra localizado en el límite más inferior de la curvatura de la sínfisis mentoniana.
- Punto A (A): Punto más profundo de la concavidad anterior del maxilar
- Punto B (B): Punto más profundo de la concavidad anterior de la mandíbula.
- Ápice incisivo superior (Isa): Punto apical en la raíz del incisivo más anterior en el maxilar.
- Borde incisivo superior (Is): Borde incisivo del diente ubicado en la posición más anterior en el maxilar.
- Ápice incisivo inferior (Iia): Punto apical en la raíz del incisivo más anterior en la mandíbula.
- Borde incisivo inferior (Ii): Borde incisivo del diente ubicado en la posición más anterior en la mandíbula.

Medidas angulares recolectadas:

- Ángulo de la silla: N-S-Ar.
- Ángulo articular: S-Ar-Go.

- Ángulo goniaco: Ar-Go-Me.
- Ángulo goniaco superior: Ar-Go-N.
- Ángulo goniaco inferior: N-Go-Me.
- SNA: Ángulo formado por los planos SN y NA.
- SNB: Ángulo formado por los planos SN y NB
- ANB: Ángulo formado por los planos NA y NB.
- U1/S-N: Ángulo formado por el eje axial del incisivo superior (U1) y el plano entre los puntos S y N (S-N).
- L1/Go-Me: Ángulo formado por la intersección del eje del incisivo inferior (L1) con el plano entre los puntos Go y Me (Go-Me).
- U1/L1: Ángulo interincisivo. Angulo formado por la intersección del eje incisivo superior (U1) con el eje incisivo inferior (L1).

4.4.2.1. Jornadas de instrucción y calibración

INSTRUCCIÓN

El operador fue capacitado en los métodos, puntos de referencia y medidas cefalométricas empleadas en la investigación, por un especialista en ortodoncia

CALIBRACIÓN

Calibración intra-examinador: el operador realizó el trazado de 10 radiografías con el método manual y con el método digital, una semana después se repitieron los trazados de las mismas radiografías. Los valores estadísticos obtenidos tuvieron buena correlación.

Calibración inter-examinador: un ortodoncista experto realizó el trazado de 10 radiografías con el método manual y con el método digital, y los resultados obtenidos fueron comparados con los resultados del operador. Los valores estadísticos obtenidos tuvieron buena correlación.

4.4.3. Procedimiento

Los trazados cefalométricos fueron realizados en un ambiente con iluminación tenue y sin ruido. Se inició con el Grupo TM (Trazado Manual) y posteriormente el Grupo TD (Trazado Digital).

Grupo TM (Trazado Manual):

Sobre cada radiografía cefalométrica lateral se colocó papel de acetato y se fijó a ella con cinta en las esquinas superiores. Las radiografías y el papel de acetato correspondiente se numeraron del 1 al 40 en la esquina superior izquierda. Para la realización del trazado cefalométrico manual se utilizó un portaminas de 0,5 mm y un juego de escuadras. Se examinó de manera general la radiografía, se identificaron las estructuras a dibujar y se procedió a realizar el trazado cefalométrico.

El cálculo de las medidas angulares se realizó con la regla cefalométrica TEMPLATE (Morelli). Las medidas angulares calculadas fueron las siguientes:

- N-S-Ar
- S-Ar-Go
- Ar-Go-Me
- Ar-Go-N

- N-Go-Me
- SNA
- SNB
- ANB
- U1/S-N
- L1/Go-Me
- U1/L1

Los valores obtenidos fueron trasladados a la tabla de recolección de datos correspondiente. Posteriormente fueron guardados sin posibilidad de revisar la información durante el trazado del grupo TD (Trazado Digital).

Grupo TD (Trazado Digital)

Se utilizó una computadora portátil ASUS ROG GL752VW con microprocesador Intel Core i7-6700HQ (sexta generación), con una pantalla Full-HD de 17.3” pulgadas, con una resolución de 1920 x 1080 píxeles y retroiluminación LED que ofrece altos valores de brillo y contraste, en un ambiente con luz tenue, y el programa NemoCeph Dental Studio (NemoTec) en su versión NemoStudio 2017.

Cada radiografía cefalométrica en formato digital (jpeg) con dimensiones 1500 x 1380, se encontraba ubicada individualmente en una carpeta, las cuales estaban numeradas del 1 al 40.

Se inició el programa cefalométrico NemoCeph. Se creó una ficha de paciente para cada radiografía, en el campo para el nombre se registró el número de radiografía (del 1 al 40) y en el campo para apellido se registró el momento del trazado (inicial o final).

Se procedió en el siguiente orden:

1. Se seleccionó el botón Iniciar Captura en la barra superior.
2. Apareció un asistente en la parte derecha de la pantalla, se seleccionó el dispositivo de Captura (Captura de disco) para capturar la imagen de la computadora.
3. Se seleccionó el tipo de imagen que se deseaba capturar. Se seleccionó la opción Genérica.
4. Se activó la opción Comenzar a capturar, se seleccionó y apareció una nueva ventana para buscar donde estaban almacenadas las imágenes.
5. Se buscó la imagen y se seleccionó la carpeta.
6. Cuando se visualizó la imagen se seleccionó la opción de Ceph Tracing 2D
7. Se calibró la imagen, utilizando como referencia la regla de calibración (apoyo nasal) de la radiografía.
8. Se seleccionó el análisis de Jarabak Bondi, ya que este contenía todas las medidas utilizadas en esta investigación
9. Se hizo clic sobre el botón Empezar a Trazar y se comenzó el proceso de posicionamiento de puntos cefalométricos.
10. Una vez realizada la cefalometría se realizó el ajuste fino de los puntos y curvas del trazado cefalométrico.
11. Al terminar de trazar las medidas ya se encontraban y se mostraban en el panel de medidas en la parte de la derecha.
12. Se seleccionó la opción Imprimir para poder guardar el Informe de Medidas y los Trazados en formato PDF. En la parte de la derecha se mostraba el asistente de impresión, se seleccionó el análisis de Jarabak Bondi y se pulsó IMPRIMIR situado debajo del listado de Análisis.

Los valores obtenidos fueron transportados a la tabla de recolección de datos.

REPETICIÓN DE TRAZADOS

Las 40 radiografías en formato físico y digital fueron trazadas nuevamente con cada método dos semanas después.

4.5. Consideraciones éticas

La investigación “Estudio comparativo de la eficacia entre el método de trazado cefalométrico manual y el método digital”, protege los derechos, la seguridad y el bienestar de los participantes de esta investigación mediante la confidencialidad de sus datos personales.

4.6. Plan de análisis

- Se preparó una base de datos en Excel y el análisis estadístico se realizó con el programa Stata V14.0
- Se elaboraron tablas de medidas descriptivas mediante la media, desviación estándar, intervalo de confianza del 95%.
- Para evaluar la normalidad de las mediciones se utilizó la prueba de Shapiro Wilk, con un nivel de significancia de 0.05.
- Para comparar las mediciones de cada método respectivamente entre el momento inicial y el momento final (dos semanas después), se utilizó la prueba T de Student con un nivel de significancia de 0.05.
- Para comparar todas las mediciones entre el método manual inicial, manual final (dos semanas después), método digital inicial y digital final (dos semanas después) se utilizó la

prueba ANOVA (análisis de varianza) y la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis para las medidas que no tuvieran una distribución normal.

- Para determinar la concordancia intraobservador en cada método de trazado cefalométrico se obtuvo el Coeficiente de Correlación Intraclase.
- Para evaluar la correlación entre los dos métodos de trazado cefalométrico se obtuvo el Coeficiente de Correlación Intraclase.

V. Resultados

Las pruebas de T de Student para determinar las diferencias de medias de las mediciones del trazado manual realizado al inicio del estudio y dos semanas después, solo mostró diferencias estadísticamente significativas en la medición de N-S-Ar ($p < 0.05$), las demás mediciones fueron similares, y al compararlas no se encontró diferencias estadísticamente significativas, $p > 0.05$ (Tabla 1). Al determinar las diferencias de medias de las mediciones del trazado digital realizado al inicio del estudio y dos semanas después, en las mediciones de N-S-Ar, S-Ar-Go, Ar-Go-Me, Ar-Go-N, N-Go-Me, ANB y L1/Go-Me no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, pues los valores son muy similares, $p > 0.05$, sin embargo, en las mediciones de SNA, SNB, U1/S-N y U1/L1 se encontraron diferencias significativas, $p < 0.05$ (Tabla 2).

La comparación múltiple utilizando ANOVA (análisis de varianza) y la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para las medidas que no tuvieran una distribución normal, al evaluar todas las mediciones entre el método manual al momento inicial, método manual al momento final, método digital al momento inicial y método digital al momento final, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, pues los valores son muy similares, $p > 0.05$ (Tabla 3).

