

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**Comparación de la precisión y eficiencia de tres programas de trazado  
cefalométrico en Chachapoyas – 2024**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA  
MAXILAR**

**AUTOR**

**Marlo Esteban Linares Mendoza**

**ASESOR**

**Arnaldo Alfredo Munive Mendez**

**<https://orcid.org/0000-0002-4676-7798>**

**Chiclayo, 2026**

**Comparación de la precisión y eficiencia de tres programas de  
trazado cefalométrico en Chachapoyas – 2024**

PRESENTADO POR

**Marlo Esteban Linares Mendoza**

A la Facultad de Medicina de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN  
ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

APROBADA POR

Juan Carlos Julca Levano  
PRESIDENTE

Denisse Mabel Arones Mazzeto  
SECRETARIO

Arnaldo Alfredo Munive Mendez  
VOCAL

## Comparación de la precisión y eficiencia de tres programas de trazado cefalométrico en Chachapoyas – 2024

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>12%</b>	<b>12%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.upagu.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>www.thieme-connect.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.uroosevelt.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>ru.dgb.unam.mx</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.uwiener.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>www.dspace.uce.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>10</b>	<b>www.scielo.cl</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>11</b>	<b>repositorio.unfv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Índice

Resumen .....	6
Abstract .....	7
Introducción .....	8
Revisión de la literatura.....	11
Antecedentes .....	11
Bases tóricas.....	12
Materiales y métodos .....	17
Resultados y discusión .....	24
Discusión.....	28
Conclusiones .....	31
Recomendaciones.....	32
Referencias .....	33
Anexos.....	35

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Análisis descriptivo de las mediciones angulares y lineales de Steiner .....	24
<b>Tabla 2.</b> Análisis descriptivo de las mediciones angulares y lineales de Steiner mediante trazado digital (webceph) y Manual .....	25
<b>Tabla 3.</b> Análisis descriptivo de las mediciones angulares y lineales de Steiner mediante trazado digital (NemoCeph) y Manual .....	26
<b>Tabla 4.</b> Análisis descriptivo de las mediciones angulares y lineales de Steiner mediante trazado digital (oneceph) y Manual .....	27
<b>Tabla 5.</b> Análisis descriptivo de los métodos y tiempo de evaluación en relación a la eficiencia .....	28

## Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo comparar la precisión y eficiencia de tres programas de trazado cefalométrico: WebCeph, OneCeph y NemoCeph, utilizando como referencia el análisis de Steiner y contrastando sus resultados con los obtenidos mediante el trazado manual. La investigación fue de tipo descriptivo, transversal, retrospectiva y no experimental, basada en el análisis de 80 radiografías laterales de cráneo, tanto físicas como digitales. Para validar los datos y comparar los grupos se emplearon el índice Kappa de Cohen y la prueba t de Student. Los resultados indicaron que los tres programas ofrecen una precisión comparable al método manual en la mayoría de las mediciones. En cuanto a la eficiencia, OneCeph demostró ser el más rápido y constante, con un tiempo promedio de 2.83 minutos. WebCeph le siguió con 3.29 minutos, también mostrando buena estabilidad. NemoCeph, aunque preciso, fue el menos eficiente, con un promedio de 5.06 minutos, acercándose al tiempo requerido por el método manual. Se concluye que los softwares evaluados son herramientas válidas para el análisis cefalométrico, siendo especialmente útiles por su ahorro de tiempo sin comprometer la exactitud de las mediciones.

**Palabras clave:** radiografía dental, cefalometría, ortodoncia.

### **Abstract**

The objective of this study was to compare the accuracy and efficiency of three cephalometric tracing programs: WebCeph, OneCeph and NemoCeph, using Steiner's analysis as a reference and contrasting its results with those obtained by manual tracing. The research was descriptive, cross-sectional, retrospective and non-experimental, based on the analysis of 80 lateral skull radiographs, both physical and digital. Cohen's Kappa index and Student's t-test were used to validate the data and compare the groups. The results indicated that all three programs offer accuracy comparable to the manual method in most measurements. In terms of efficiency, OneCeph proved to be the fastest and most consistent, with an average time of 2.83 minutes. WebCeph followed with 3.29 minutes, also showing good stability. NemoCeph, although accurate, was the least efficient, with an average of 5.06 minutes, approaching the time required by the manual method. It is concluded that the evaluated software is a valid tool for cephalometric analysis, being especially useful for saving time without compromising the accuracy of the measurements.

**Keywords:** dental radiography, cephalometry, orthodontics

## Introducción

La ortodoncia es crucial para fomentar la salud oral debido a su habilidad exclusiva para ajustar maloclusiones de forma completa y efectiva. Sin tratamiento adecuado, estas alteraciones pueden agravarse, desencadenando complicaciones adicionales que impactan negativamente en la salud general de la persona<sup>1</sup>. Esta especialidad ha evolucionado significativamente gracias a innovaciones en materiales y tecnología, incluida la inteligencia artificial, permitiendo procedimientos más rápidos, cómodos y precisos. Con frecuencia, los profesionales en ortodoncia recurren al empleo de radiografías y cefalogramas, en los cuales se trazan líneas en puntos anatómicos de interés para correlacionar la ubicación de los dientes, la posición del maxilar superior o maxilar inferior, a fin de compararlos con los estándares normativos previamente definidos<sup>2</sup>.

El análisis cefalométrico se ha destacado como una herramienta de gran utilidad para ortodontistas y cirujanos maxilofaciales en el abordaje de maloclusiones dentales y discrepancias esqueléticas subyacentes<sup>3</sup>. Su finalidad principal radica en la evaluación de las proporciones dentofaciales, el esclarecimiento de la base anatómica en casos de maloclusión y el análisis de los cambios asociados al crecimiento<sup>4</sup>.