La correlación intraclase para valorar la concordancia intraobservador muestra que en el método manual existe una alta correlación entre las medidas obtenidas en el momento inicial y final en todas las mediciones cefalométricas (Tabla 4). En el método digital existe una alta correlación en las medidas obtenidas entre el momento inicial y momento final en todas las mediciones cefalométricas (Tabla 5). Para hacer una valoración del conjunto de los resultados, se

usó la media aritmética, también llamada promedio. El método digital tuvo un mejor promedio (0.97) en comparación con el método manual (0.89).

La correlación entre las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y con el método de trazado cefalométrico digital muestra que existe una alta correlación entre ambos métodos de trazado cefalométrico presentando valores casi perfectos en todas las medidas ($CCI > 0.9$), la única medida que presentó correlación moderada fue ANB ($CCI = 0.4$) (Tabla 6).

Tabla 1.

Comparación de las medidas cefalométricas obtenidas con el método manual en el momento inicial y en el momento final (dos semanas después).

Mediciones	Momento	Media	E.S.	D.S.	IC 95% de Confianza		t	P	
N-S-Ar	I	40	127.60	0.96	6.08	125.65	129.55	-2.882	0.006
N-S-Ar	F	40	128.20	0.96	6.04	126.27	130.13		
S-Ar-Go	I	40	148.38	1.00	6.34	146.35	150.40	1.403	0.169
S-Ar-Go	F	40	148.10	1.02	6.43	146.04	150.16		
Ar-Go-Me	I	40	118.05	1.32	8.34	115.38	120.72	1.183	0.244
Ar-Go-Me	F	40	117.90	1.34	8.48	115.19	120.61		
Ar-Go-N	I	40	45.46	0.56	3.53	44.33	46.59	0.816	0.419
Ar-Go-N	F	40	45.38	0.58	3.70	44.19	46.56		
N-Go-Me	I	40	73.81	1.27	8.04	71.24	76.38	1.008	0.319
N-Go-Me	F	40	72.68	1.05	6.65	70.55	74.80		
SNA	I	40	81.10	0.57	3.61	79.95	82.25	0.954	0.346
SNA	F	40	80.95	0.59	3.71	79.76	82.14		
SNB	I	40	76.70	1.14	7.23	74.39	79.01	-0.864	0.393
SNB	F	40	77.49	0.62	3.95	76.23	78.75		
ANB	I	40	4.48	0.95	5.99	2.56	6.39	1.006	0.321
ANB	F	40	3.56	0.30	1.89	2.96	4.17		
U1/S-N	I	40	103.60	1.26	7.94	101.06	106.14	1.367	0.179
U1/S-N	F	40	103.23	1.30	8.25	100.59	105.86		
L1/Go-Me	I	40	98.10	1.12	7.09	95.83	100.37	-1.465	0.151
L1/Go-Me	F	40	98.45	1.12	7.06	96.19	100.71		
U1/L1	I	40	124.51	1.52	9.61	121.44	127.59	0.851	0.399
U1/L1	F	40	124.13	1.57	9.92	120.95	127.30		

p <0.05 estadísticamente significativo; p <0.01 muy significativo.

Tabla 2.

Comparación de las medidas cefalométricas obtenidas con el método digital en el momento inicial y en el momento final (dos semanas después).

Mediciones	Momento	Media	E.S.	D.S.	IC 95% de Confianza		t	P
N-S-Ar	I	128.35	0.97	6.16	126.38	130.32	1.443	0.157
N-S-Ar	F	127.98	0.94	5.93	126.08	129.87		
S-Ar-Go	I	147.33	1.04	6.59	145.22	149.43	-0.274	0.785
S-Ar-Go	F	147.43	0.96	6.10	145.48	149.37		
Ar-Go-Me	I	119.18	1.37	8.66	116.41	121.94	0.107	0.915
Ar-Go-Me	F	119.15	1.43	9.03	116.26	122.04		
Ar-Go-N	I	45.65	0.60	3.78	44.44	46.86	0.585	0.562
Ar-Go-N	F	45.55	0.59	3.76	44.35	46.75		
N-Go-Me	I	73.53	1.06	6.68	71.39	75.66	-0.896	0.376
N-Go-Me	F	73.65	1.09	6.91	71.44	75.86		
SNA	I	80.65	0.56	3.57	79.51	81.79	-2.399	0.021
SNA	F	80.95	0.55	3.45	79.85	82.05		
SNB	I	77.25	0.61	3.87	76.01	78.49	-3.591	0.001
SNB	F	77.58	0.60	3.82	76.35	78.80		
ANB	I	3.48	0.33	2.06	2.82	4.13	1.404	0.168
ANB	F	3.35	0.30	1.92	2.74	3.96		
U1/S-N	I	102.75	1.19	7.56	100.33	105.17	-2.375	0.023
U1/S-N	F	103.35	1.20	7.59	100.92	105.78		
L1/Go-Me	I	96.55	1.19	7.54	94.14	98.96	-1.497	0.143
L1/Go-Me	F	97.08	1.13	7.14	94.79	99.36		
U1/L1	I	126.00	1.55	9.78	122.87	129.13	2.589	0.014
U1/L1	F	124.90	1.49	9.42	121.89	127.91		

p < 0.05 estadísticamente significativo; p < 0.01 muy significativo.

Tabla 3.

Comparación entre todas las medidas obtenidas con el método manual y el método digital en los diferentes momentos (inicial y final).

Variabes	F	Valor P de ANOVA	Chi² de KW	Valor P de Kruskall Wallis
N-S-Ar	0.120	0.951		
S-Ar-Go	0.260	0.855		
Ar-Go-Me	0.250	0.858		
Ar-Go-N	0.040	0.989		
N-Go-Me	0.200	0.893	0.718	0.869
SNA	0.110	0.954		
SNB	0.250	0.858	0.186	0.9799
ANB	0.890	0.447	0.47	0.9253
U1/S-N	0.080	0.969		
L1/Go-Me	0.600	0.617		
U1/L1	0.280	0.841		

F: Prueba F a través de la técnica de análisis de varianza ANOVA.

Chi² de KW: Es el valor obtenido a través de la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis.

P: es la significancia estadística, $p > 0.05$ indica no hay diferencias significativas entre los grupos.

Tabla 4.

Correlación del método de trazado cefalométrico manual entre el momento inicial y el momento final.

Manual	CCI
N-S-Ar	0.972
S-Ar-Go	0.980
Ar-Go-Me	0.995
Ar-Go-N	0.982
N-Go-Me	0.522
SNA	0.962
SNB	0.503
ANB	0.964
U1/S-N	0.976
L1/Go-Me	0.976
U1/L1	0.956
PROMEDIO	0.89

CCI: Coeficiente de Correlación Intraclase.

La escala de interpretación según Landis y Koch considera un valor mayor o igual a 0.40 con correlación moderada, y superior a 0.80 con correlación excelente.

Tabla 5.

Correlación del método de trazado cefalométrico digital entre el momento inicial y el momento final.

Digital	CCI
N-S-Ar	0.961
S-Ar-Go	0.934
Ar-Go-Me	0.986
Ar-Go-N	0.959
N-Go-Me	0.991
SNA	0.971
SNB	0.985
ANB	0.958
U1/S-N	0.975
L1/Go-Me	0.952
U1/L1	0.954
PROMEDIO	0.97

CCI: Coeficiente de Correlación Intraclase.

La escala de interpretación según Landis y Koch considera un valor mayor 0.80 con correlación excelente.

Tabla 6.

Correlación del método de trazado cefalométrico manual y el método de trazado cefalométrico digital. (Promedio de inicial y final para cada método).

	CCI	r
N-S-Ar	0.979	0.981
S-Ar-Go	0.961	0.971
Ar-Go-Me	0.981	0.992
Ar-Go-N	0.978	0.711
N-Go-Me	0.864	0.866
SNA	0.979	0.981
SNB	0.795	0.828
ANB	0.397	0.457
U1/S-N	0.978	0.981
L1/Go-Me	0.955	0.976
U1/L1	0.958	0.965

CCI: Coeficiente de Correlación Intraclase.

r: Coeficiente de correlación de Pearson.

La escala de interpretación según Landis y Koch considera un valor mayor o igual a 0.40 con correlación moderada, y superior a 0.80 con correlación excelente.

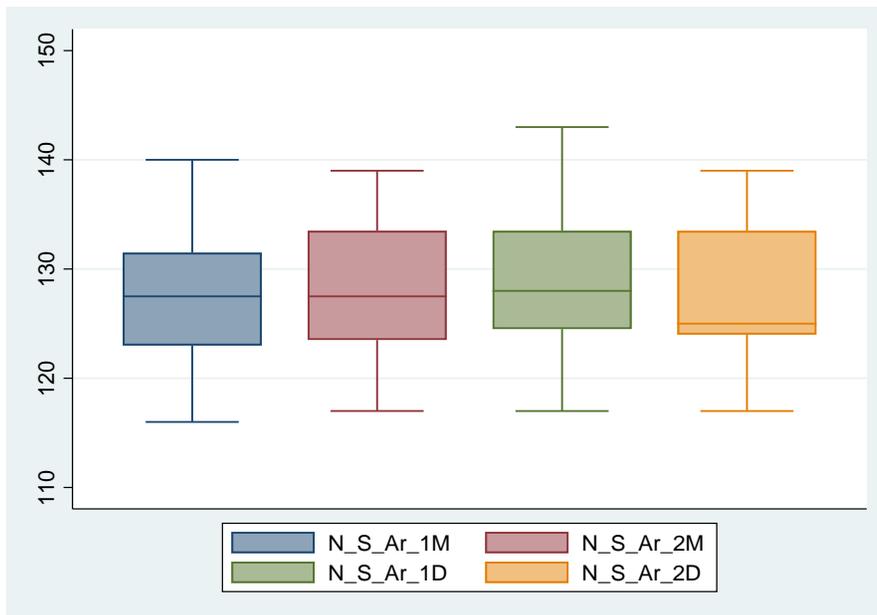


Figura 4. Comparación de las medidas obtenidas con los métodos de trazado cefalométrico manual y digital, en dos momentos diferentes (inicial y final) para la medida N-S-Ar.

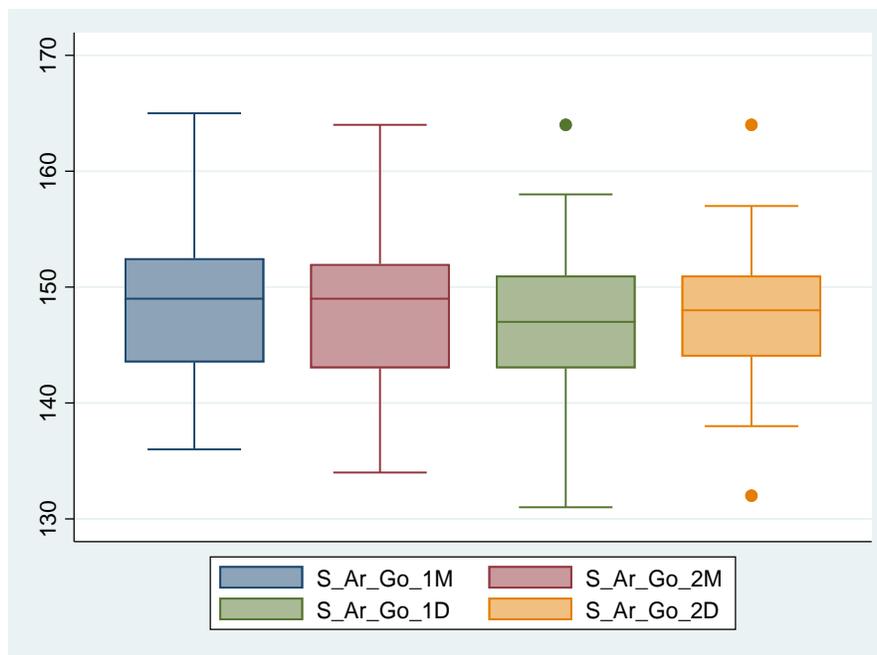


Figura 5. Comparación de las medidas obtenidas con los métodos de trazado cefalométrico manual y digital, en dos momentos diferentes (inicial y final) para la medida S-Ar-Go.

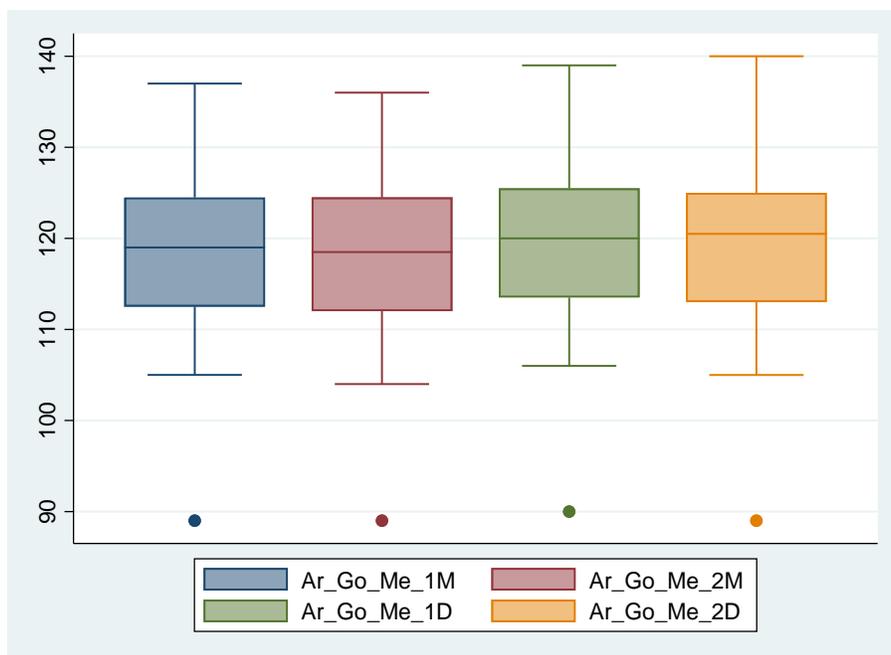


Figura 6. Comparación de las medidas obtenidas con los métodos de trazado cefalométrico manual y digital, en dos momentos diferentes (inicial y final) para la medida Ar-Go-Me.

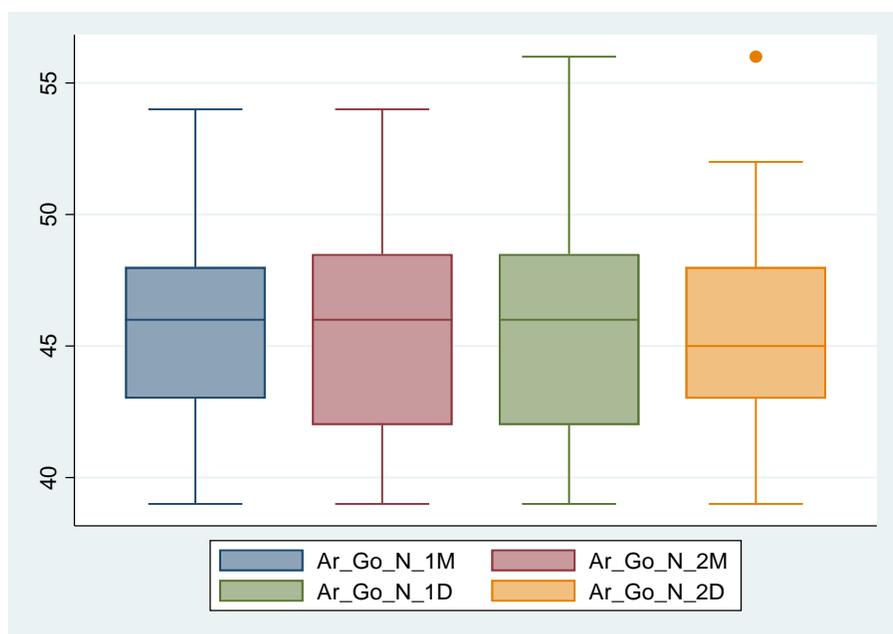


Figura 7. Comparación de las medidas obtenidas con los métodos de trazado cefalométrico manual y digital, en dos momentos diferentes (inicial y final) para la medida Ar-Go-N.