La cefalometría representa un componente crucial en el proceso de tratamiento ortodóncico. No obstante, su ejecución conlleva un esfuerzo minucioso y meticuloso. Este proceso requiere habilidades manuales por parte del profesional para identificar y dibujar de manera precisa las estructuras anatómicas, seguido del trazado cefalométrico y su subsiguiente interpretación. Con el fin de abordar este desafío, se han concebido programas informáticos con capacidad para automatizar los procedimientos de análisis cefalométricos<sup>5</sup>.

La radiografía digital presenta numerosas ventajas en comparación con su contraparte convencional, destacando su mayor contraste, nitidez y densidad. Esto se traduce en la obtención de imágenes de una calidad superior, facilitando la localización precisa de puntos anatómicos, posibilitando un diagnóstico más acertado y reduciendo la exposición a radiación para el paciente<sup>6</sup>.

El proceso de trazado cefalométrico, tanto en su modalidad manual como digital, constituye una fase de importancia crítica en el examen de maloclusiones dentales y discrepancias esqueléticas. El trazado manual, arraigado en la tradición, implica la identificación y marcado de puntos anatómicos en radiografías convencionales, lo cual puede requerir habilidad y tiempo significativos. Por contraposición, el trazado digital, beneficiándose de los avances tecnológicos, se apoya en software especializado para llevar a cabo mediciones y análisis de manera eficiente y precisa.

Aunque ambos enfoques comparten la finalidad de evaluación y diagnóstico, el trazado digital presenta notables ventajas al posibilitar una visualización y medición de las estructuras anatómicas con un excelente nivel de precisión y en un menor tiempo, lo que lleva a minimizar tiempos con resultados excelentes en precisión y a dinamizar su manejo; frente a la realidad problemática descrita surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la precisión y eficiencia comparativa de tres programas de trazado cefalométrico en la medición de estructuras anatómicas específicas y el tiempo requerido para completar el proceso de trazado?

El presente estudio tuvo como objetivo general comparar la precisión y eficiencia de tres programas de trazado cefalométrico en la ciudad de Chachapoyas durante el año 2024. De manera específica, se plantearon los siguientes objetivos: Comparar la precisión del trazado cefalométrico realizado con los programas WebCeph, OneCeph y NemoCeph, en relación con el trazado manual, en Chachapoyas – 2024.; Comparar la eficiencia del trazado cefalométrico entre los programas WebCeph, OneCeph, NemoCeph y la técnica manual, en Chachapoyas – 2024.

De acuerdo con Roque y Torrejón en el año 2022<sup>13</sup>, durante el plan de diagnóstico de los casos de ortodoncia, es requisito indispensable realizar el estudio cefalométrico como parte del diagnóstico, para ello se pueden realizar trazados con mediciones lineales y angulares, tradicionalmente se realizaba de forma manual para luego pasar a programas digitales y con base de inteligencia artificial para estandarizar los diagnósticos y a su vez agilizarlos y emitir diagnósticos en menor tiempo, la inquietud será si estos programas presentan resultados confiables como los manuales.

Según lo expuesto por Sánchez en el año 2022<sup>14</sup>, esto se fundamenta en la importancia de comprender y aplicar de manera adecuada los principios fundamentales de la cefalometría para el análisis de maloclusiones dentales y discrepancias esqueléticas. En palabras de Zamrik et al. (2021)<sup>7</sup> señalan que el trazado manual, al requerir la identificación manual de puntos anatómicos, posibilita una comprensión minuciosa de la anatomía craneofacial. En contraste, el trazado digital, al emplear herramientas de software, ofrece una perspectiva más profunda de las mediciones y relaciones cefalométricas, lo que permite una interpretación posiblemente más precisa y una evaluación más rigurosa de los resultados. No obstante, esto no excluye la necesidad de que el profesional tenga conocimientos sobre la anatomía craneofacial.

El presente estudio encuentra su justificación en la práctica clínica, como señala Karmakar en el año 2022<sup>15</sup>, debido a la necesidad de disponer de herramientas que ofrezcan resultados confiables en un tiempo mínimo para abordar los casos clínicos de manera efectiva. Además, según Sánchez en el año 2022<sup>14</sup>, la utilización de programas especializados conlleva

a una mejora significativa de la eficiencia y precisión en el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortodóncico. También, complementa la formación de los profesionales en odontología, proporcionándoles habilidades actualizadas y pertinentes en el campo de la ortodoncia.

Además, Mejías en el año 2020<sup>2</sup> destaca que la integración de herramientas tecnológicas en la práctica clínica no solo mejora la eficiencia y precisión del trabajo, sino que también juega un papel crucial en la formación de profesionales competitivos, preparándolos para enfrentar los desafíos cambiantes del campo de la salud. En el ámbito académico, este estudio será una fuente de información para discernir dudas frente al uso o no de los principales programas digitales para el desarrollo de la cefalometría, de modo que el profesional realice sus actividades asistenciales con base científica.

Socialmente radica su importancia en la implementación de técnicas cefalométricas actualizadas y precisas que beneficien directamente a los pacientes, al mejorar la calidad de los diagnósticos y por ende los tratamientos ortodóncicos. Esto se traduce en una atención más efectiva y más rápida, promoviendo la salud bucal y el bienestar de la comunidad, para los odontólogos resulta muy relevante puesto que influye directamente en el factor efectividad y tiempo para la precisión y eficacia del trabajo profesional.

La comparación de la precisión y eficiencia de tres programas de trazado cefalométrico en la ciudad de Chachapoyas en 2024, es esencial tener en cuenta los principios bioéticos de beneficencia y no maleficencia, especialmente en relación con la confidencialidad de la información. La aplicación rigurosa de estos principios garantiza que los pacientes involucrados en el estudio sean tratados con el mayor respeto y consideración por su bienestar. La confidencialidad de los datos médicos es fundamental para preservar la privacidad y proteger la dignidad de los pacientes, evitando cualquier posible daño derivado de la divulgación no autorizada de información sensible.