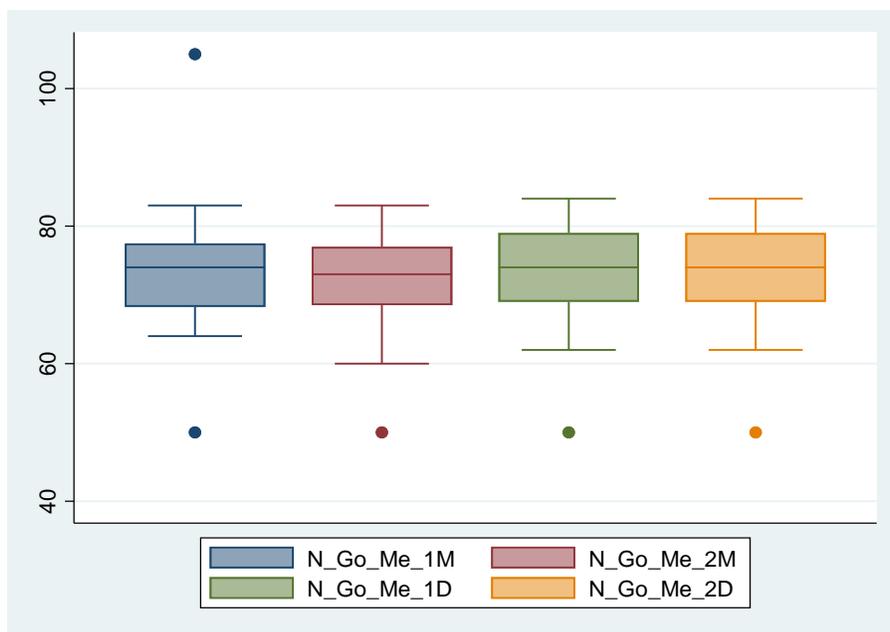


Figura 8. Comparación de las medidas obtenidas con los métodos de trazado cefalométrico manual y digital, en dos momentos diferentes (inicial y final) para la medida N-Go-Me.

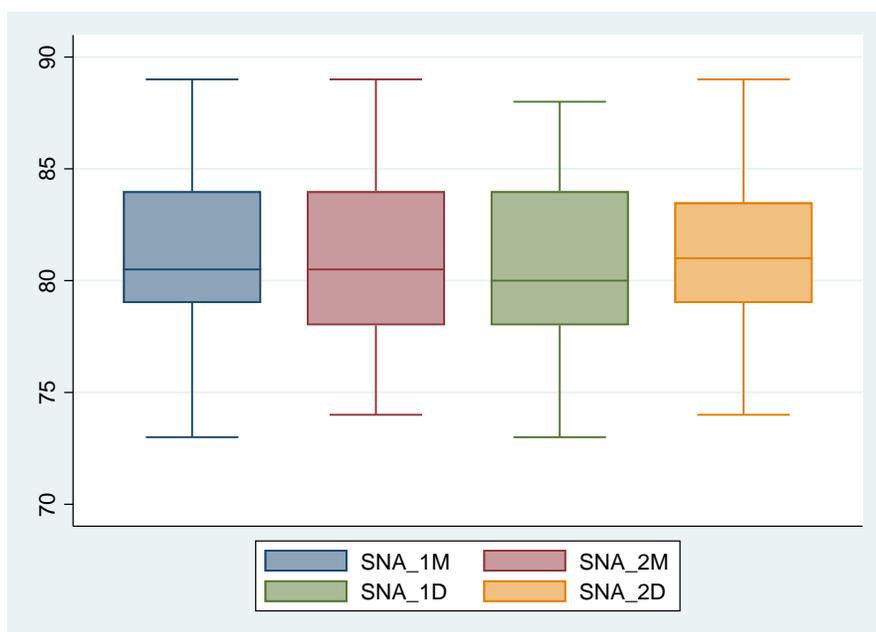


Figura 9. Comparación de las medidas obtenidas con los métodos de trazado cefalométrico manual y digital, en dos momentos diferentes (inicial y final) para la medida SNA.

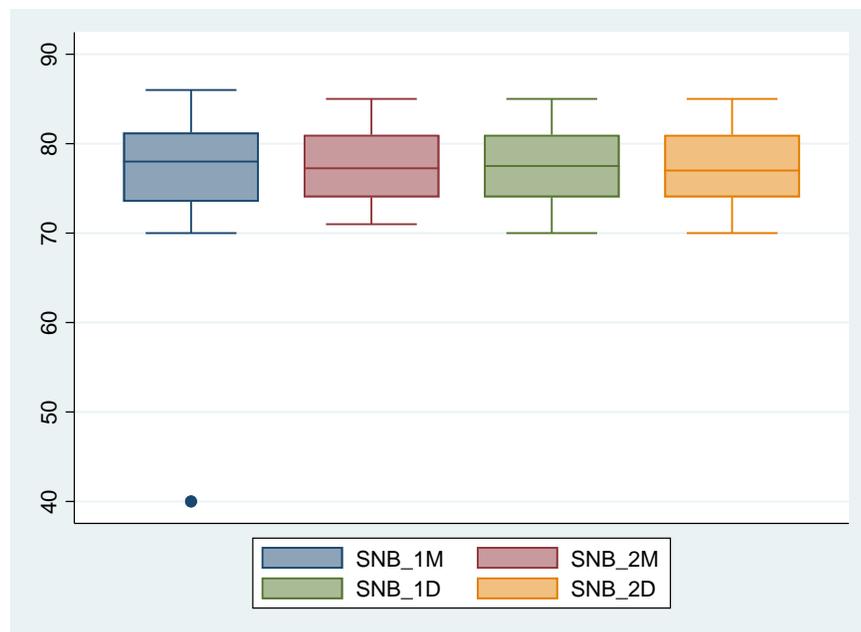


Figura 10. Comparación de las medidas obtenidas con los métodos de trazado cefalométrico manual y digital, en dos momentos diferentes (inicial y final) para la medida SNB.

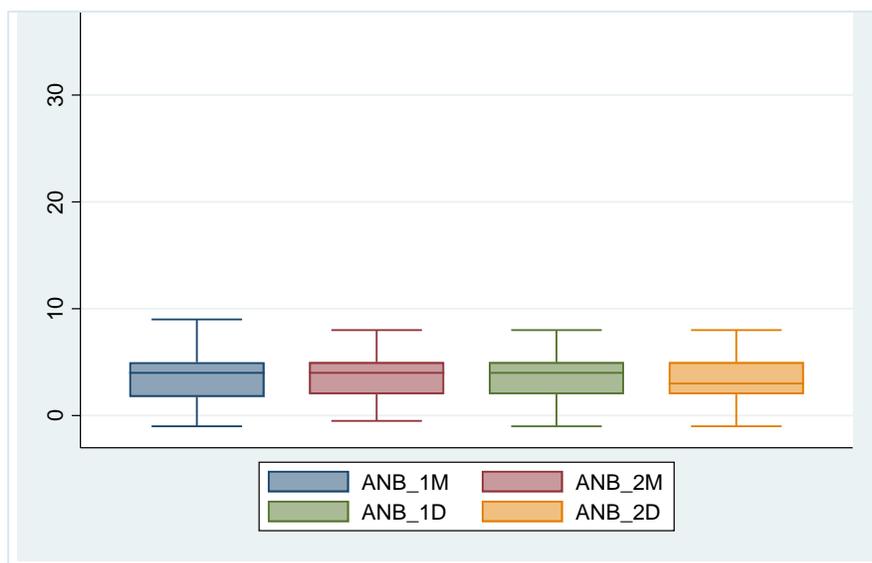


Figura 11. Comparación de las medidas obtenidas con los métodos de trazado cefalométrico manual y digital, en dos momentos diferentes (inicial y final) para la medida ANB.

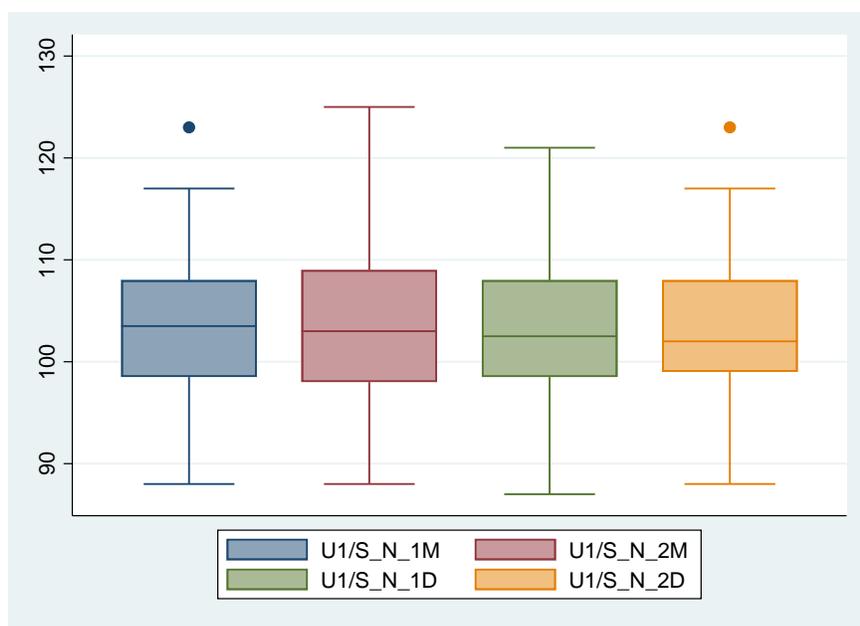


Figura 12. Comparación de las medidas obtenidas con los métodos de trazado cefalométrico manual y digital, en dos momentos diferentes (inicial y final) para la medida U1/S-N.