## Revisión de la literatura

### Antecedentes

Zamrik y Iserib en el año 2021, hicieron un estudio con el objetivo de evaluar la confiabilidad y reproducibilidad de una aplicación de un Smartphone Android en comparación con el método convencional. En la metodología seleccionaron al aplicativo Oneceph para hacer los análisis cefalométricos. En un total de 30 cefalograma registraron 22 puntos de referencia y midieron 26 parámetros cefalométricos. Todo el proceso se realizó en un plazo de 4 semanas, y los resultados mostraron que existe una diferencia significativa entre las 2 técnicas en las mediciones del ángulo SNB, medición de N hacia Pog, ángulo nasolabial, pero llegaron a la conclusión de que ambas técnicas se complementan, y son confiables para la práctica clínica<sup>7</sup>.

Mohan *et al.* en el año 2021, estudiaron una evaluación acerca de la precisión y confiabilidad del análisis cefalométrico digital en el programa *OneCeph* en comparación con la técnica manual. Es estudio fue de tipo transversal, y se hizo con veinte radiografías laterales de cráneo. Todos los trazados cefalométricos se realizaron en el programa *OneCeph* en base al análisis de Steiner. También aplicaron la técnica manual. La confiabilidad del operador se evaluó mediante la prueba T. Los resultados del estudio mostraron que no hay una diferencia estadística significativa en el grado de confiabilidad. Por ende, llegaron a la conclusión de que la precisión y confiabilidad de la aplicación de software *OneCeph* para realizar los trazados cefalométricos, es tan efectivo como el rastreo manual<sup>8</sup>.

Barbhuiya *et al.* en el año 2021, realizaron un estudio cefalométrico con el objetivo de evaluar la confiabilidad y precisión de los softwares en el análisis cefalométrico de la silla turca. La metodología consistió en usar el software *OneCeph*, para realizarlos trazados en 20 radiografías laterales de cráneo. En cada placa radiográfica se realizaron 20 parámetros angulares y 3 lineales, de forma manual y el programa digital. Los resultados mostraron que no hay una diferencia significativa en los dos métodos para la mayoría de las mediciones, por lo tanto, llegaron a la conclusión de que el método digital con los softwares puede ser una herramienta eficaz para realizar los análisis cefalométricos<sup>9</sup>.

Hlongwa en el año 2019, redactó un informe cuyo objetivo fue instruir acerca de los pasos a seguir para lograr identificar los puntos y planos cefalométricos en un cefalograma. La metodología consistió en obtener los materiales como el papel de acetato, reglas, lápices de colores y transportador. Luego procedió a graficar el cefalograma de las radiografías laterales de cráneo, y posterior a eso la ubicación de los puntos Craneométricos y el trazado de los planos/ángulos, de acuerdo a los distintos autores. Finalmente, llegó a la conclusión de que el trazado cefalométrico manual, todavía es muy efectivo para definir el diagnóstico en ortodoncia, y es

necesario que se aprenda en pregrado, ya que no todos pueden acceder a los programas de software<sup>3</sup>.

Según Livas et al. en el año 2019, se pueden utilizar aplicaciones de teléfono y softwares de computadora para realizar los análisis cefalométricos, Para comprobar su precisión diagnóstica, seleccionó 50 pacientes de ortodoncia, y se rastrearon 2 veces en los programas *Oneceph*, *CephNinja*, que son aplicativos de teléfono y *viewbox* (software de computadora). En cada cefalograma y en cada programa digital se realizaron 7 mediciones angulares 2 lineales acorde las indicaciones del análisis de Steiner. Los resultados expresaron que el aplicativo *Oneceph* tiene una alta validez a comparación de *Viewbox* de igual manera el aplicativo *CephNinja* es mejor opción que el software *Viewbox*, por lo tanto, concluyen en que los aplicativos para teléfonos inteligentes tienen un gran potencial como complemento en el análisis cefalométrico tradicional<sup>4</sup>.

Torres en el año 2021. Realizó un estudio de tesis, con el objetivo de determinar si hay diferencia en los trazados cefalométricos manuales con el programa digital NemoCeph, en su estudio utilizó 26 telerradiografías, en el cual realizaron análisis de Steiner, índice de VERT y análisis de Jarabak, la prueba estadística fue la T-Student, encontrando como resultado diferencia significativa en el eje XY, en las demás medias no se encontró diferencia significativa. Concluye el autor, respaldando en su validez al programa NemoCeph<sup>10</sup>.

### **Bases tóricas**

La cefalometría tiene sus raíces en el siglo XIX, cuando los adelantos en radiología y técnicas de imagen proporcionaron a los profesionales de la odontología nuevas perspectivas para evaluar la morfología craneofacial. En 1899, el Dr. Calvin Case introdujo el primer análisis cefalométrico, empleando radiografías para la medición y análisis de las relaciones faciales y dentales. A lo largo del siglo XX, figuras destacadas como Down, Steiner y Tweed, entre otros, elaboraron sistemas y parámetros cefalométricos, estableciendo los cimientos teóricos y metodológicos para la práctica ortodóncica<sup>11</sup>.

Estos avances contribuyeron de manera significativa al entendimiento y abordaje de maloclusiones y discrepancias esqueléticas. Con la irrupción de la era digital en el siglo XXI, la cefalometría experimentó una transición hacia técnicas de medición computarizadas, posibilitando un análisis más preciso y eficaz. La evolución de la cefalometría a lo largo de los años ha consolidado su relevancia como herramienta ineludible en la diagnosis y planificación de tratamientos ortodóncicos y maxilofaciales<sup>11</sup>.

Un cefalogramas constituye un conjunto de métodos sistemáticos empleados para la precisa medición de la cabeza y la mandíbula, así como para la descripción y cuantificación de las estructuras relacionadas con la maloclusión. Esta técnica proporciona una comprensión detallada de la morfología, fisiología y patología craneofacial, permitiendo la evaluación del crecimiento del paciente<sup>12</sup>.

La cefalometría manual constituye una técnica de importancia primordial en el ámbito de la ortodoncia y la cirugía maxilofacial. Su origen se sitúa en la segunda mitad del siglo XX, con los pioneros análisis cefalométricos manuales desarrollados por investigadores como Downs y Steiner. Este procedimiento implica la identificación y cuantificación de puntos anatómicos específicos en radiografías cefalométricas, los cuales proporcionan una detallada información acerca de la posición y correlación de las estructuras faciales y dentales<sup>12</sup>.

La elección de estos puntos anatómicos se sustenta en la normalización de referencias anatómicas claramente definidas, lo que posibilita la comparación y evaluación de los resultados obtenidos. Dentro de los puntos más recurrentemente empleados se incluyen el punto A, punto B, el pogonión, el nasión y el mentón, entre otros. Estos puntos revisten una importancia fundamental en la determinación de la posición de los maxilares, la inclinación de los dientes y la relación entre las diversas estructuras craneofaciales<sup>13</sup>.

A pesar de los notables progresos en el ámbito de la radiología y la adopción de la cefalometría digital, la técnica manual mantiene su pertinencia en contextos donde no se dispone de tecnología digital o en entornos clínicos que favorecen la utilización de métodos convencionales. Además, la maestría y conocimiento en cefalometría manual continúan siendo una destreza apreciada por profesionales en los campos de la ortodoncia y cirugía maxilofacial, dado que proporciona una comprensión más profunda de los principios esenciales en la evaluación cefalométrica<sup>12</sup>.

La cefalometría digital representa un avance significativo en los campos de la ortodoncia y cirugía maxilofacial. En contraste con la cefalometría manual, que requiere la identificación y medición manual de puntos anatómicos en radiografías cefalométricas, la cefalometría digital emplea software especializado para llevar a cabo mediciones y análisis de manera automatizada y precisa<sup>14</sup>.

Esta tecnología posibilita una mayor eficiencia en la recopilación y análisis de datos cefalométricos, disminuyendo la probabilidad de errores asociados a la identificación manual

de puntos anatómicos. Adicionalmente, facilita la visualización y manipulación de las imágenes radiográficas, brindando una comprensión más detallada de la estructura craneofacial<sup>12</sup>.

La cefalometría digital también presenta la ventaja de almacenar y gestionar electrónicamente los datos del paciente, simplificando el seguimiento y la comparación de resultados a lo largo del tiempo. Del mismo modo, promueve una mayor colaboración entre los profesionales de la salud bucal, al facilitar el intercambio de información de manera digital<sup>14</sup>.

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en cefalometría marca un hito significativo en la evolución de la ortodoncia y la cirugía maxilofacial. La IA, a través de algoritmos avanzados y técnicas de aprendizaje automático, permite automatizar y optimizar el proceso de análisis cefalométrico. En lugar de depender exclusivamente de la identificación manual de puntos anatómicos, la IA puede identificar y medir estos puntos de manera precisa y eficiente en radiografías cefalométricas<sup>15,16</sup>

Esta tecnología no solo reduce la posibilidad de errores asociados con la cefalometría manual, sino que también acelera el proceso de diagnóstico y planificación de tratamientos. La IA puede analizar grandes volúmenes de datos de manera rápida y objetiva, proporcionando información valiosa para la evaluación de maloclusiones y discrepancias esqueléticas<sup>14</sup>.

La cefalometría desempeña un papel crucial en el campo de la ortodoncia, proporcionando una herramienta invaluable para el diagnóstico, planificación y evaluación de tratamientos. Este método de análisis permite la medición y cuantificación precisa de relaciones esqueléticas, dentales y faciales a partir de radiografías cefalométricas<sup>12</sup>.

Al emplear puntos anatómicos y líneas de referencia específicas, la cefalometría facilita la evaluación de maloclusiones, discrepancias esqueléticas y patrones faciales. Asimismo, brinda información esencial sobre la inclinación de los dientes, la posición de los maxilares y la relación entre las distintas estructuras craneofaciales<sup>14</sup>.

De acuerdo con Torrejón <sup>13</sup> El análisis de Steiner nos permite mostrar las diferencias y relaciones entre dientes y huesos basándose en puntos de medición craneal, mediciones lineales y angulares, proporciona una buena visualización del contorno y posición de los incisivos, predecir el tipo de movimiento dental requerido para el tratamiento e identificar Diferencias esqueléticas anteriores y posteriores.

De acuerdo con Webceph, los puntos principales del análisis de Steiner son:

- Nasion (N): el punto anterior de la sutura fronto-nasal.

- Subespinal (A): el punto más profundo en el receso anterior maxilar entre la cresta nasal anterior y la cresta alveolar.
- Supramental (B): el punto más profundo de la sínfisis anterior de la mandíbula, entre la punta anterior de la mandíbula y la cresta alveolar.
- Pogonion (Pg): Es el punto más visible del borde anterior de la sínfisis mandibular.
- Punto (D): considerado como el centro de la sínfisis mentoniana.
- Silla (S): punto geométrico ubicado en el centro de la silla turca.