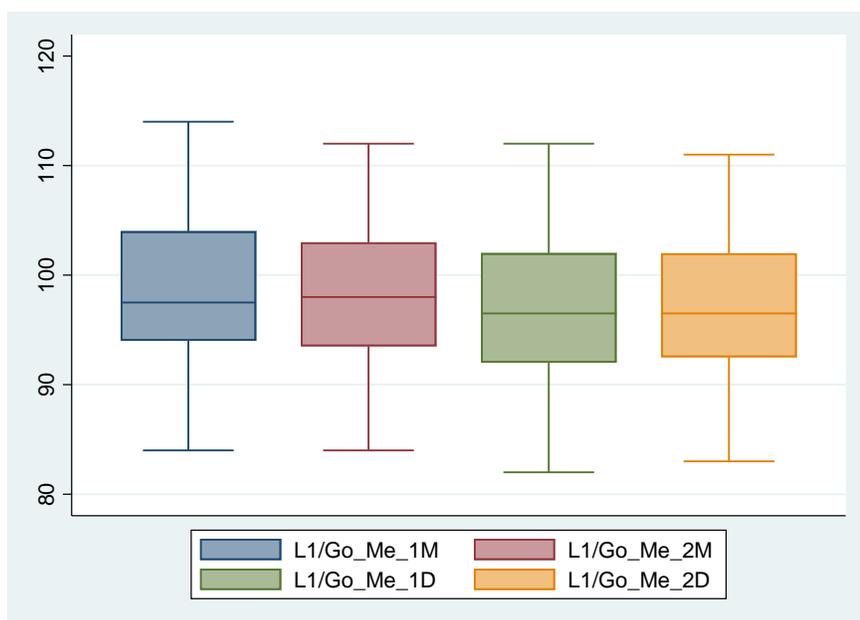


Figura 13. Comparación de las medidas obtenidas con los métodos de trazado cefalométrico manual y digital, en dos momentos diferentes (inicial y final) para la medida L1/Go-Me.

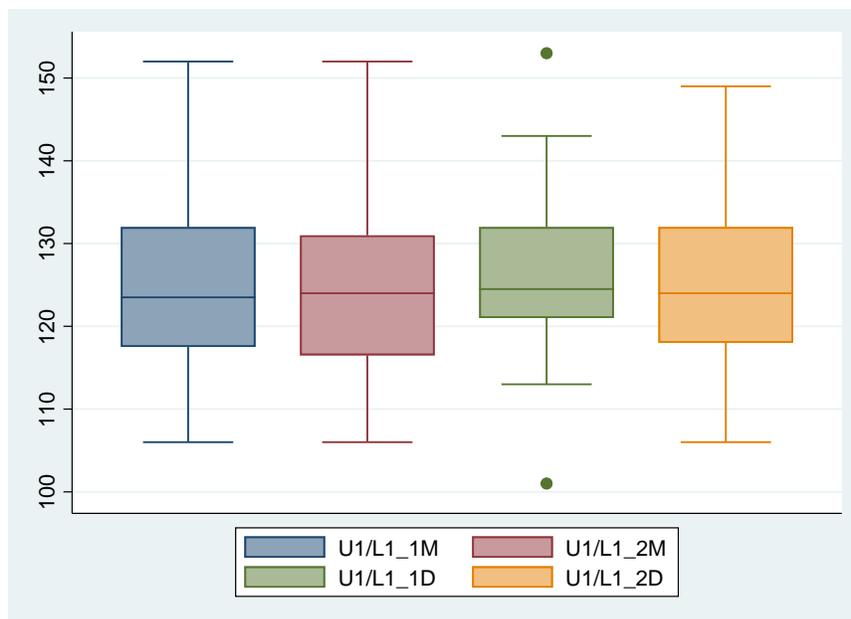


Figura 14. Comparación de las medidas obtenidas con los métodos de trazado cefalométrico manual y digital, en dos momentos diferentes (inicial y final) para la medida U1/L1.

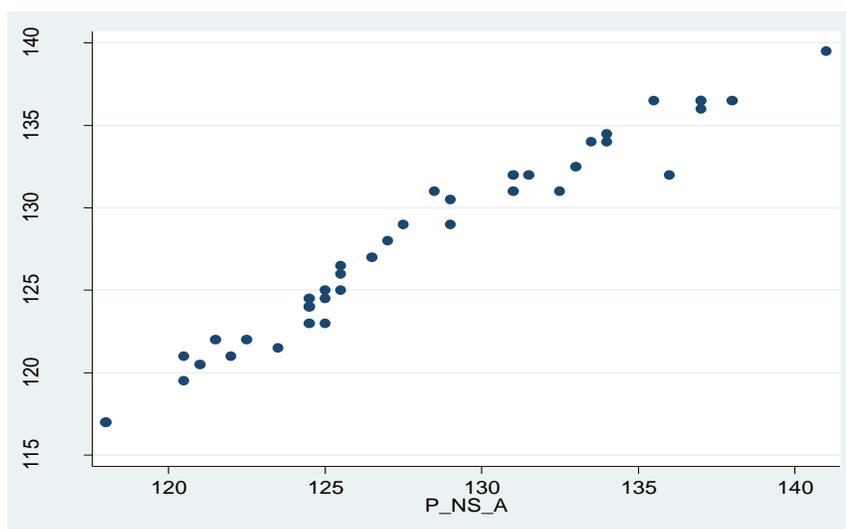


Figura 15. Correlación de las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital en la medida N-S-Ar.

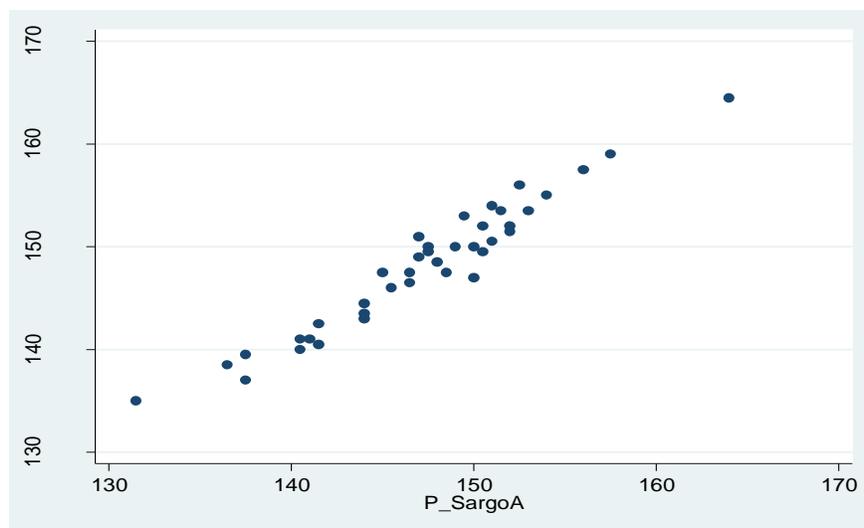


Figura 16. Correlación de las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital en la medida S-Ar-Go.

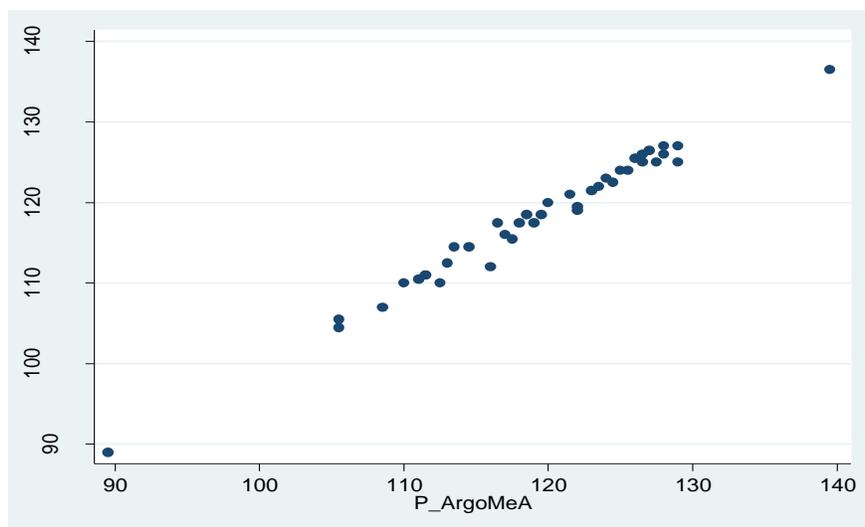


Figura 17. Correlación de las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital en la medida Ar-Go-Me.

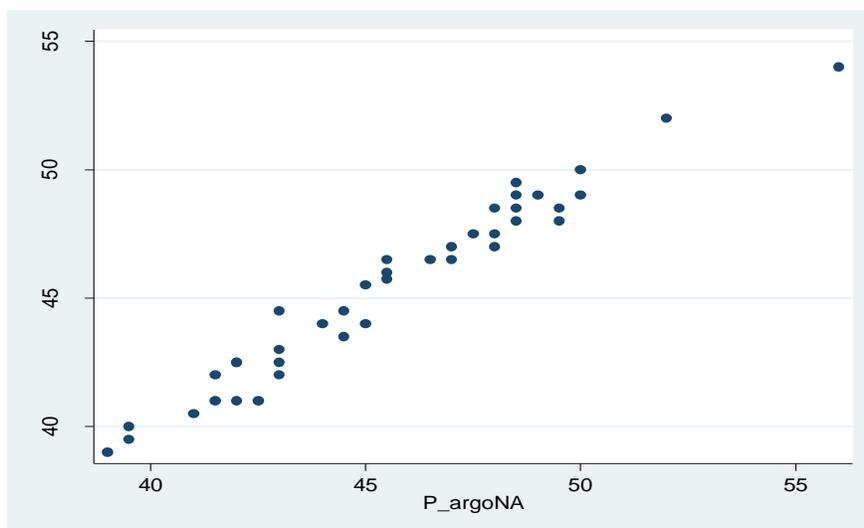


Figura 18. Correlación de las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital en la medida Ar-Go-N.

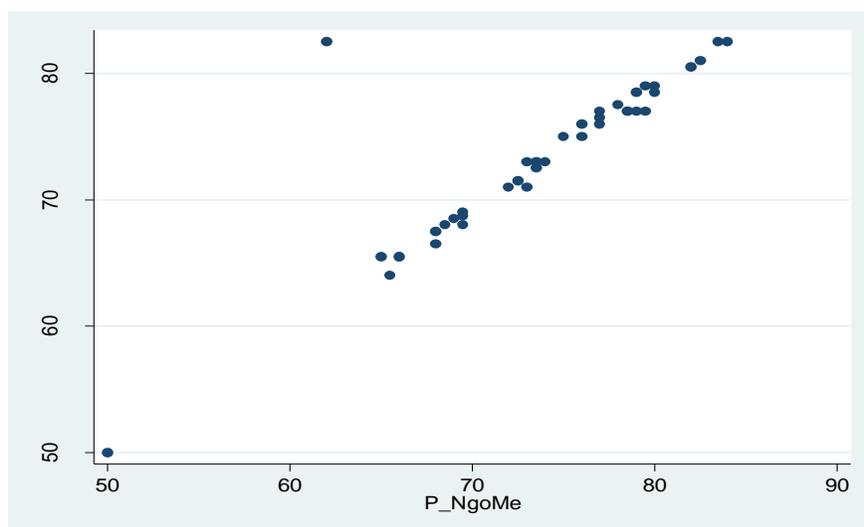


Figura 19. Correlación de las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital en la medida N-Go-Me.

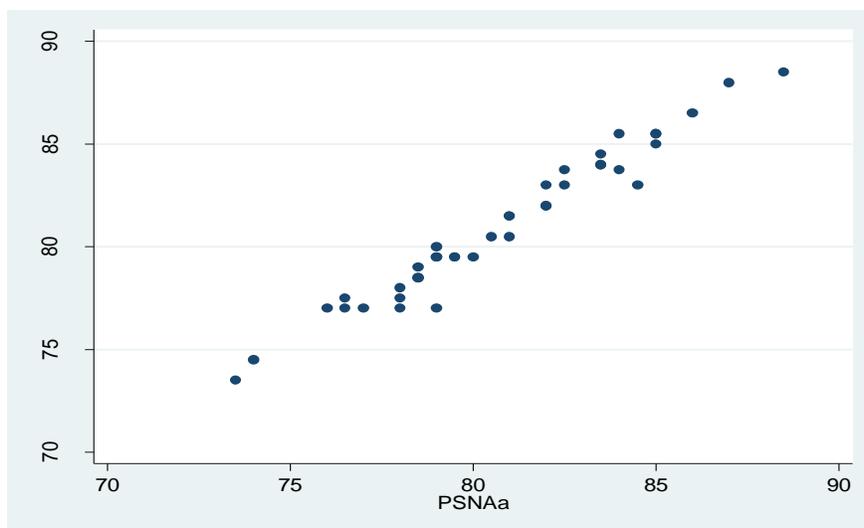


Figura 20. Correlación de las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital en la medida SNA.

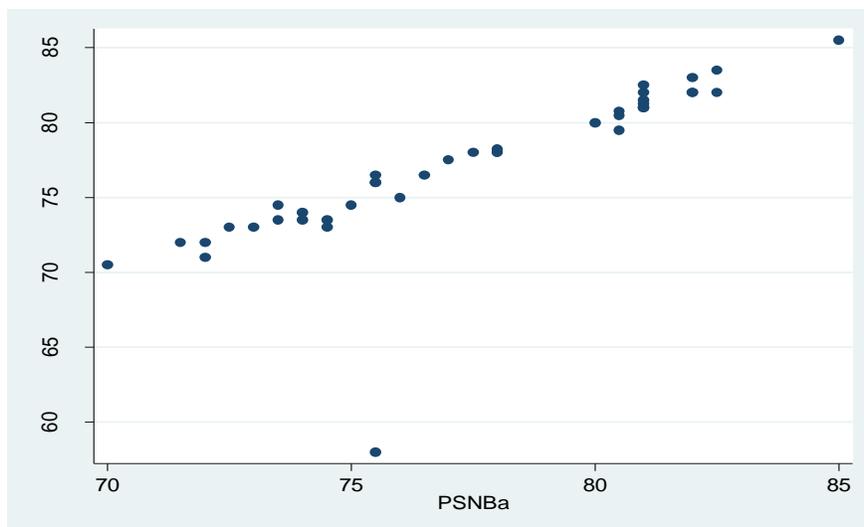


Figura 21. Correlación de las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital en la medida SNB.

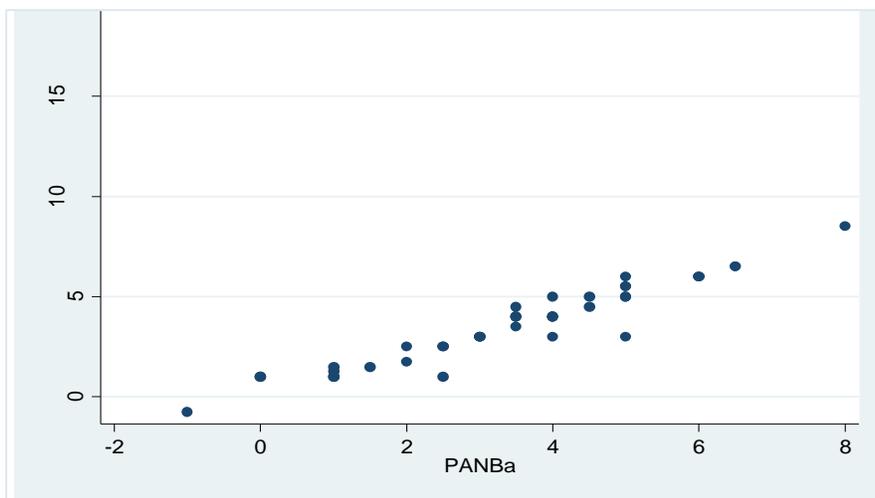


Figura 22. Correlación de las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital en la medida ANB.

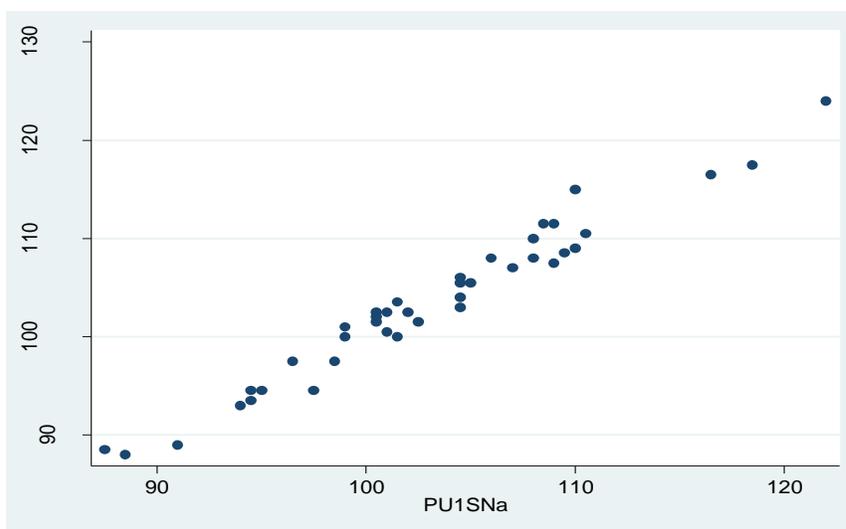


Figura 23. Correlación de las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital en la medida U1/S-N.