Según Torrejón<sup>13</sup>, los planos de Steiner más importantes son:

- Silla-Nasion (S-N): eje que representa la región anterior de la base del cráneo utilizando medidas angulares como plano de referencia que determina la posición longitudinal y rotacional de la base de la cresta craneal, independientemente de la longitud o los cambios de longitud.
- Nación – punto A (N-A); es una extensión del borde incisal de los incisivos superiores. Nación – punto B (N-B) se extiende hasta el punto pogonion que cruza el borde inferior de la sínfisis.
- El plano de oclusión "PO", aunque no existe un punto anatómico fijo, puede cambiar dependiendo de la posición de los molares (posteriores) y premolares (centrales). Dibuje una línea entre las superficies de masticación de los molares y los bordes de mordida de los incisivos; se extiende desde los dientes frontales hasta el borde posterior de la mandíbula.
- Plano frontal – NA: es la línea que va desde punto Nasion al punto A en la parte superior del paladar.
- Go-Gn o plano mandibular de Steiner: el punto Go se determina trazando una tangente al borde posterior de la rama de la mandíbula y una tangente al borde inferior del cuerpo; el ángulo se determina desde el punto de intersección entre ellos para obtener dos líneas rectas.
- Plano frontal NB: este plano está formado por la conexión de los puntos "N" y "B" en la zona más cóncava del mentón.
- SNA. Evalúa la posición anteroposterior del maxilar, respecto a la base del cráneo, su valor normal es de  $82^\circ \pm 2^\circ$ ; un ángulo aumentado indica protrusión maxilar, mientras que un ángulo disminuido indica retrusión maxilar.
- SNB. Evalúa la posición anteroposterior de la mandíbula, respecto a la base del cráneo, su valor normal es de  $80^\circ \pm 2^\circ$ ; un ángulo aumentado indica protrusión maxilar, mientras que un ángulo disminuido indica retrusión mandibular.

- ANB. Evalúa la relación intermaxilar, su valor normal es de  $2^{\circ} \pm 2^{\circ}$ ; un ángulo mayor indica una relación esquelética clase II, mientras que un ángulo disminuido indica una relación esquelética clase III.
- SND. Evalúa la posición mandibular en referencia a la base del cráneo, su valor normal es  $76^{\circ} \pm 2^{\circ}$ , un ángulo aumentado indica protrusión mandibular, mientras que un ángulo disminuido indica una retrusión mandibular.
- GoGN-SN. Evalúa la dirección de crecimiento del paciente, su valor normal es de  $32^{\circ}$ , un ángulo aumentado indica un crecimiento vertical de la mandíbula, mientras que un ángulo disminuido indica un crecimiento horizontal de la mandíbula.
- PLANO OCLUSAL-SN. Evalúa la relación entre el plano oclusal y la base del cráneo, su valor normal es de  $14^{\circ}$ ; un ángulo aumentado indica un plano oclusal empinado, mientras que un ángulo disminuido indica un plano oclusal aplanado.
- 1-NA. Es el ángulo formado entre el plano NA y el eje del incisivo superior, evalúa el grado de inclinación del diente, su valor normal es de  $22^{\circ}$ , un ángulo aumentado indica vestibularización del incisivo, mientras que un ángulo disminuido indica una palatinización del incisivo.
- 1-NB. Es el ángulo formado entre el plano NB y el eje del incisivo inferior, su valor normal es de  $25^{\circ}$ ; un ángulo aumentado indica la vestibularización del incisivo inferior, mientras que un ángulo disminuido indica una lingualización del incisivo inferior.
- Es el ángulo formado entre los ejes de los incisivos inferiores y superiores, evalúa la inclinación de ambas piezas dentales en relación, su valor normal es de  $131^{\circ}$ ; un ángulo aumentado indica vestibularización de incisivos, mientras que un ángulo disminuido indica retroinclinación de incisivos. <sup>10</sup>

De acuerdo con Torrejón, el análisis de Ricketts es una evaluación cefalométrica. Esta metodología se basa en una serie de mediciones y relaciones cefalométricas que permiten analizar la posición y relación de los maxilares, así como la ubicación de los dientes en el cráneo<sup>13</sup>. Por su parte Conde *et al.* 2013, refieren que en el análisis de Ricketts parte de su análisis está formado por el Eje Facial, que describe la dirección del crecimiento del mentón<sup>17</sup>.

El análisis de Björk-Jarabak <sup>13</sup> es una evaluación cefalométrica utilizado en ortodoncia y cirugía ortognática para analizar el crecimiento y desarrollo de los maxilares y la mandíbula. Este análisis se basa en la superposición de radiografías cefalométricas de perfil tomadas en momentos diferentes, lo que permite visualizar y cuantificar los cambios esqueléticos y dentales a lo largo del tiempo.

- Angulo Goniaco: El valor del ángulo es 130° y está formado por la línea tangente entre el borde posterior de la rama mandibular (Ar-Go) y el borde inferior del cuerpo mandibular (Go-Me).
- Ángulo Ba-S-N. Es la unión de las bases craneales anterior y posterior, y es el ángulo formado por las líneas trazadas desde el nasión hasta el punto de silla y desde el punto de silla hasta el punto articular; su valor es 122°.

La relación entre la altura facial posterior y la altura facial anterior: indica la dirección de crecimiento y la rotación craneofacial, es el resultado de dividir la altura de las mismas multiplicado por 100. Los estándares son los siguientes: braquifacial: 64% a 80%; mesofacial: 59% a 63%, dolicofacial: 54% a 58%<sup>13</sup>

### **Materiales y métodos**

La investigación fue observacional porque no se modificaron las variables que se estudiaron. Fue analítica, ya que se utilizó un grupo de control y se aplicaron tres programas de inteligencia artificial a la misma muestra para evaluar su efectividad y eficiencia. También fue un estudio transversal, ya que se obtuvieron los datos en una sola medición durante un tiempo específico. Por último, la investigación fue retrospectiva, puesto que la información se recopiló de radiografías tomadas en el año 2023.

El estudio fue considerado cuantitativo porque se enfocó en la recolección de datos numéricos y en la comparación de la eficacia y precisión de tres programas digitales para trazado cefalométrico. La información sobre la población de interés se obtuvo a partir de la revisión de los expedientes clínicos del consultorio dental “ODONTOLINARES”, en aquellas situaciones donde los pacientes estaban recibiendo tratamiento de ortodoncia y las radiografías se habían realizado en el centro de radiología AA durante el año 2023. Según los datos facilitados por el centro dental, se revisaron un total de 100 historias clínicas.