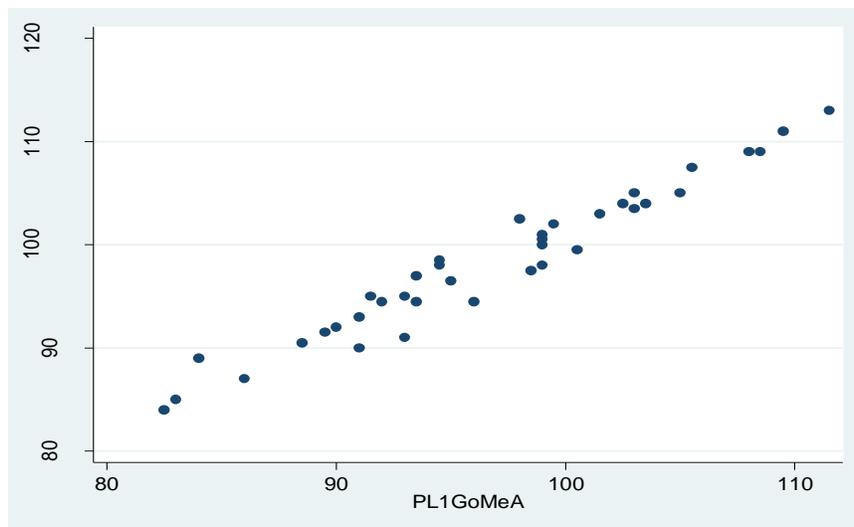


Figura 24. Correlación de las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital en la medida L1/Go-Me.

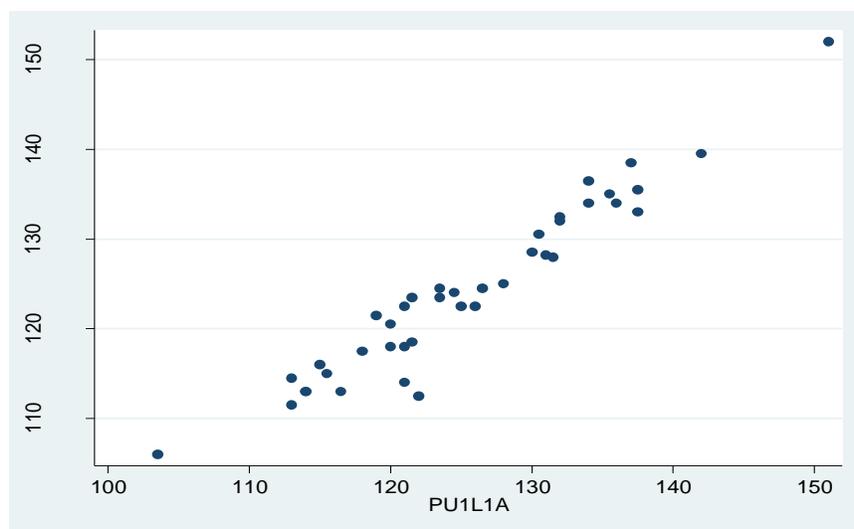


Figura 25. Correlación de las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital en la medida U1/L1.

VI. Discusión

Pellicer *et al.* (2013) compararon la concordancia de las medidas obtenidas con el trazado manual realizado al inicio del estudio y 30 días después y no encontraron diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$), de la misma manera en el trazado digital, tampoco encontraron diferencias significativas ($p>0.05$). Kochar *et al.* (2015) encontraron diferencias estadísticamente significativas en el trazado manual en las medidas: SNB, N-S-Ar, S-Ar-Go, Ar-Go-Me, U1-NA, y en el trazado digital en las medidas: SNA, ANB, N-S-Ar, L1-NB. En el presente estudio, al evaluar las medidas obtenidas con el trazado manual realizado al momento inicial y final solo se encontró diferencia significativa en la medida N-S-Ar, en las demás medidas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$). Al comparar las medidas obtenidas con el trazado cefalométrico digital realizado al momento inicial y final, en la mayoría de medidas obtenidas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$), solo se encontró diferencia en las medidas: SNA, SNB, U1/S-N, U1/L1. Por lo tanto, los resultados entre estos estudios son similares.

Erkan *et al.* (2012) compararon cuatro distintos métodos de análisis cefalométrico digitales con el método manual, y no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los diversos métodos de trazado cefalométrico ($p>0.05$). Pellicer *et al.* (2013) compararon las medidas cefalométricas obtenidas con el trazado cefalométrico manual y digital realizados en distintos momentos y no encontraron diferencias significativas dentro de cada método ni entre los métodos. Kochar *et al.* (2015) al comparar el error sistemático entre el trazado manual con el trazado digital encontraron diferencias estadísticamente significativas en las medidas: SNA, SNB, N-S-Ar, S-Ar-Go, Ar-Go-Me. Tikku *et al.* (2014) al comparar el método manual con el método digital encontraron diferencias significativas en las medidas N-S-Ar, S-Ar-Go, Ar-Go-

Me. En el presente estudio, al realizar una comparación múltiple de todas las mediciones obtenidas con el método manual inicial, manual final (dos semanas después), método digital inicial y digital final (dos semanas después), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, pues los valores son muy similares, $p > 0.05$. Por lo tanto, los resultados son semejantes con algunos autores, y discrepan con otros.

Pellicer *et al.* (2013) encontraron una alta correlación en el método manual en la mayoría de las medidas al comparar el momento inicial y 30 días después. En el método digital al contrastar la correlación entre el momento inicial y 30 días después encontraron una alta correlación en la mayoría de las medidas, y en SNA, SNB y ANB encontraron los valores más bajos. Goracci *et al.* (2014) evaluaron las medidas obtenidas mediante el método de trazado cefalométrico manual y digital, y las compararon con las medidas obtenidas cuando repitieron los trazados en un intervalo de 6 semanas y encontraron valores con muy alta correlación ($CCI > 0.8$). Los resultados del presente estudio, muestran en el método de trazado manual valores muy altos de correlación en la mayoría de sus medidas ($CCI > 0.9$). En el método digital se encontraron valores de correlación muy altos en todas las medidas estudiadas ($CCI > 0.9$). Lo cual muestra similitud en los resultados de esta investigación comparado con estudios previos.

Kochar *et al.* (2015) compararon las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual y el método digital, la correlación para todos los parámetros cefalométricos evaluados fue mayor a 0.9. Goracci *et al.* (2014) correlacionaron las medidas cefalométricas registradas con ambos métodos de trazado cefalométrico y encontraron un alto acuerdo ($CCI > 0.8$). Pellicer *et al.* (2013) evaluaron la concordancia entre los dos métodos (promedio entre las dos evaluaciones temporales) y obtuvieron que ambos métodos eran muy concordantes ($CCI > 0.8$). En el presente estudio la correlación entre el método de trazado

cefalométrico manual y el método de trazado cefalométrico digital mostró que existe una alta correlación entre ambos métodos de trazado cefalométrico presentando valores casi perfectos en la mayoría de las medidas ($CCI > 0.8$), la única medida que presento una correlación moderada fue ANB. Por lo tanto, los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan en su totalidad con estudios anteriores.

VII. Conclusiones

Al comparar los métodos de trazado cefalométrico manual y digital en todos los momentos, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en las medidas comparadas, lo que muestra que no hay diferencia entre las medidas obtenidas con ambos métodos. Esto nos confirma que no hay variabilidad entre los resultados obtenidos con ambos métodos de trazado cefalométrico.

Existe una alta correlación en las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico manual al momento inicial y final. Así mismo también existe una alta correlación entre las medidas obtenidas con el método de trazado cefalométrico digital al momento inicial y final. Además, las medidas obtenidas con ambos métodos de trazado tienen alta correlación entre sí. Esto nos muestra la reproducibilidad de los resultados obtenidos con el método manual y con el método digital utilizando el programa NemoCeph.

VIII. Recomendaciones

- Se recomienda realizar más investigaciones incluyendo medidas lineales, ya que, en conjunto con las medidas angulares, son las que se emplean en la mayoría de análisis cefalométricos.
- Se recomienda aumentar el número de operadores previamente calibrados para contrastar la reproducibilidad interobservador.