Dado que la selección de la muestra se basa en la accesibilidad de radiografías cefalométricas de los pacientes, se opta por el cálculo de muestra de poblaciones finitas, con un muestreo aleatorio simple, aplicando la fórmula  $n = \frac{[EDFF * Np(1-p)]}{[(d2/Z21-\alpha/2*(N-1)+p*(1-p)]}$ . En este contexto, se utilizó el programa virtual “<https://openepi.com/>” para el cálculo, encontrando una muestra de 80 casos (anexo 2).

Debido a que la muestra constaba de 80 casos, cada uno formado por una radiografía física y una digital, se llevó a cabo un estudio cefalométrico en cuatro ocasiones, organizado de la siguiente manera:

Grupo 1: Las 80 radiografías digitales se analizaron con el trazado cefalométrico usando el software Webceph.

Grupo 2: Las 80 radiografías digitales se analizaron con el trazado cefalométrico usando el software OneCeph.

Grupo 3: Las 80 radiografías digitales se analizaron con el trazado cefalométrico usando el software NemoCeph.

Grupo 4: Las 80 radiografías físicas se analizaron manualmente para el trazado cefalométrico.

Los criterios de inclusión utilizados en la investigación fueron los siguientes: se incluyeron radiografías cefalométricas del cráneo que se habían tomado durante el año 2023 y que tenían versiones tanto digitales como físicas. También se eligieron radiografías de pacientes con edades entre 9 y 50 años. Un criterio importante fue que las imágenes tuvieran un buen contraste y densidad, que son esenciales para un análisis cefalométrico adecuado.

En cuanto a los criterios de exclusión, se eliminaron las radiografías cefalométricas que no incluían la regla de calibración al ser tomadas. También se descartaron las que no tenían toda la información del paciente, así como aquellas de pacientes que estaban en tratamiento de ortodoncia. Además, se excluyeron las radiografías que mostraban pérdida dental en la parte anterior y las que presentaban deformidades óseas o de tejidos blandos en la vista lateral.

Durante la recopilación de la información, y con la autorización necesaria, se recolectaron las radiografías de los pacientes que recibían tratamiento de ortodoncia en el Centro Odontológico ODONTOLINARES. Estas imágenes, que estaban tanto en formato físico como digital, fueron tomadas en el año 2023 en el Centro Radiológico AA de Chachapoyas. Las radiografías se adquirieron usando un ortopantomógrafo de la marca Newtom Giano, modelo HR, ajustado a 80 kV, con un amperaje de 12 mA y un tiempo de exposición de 9 segundos. Las imágenes elegidas cumplían con ciertos criterios técnicos: el plano de Frankfurt debía estar nivelado con el suelo, se requería la máxima intercuspidadación y los labios debían estar en descanso.

Una vez recopilados los 80 casos, según los criterios de inclusión y exclusión definidos, se llevó a cabo la calibración del investigador. Para esto, se eligieron al azar 10 casos, en los que tanto el investigador como los expertos realizaron el análisis cefalométrico de Steiner. Se utilizó tanto la técnica manual como tres programas digitales para este análisis. Este proceso de calibración se llevó a cabo en tres fases distintas.

Primer tiempo: En esta fase, se realizó un dibujo cefalométrico de manera manual utilizando un negatoscopio. Este fue el único equipo utilizado a lo largo de toda la investigación para asegurar condiciones de iluminación estables. Una vez finalizado cada dibujo, se le asignó un código que coincidía con el de su versión digital y se organizó secuencialmente como caso 1, caso 2, caso 3, y así sucesivamente.

El dibujo cefalométrico manual se hizo con un lápiz de 0.5 mm de punta fina, junto con reglas verticales, escuadras y un transportador para medir líneas y ángulos. Las dimensiones obtenidas fueron anotadas según el orden de la ficha del análisis de Steiner, en la sección destinada al análisis manual, y también se numeraron como caso 1, caso 2, caso 3, etc.

Segundo tiempo: En esta fase, se realizó la cefalometría digital utilizando tres programas seleccionados. Para esto, se utilizaron las 10 radiografías digitales de los casos elegidos, que ya estaban secuencialmente etiquetadas de la misma forma que sus versiones impresas (caso 01, caso 02, caso 03, etc.).

Las radiografías se cargaron en los tres programas (WebCeph, OneCeph y NemoCeph) e ingresaron también los datos de edad y sexo de cada caso. Luego, se realizó el análisis de Steiner tanto por los dos especialistas como por el investigador. Una vez que los análisis se completaron en cada programa, los resultados fueron anotados en la hoja de recolección de datos, en las columnas correspondientes a WebCeph, NemoCeph y OneCeph.

Los análisis realizados en WebCeph y NemoCeph se llevaron a cabo en un ordenador Lenovo con un procesador Intel Core i5, 8 GB de RAM y el sistema operativo Windows 11 Pro, que tenía el código 9533D273-40BB-45E0-B374-7F68BB527259. En cambio, el análisis en OneCeph se realizó en un teléfono móvil Redmi Note 9 Pro, con 6 GB de RAM, un procesador de 2.32 GHz y el sistema operativo Android, ya que OneCeph es una aplicación diseñada exclusivamente para dispositivos móviles.

Tercer tiempo: Después de terminar los análisis por el experto y por el investigador, la información recopilada fue sometida al índice de concordancia de Kappa de Cohen, con el objetivo de medir el nivel de coincidencia entre las medidas analizadas para poder responder a la hipótesis presentada (ver Anexo 05).

El experto que participó en la calibración del investigador fue un profesional con amplia experiencia en el área de ortodoncia y docencia universitaria.

El **Profesional**, identificado con las iniciales F.T.C.Z., es cirujano dentista, especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, y doctor en Estomatología. Se desempeñó como docente principal de pregrado en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM). Asimismo, fue docente de las maestrías en Estomatología y en Gerencia y Gestión de los Servicios de Salud en la Escuela de Posgrado de la misma universidad. Fue autor de diversos libros y publicaciones relacionadas con la carrera de Estomatología, y ponente en múltiples eventos académicos a nivel nacional.