IX. Referencias bibliográficas

- Baumrind, S. y Frantz, R. (1971). The reliability of head film measurements 1. Landmark identification. *American Journal of Orthodontics*, 60(2), 111–27.
- Brennan, J. (2002). An introduction to digital radiography in dentistry. *Journal of Orthodontics*, 29(1), 66-69.
- Broadbent, H. (1931). A new X-ray technique and its application to orthodontia. *The angle Orthodontist*, 1(2), 45-66.
- Brodie, A. G., Downs, W. B., Goldstein, A. y Meyer, E. (1938). Cephalometric appraisal of orthodontic results: A preliminary report. *The Angle Orthodontist*, 8(4), 261–265.
- Canut, J. A. (1988). *Ortodóncia Clínica*. Barcelona, España: Salvat.
- Downs, W. (1948). Variations in facial relationships: their significance in treatment and prognosis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 34(10), 812-40.
- Erkan, M., Gurcan, H., Nur, M. y Demirel, B. (2012). Reliability of four different computerized cephalometric analysis programs. *European Journal of Orthodontics*, 34(3), 318-321.
- Esteva, F., Sanchez, A., Melendez, A. y Cedillo, P. (2014). Estudio comparativo entre la cefalometría digital y manual con radiografías digitales. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 2(2): 95-98.

- Goaz, P. y White, S. (1995). *Radiología oral, principios e interpretación. 3ª edición*. Madrid, España: Mosby / Doyma Libros S.A.
- Goracci, C. y Ferrari, M. (2014). Reproducibility of measurements in tablet-assisted, PC-aided, and manual cephalometric analysis. *Angle Orthodontist*, 84(3): 437-442.
- Hans, M., Palomo, M. y Valiathan, M. (2015). History of imaging in orthodontics from Broadbent to cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 148(6), 914-21.
- Howe, P., McNamara, J. y O'Connor, K. (1983). An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 83(5), 363-73.
- Instituto Nacional de Bioingeniería e Imágenes Biomédicas. (2013). *Rayos X*. Maryland, EU.: Recuperado de: <https://www.nibib.nih.gov>.
- Jacobson, A. (2003). The “Wits” appraisal of jaw disharmony. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 124(5), 470-79.
- Kochar, G. D., Jayan, B., Chopra, S., Verma, M., Kadu, A. y Singh, S. (2015). Comparison of speed and precision of manual viz a viz computer assisted cephalometric measurements. *Journal of Pierre Fauchard Academy (India Section)*, 29(1), 11-20.
- Mark, G., Hans, J. Palomo, M., y Valiathanc, M. (2015). History of imaging in orthodontics from Broadbent to cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 148(6), 914-21.

Moorrees, C. (1953). Normal variation and its bearing on the use of cephalometric radiographs in orthodontic diagnosis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 39(12), 942-50.

Nemotec. (2007). *Manual de Usuario NemoCeph NX*. Madrid, España: Nemotec.

Nemotec. (2018). *Software*. Madrid, España. Recuperado de <https://www.nemotec.com>

Nikneshan, S., Mohseni, S., Nouri, M., Hadian, H. y Javad, M. (2015). The effect of emboss enhancement on reliability of landmark identification in digital lateral cephalometric images. *Iran Journal of Radiology*, 12(2), 1-6.

Nobel Prize. (2018). *Wilhelm Conrad Röntgen – Biographical*. Nobel Media AB. Recuperado de: <https://www.nobelprize.org>

Pellicer, L., Albaladejo, A., Jimenez, E., Iglesias, M. y Curto, A. (2012). Actualización de la validez de los métodos digitales de trazado cefalométrico en 2 dimensiones. *Ortodoncia Española*, 52(3-4), 108-116.

Pellicer, L., Montero, J., Oyague, R. y Albaladejo, A. (2013). Comparative study between manual and digital tracings using digital lateral radiographs with new cephalometric software's version. *Innovative Journal of Medical and Health Science*, 3(5), 230-234.

Ricketts, R. (1969). The evolution of diagnosis to computerized cephalometrics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 55(6), 799-800.

Steiner, C. (1953). Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 39(10), 729-55.

- Tikku, T., Khanna, R., Maurya, R., Srivasava, K. y Bhushan, 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.
- Tweed, C. (1954). The Frankfort-Mandibular Incisor Angle (FMIA) In Orthodontic Diagnosis, Treatment Planning and Prognosis. *The Angle Orthodontist*, 24(3), 121-169.
- Vellini-Ferreira, F. (2002). *Ortodoncia diagnóstico y planificación clínica. 1ª edición*. Sao Paulo, Brasil: Artes médicas.
- Verdovello, M. (2010). *Cefalometría: Técnicas de diagnóstico y procedimientos*. Sao Paulo, Brasil: Amolca.
- Wahl, N. (2006). Orthodontics in 3 millennia. Chapter 7: Facial analysis before the advent of the cephalometer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(2), 293-98.
- Wahl, N. (2006). Orthodontics in 3 millennia. Chapter 8: The cephalometer takes its place in the orthodontic armamentarium. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(4), 574-80.
- Whaites, E. y Cawson, R. (2008). *Fundamentos de radiología dental. 4ª edición*. Barcelona, España: Elsevier.

X. Anexos

ANEXO 1. Ficha de datos.

MEDIDAS ANGULARES	TRAZADO MANUAL	TRAZADO DIGITAL
N-S-Ar		
S-Ar-Go		
Ar-Go-Me		
Ar-Go-N		
N-Go-Me		
SNA		
SNB		
ANB		
U1/S-N		
L1/Go-Me		
U1/L1		

ANEXO 3. Carta de Autorización de uso de base de datos




AUTORIZACIÓN

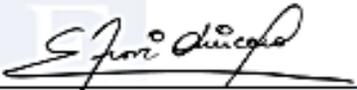
Por medio de la presente se autoriza a la Srta. **ANDREA VERÓNICA ROJAS CÁRDENAS**, a utilizar las imágenes cefalométricas del Centro de Diagnóstico por Imágenes – CDI correspondientes al período 2017 - 2018 para la realización específica del proyecto de tesis: **“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICACIA ENTRE EL MÉTODO DE TRAZADO CEFALOMÉTRICO MANUAL Y EL MÉTODO DIGITAL”**.

Se expide el presente documento para los fines que sean convenientes.

Atentamente,



Dr. Hugo Aguayo Ollvares
Director
Centro de Diagnóstico por Imágenes – CDI



Dr. Gustavo Flori Chincaro
Director
ILAE

 Jr. Tomas Ramsey 930 Ofc. 302, Magdalena

 511 - 4632319 / 940479399

 educacion.continua@cdi.com.pe

ANEXO 4. Matriz de Consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	METODOLOGÍA
¿El trazado cefalométrico digital utilizando el programa NemoCeph es tan eficaz como el método de trazado cefalométrico manual?	<p>Objetivo general</p> <p>Comparar la eficacia del método de trazado cefalométrico manual y el método de trazado cefalométrico digital utilizando el programa NemoCeph.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparar las medidas cefalométricas obtenidas con el método manual en el momento inicial y final. ▪ Comparar las medidas cefalométricas obtenidas con el método digital en el momento inicial y final. ▪ Comparar todas las medidas cefalométricas obtenidas con el método manual y digital en diferentes momentos. ▪ Correlacionar el método de trazado cefalométrico manual en el momento inicial y final. ▪ Correlacionar el método de trazado cefalométrico digital en el momento inicial y final. ▪ Correlacionar el método de trazado cefalométrico manual con el método de trazado cefalométrico digital. 	Las mediciones angulares realizadas con el método de trazado manual y digital son probables que no presenten diferencias significativas en su eficacia.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trazado cefalométrico manual ▪ Trazado cefalométrico digital. 	<p>Indicador</p> <p>N-S-Ar S-Ar-Go Ar-Go-Me Ar-Go-N N-Go-Me SNA SNB ANB U1/S-N L1/Go-Me U1/L1</p> <p>Escala</p> <p>Razón</p> <p>Categoría de escala</p> <p>Cuantitativo</p> <p>Valor</p> <p>Grados</p>	<p>Tipo de estudio</p> <p>Comparativo, transversal, observacional, retrospectivo.</p> <p>Población</p> <p>Radiografías cefalométricas laterales de pacientes en pretratamiento de ortodoncia de la base de datos del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI).</p> <p>Muestra</p> <p>40 radiografías cefalométricas laterales en de pacientes en pretratamiento de ortodoncia de la base de datos del Centro de Diagnóstico por Imágenes (CDI).</p>