Estas mediciones requirieron una cuidadosa identificación de puntos anatómicos y la trazabilidad precisa de líneas en radiografías cefalométricas, con el fin de asegurar resultados fiables y exactos en el análisis de la estructura facial y dental. La exactitud fue un elemento clave en las diversas medidas cefalométricas; por ello, en este estudio se utilizó la técnica manual aplicada en radiografías físicas como control de precisión. A partir de esta referencia, se realizaron comparaciones de las mediciones obtenidas con tres programas digitales de trazado cefalométrico (WebCeph, OneCeph y NemoCeph), aplicando posteriormente la prueba estadística t de Student para cotejar el nivel de precisión de cada programa digital en relación con la técnica manual. Esto ayudó a establecer la precisión de cada software en distintas medidas lineales y angulares usadas en el análisis de Steiner.

Las medidas lineales que se utilizaron fueron: SN, S-L, S-E, 1-NA, L1-NB y Línea S; mientras que las medidas angulares incluyeron: SNA, SNB, SND, ANB, Go-Gn S-N, PO S-N, 1-NA, 1-PP, 1-SN, L1-NB, L1 Go-Gn e II. Al mismo tiempo, se evaluó la eficacia de los procedimientos usando un cronómetro, registrando el tiempo que tomó cada trazado dentro de los tres programas digitales. El tiempo se midió desde la carga inicial de la radiografía digital en el sistema correspondiente hasta que se obtuvieron todas las medidas lineales y angulares. Este proceso permitió evaluar la rapidez con que se realizaron los trazados, sin afectar la precisión ni la calidad del análisis.

Una vez que se reunieron todos los datos de tiempo, también se aplicó la prueba estadística t de Student para determinar si había diferencias significativas entre los tiempos requeridos por cada programa digital y la técnica manual, valorando así su eficiencia comparativa. Este método permitió realizar una evaluación completa de la precisión y eficiencia en el diagnóstico odontológico, con el fin de optimizar los recursos humanos y tecnológicos disponibles. Para la evaluación final del análisis en todos los casos, se siguieron los pasos que se describen a continuación.

Primer tiempo: se obtuvo un total de 80 casos, los cuales fueron organizados con mucho cuidado. Cada caso recibió un código secuencial, tanto en los archivos digitales como en las radiografías físicas, usando una etiqueta estandarizada (caso 1, caso 2, caso 3, etc. ), según el orden establecido. Luego, se llevó a cabo el dibujo cefalométrico a mano en las radiografías físicas, utilizando un negatoscopio que el investigador había calibrado previamente, para garantizar que la iluminación fuera estándar durante todo el proceso.

Al finalizar cada dibujo a mano, se asignó de manera sistemática el mismo código que el de su archivo digital correspondiente, manteniendo así el orden y la trazabilidad de los casos. Para realizar el trazado cefalométrico a mano, se utilizó un lápiz de punta fina de 0.5 mm, así como herramientas de medición, incluyendo reglas verticales, escuadras y un transportador, que permitieron medir de forma precisa las dimensiones lineales y angulares. Este procedimiento se midió en tiempo para calcular luego el promedio invertido y evaluar así la eficiencia del método comparado con los programas digitales.

A continuación, se anotaron cuidadosamente las medidas obtenidas en la hoja correspondiente al estudio de Steiner, en la columna destinada al análisis manual, asignando a cada hoja el número de caso correspondiente (caso 1, caso 2, etc. ). Este conjunto de pasos se repitió a diario, con un máximo de 10 casos por día, hasta completar el análisis de las 80 radiografías físicas. Finalmente, se archivaron las radiografías procesadas en sus historias clínicas respectivas, de las cuales se recuperaron para este estudio.

Segundo tiempo: En esta fase, comenzó el análisis digital usando el programa WebCeph. Se cargaron, calibraron y analizaron las radiografías digitales, teniendo en cuenta las variables de edad y género de cada caso. Este procedimiento también fue controlado en tiempo con el objetivo de calcular la duración promedio por análisis y comparar la eficacia de este software con otros programas digitales y la técnica manual. Una vez que se obtuvieron los resultados, las medidas se registraron según el orden establecido en la hoja del estudio de Steiner, específicamente en la columna relacionada con el análisis realizado mediante WebCeph. Este proceso se realizó de manera consecutiva, analizando un máximo de 10 casos por día, hasta completar el procesamiento de las 80 radiografías digitales usando ese programa.

Después, se repitió el mismo procedimiento con el programa NemoCeph. Las radiografías digitales fueron cargadas de nuevo, calibradas y analizadas, considerando el sexo y la edad de los pacientes. El tiempo usado para este análisis fue cronometrado, y los resultados obtenidos se utilizaron para calcular la duración promedio del análisis, con el objetivo de

comparar la eficiencia del software con los otros métodos. Los hallazgos se trasladaron a la hoja de estudio de Steiner, en la sección dedicada al análisis realizado con NemoCeph. Este proceso se llevó a cabo con un límite de 10 casos por día, hasta que se alcanzó un total de 80 radiografías digitales que fueron evaluadas con este programa.

Por último, se aplicó el mismo procedimiento en el software OneCeph. Se realizaron la carga, calibración y evaluación de las radiografías digitales, considerando la edad y el sexo de los pacientes. Al igual que en los casos previos, se supervisó el tiempo de ejecución, lo que permitió calcular el promedio de duración de este método. Después de completar cada evaluación, los resultados se registraron en la hoja correspondiente, en la sección asignada al análisis con OneCeph. Este conjunto de acciones se repitió a diario hasta que se completó el análisis de los 80 casos digitales con este último programa.

Al finalizar el examen de Steiner en las técnicas manual y digital usando los tres programas (WebCeph, NemoCeph y OneCeph), se logrará un total de 80 registros que serán organizados y procesados en SPSS para su análisis estadístico y la creación del informe. Es relevante señalar que la investigación se llevará a cabo con el programa digital Webceph™, versión 1. 5. 0 (AssembleCircle Corp. , Corea del Sur), NemoCeph, versión Nemostudio Fall edition 2020 (Nemotec, España) y OneCeph versión 2023 (NXS). Además, todos los análisis de Webceph y Nemoceph se realizarán en un ordenador Lenovo con procesador Intel core i5, 8 Gb de memoria RAM y Windows 11 pro, con el código 9533D273-40BB-45E0-B374-7F68BB527259. Por otro lado, el análisis de OneCeph se llevará a cabo utilizando un teléfono Redmi Note 9 Pro, que cuenta con 6 Gb de memoria RAM y un procesador de 2. 32 Gb con sistema operativo Android, dado que OneCeph es una aplicación diseñada para teléfonos móviles.

El principal instrumento para el presente proyecto de investigación fue una ficha de recolección de datos (anexo 04) del análisis de Steiner, el cual a su vez se ejecutará en la técnica manual y en los tres Software digitales: webceph, Nemoceph y OneCeph. Para el análisis y procesamiento de la información del estudio, se utilizó un enfoque sistemático que integró herramientas tecnológicas y métodos estadísticos específicos. En primer lugar, se estructuraron y organizaron los datos en Microsoft Excel 2019, lo que permitió crear bases de datos organizadas y manejables, facilitando así la gestión efectiva de la información recolectada. Luego, esa base de datos fue transferida al programa estadístico SPSS versión 25, que se usó para llevar a cabo análisis complejos y conseguir resultados precisos.

En lo que respecta al análisis estadístico, se utilizó el índice Kappa de Cohen para evaluar la precisión del investigador, asegurando la consistencia y confianza en la recolección de datos. Este índice ayudó a determinar el nivel de acuerdo entre evaluaciones repetidas, lo que garantizó la validez de las observaciones. Además, se aplicó la prueba t de Student para comparar las medias de los diferentes grupos estudiados. Esta prueba permitió evaluar la efectividad de los tres programas digitales en comparación con la técnica manual, proporcionando un análisis robusto de las diferencias encontradas.

Finalmente, los resultados obtenidos se presentaron en tablas y figuras. Las tablas brindaron una representación completa de los datos numéricos, facilitando la comparación directa entre los diferentes grupos. Las figuras, que incluían gráficos y diagramas, mostraron de manera clara y comprensible las diferencias y tendencias observadas en el estudio, ayudando a una interpretación más fácil de los resultados.

Este trabajo se llevó a cabo siguiendo de manera estricta las normas éticas que rigen la investigación científica, asegurando su validez en términos sociales, clínicos y científicos. Se respetó el principio de justicia al elegir de forma equitativa y justa a los participantes de la población de estudio, garantizando una correcta representación de todos los grupos sociales. De igual manera, se observaron los principios de beneficencia y no maleficencia, priorizando siempre el bienestar de los participantes y analizando detenidamente la relación entre riesgos y beneficios para evitar cualquier forma de daño.

Asimismo, se aseguró la privacidad de la información y se obtuvo el consentimiento informado de cada uno de los participantes, quienes fueron informados con claridad sobre los objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios potenciales del estudio. Durante todo el proceso de investigación, se llevaron a cabo mecanismos de revisión y seguimiento continuo para garantizar el estricto cumplimiento de estas normas éticas.

## Resultados y discusión

**Tabla 1.** *Análisis descriptivo de las mediciones angulares y lineales de Steiner*

Análisis	Base de			IS-NA	IS -	II-NB	IMPA	Labio	labio
	cráneo mm	SNA	SNB	mm	maxilar	mm		sup.	inf.
Mínimo	56,50	71,30	67,90	-6,70	115,0	-4,70	52,00	-5,30	-3,50
Máximo	80,00	95,00	89,00	11,80	137,40	14,40	117,30	8,00	11,30
Media	63,7526	83,9538	79,9109	4,5604	113,2885	6,2171	93,0063	2,0630	1,9659
Desv.	3,69296	4,16154	3,91922	3,22341	10,76693	3,17974	8,18496	2,11438	2,33695
Desviación									
Varianza	13,638	17,318	15,360	10,390	115,927	10,111	66,993	4,471	5,461
Asimetría	,768	-,189	-,156	-,376	-2,963	-,167	-,964	-,088	,685

*Nota: resultados descriptivos de los ángulos lineales de Steiner.*

Las mediciones de la base del cráneo muestran una longitud media de 63. 75 mm, con diferencias notables que van desde 56. 50 mm hasta 80. 00 mm. El ángulo SNA, que mide la ubicación del maxilar superior, presenta un rango que varía entre 71.30° y 95.00°, con un promedio de 83.95°. En contraste, el ángulo SNB, que muestra la posición de la mandíbula, se sitúa entre 67. 90° y 89. 00° con un promedio de 79. 91°. La relación IS-NA mm tiene un promedio de 4. 56 mm y su rango varía desde -6. 70 mm hasta 11. 80 mm.

En cuanto a la distancia IS - maxilar, el valor medio es bastante alto, alcanzando 112. 97 mm, con un rango amplio que abarca desde 11. 80 mm hasta 137. 40 mm. El incisivo inferior en relación a la mandíbula (II-NB) tiene un promedio de 6. 21 mm, con un rango que va de -4. 70 mm a 14. 40 mm. El ángulo IMPA, que mide la inclinación del incisivo inferior, presenta un promedio de 93. 01°, con un rango que va de 52. 00° a 117. 30°. Finalmente, la posición del Labio superior se sitúa en promedio en 2.06 mm, con un rango de -5.30 mm a 8.00 mm. De manera similar, el Labio inferior tiene un promedio de 1.97 mm, variando entre -3.50 mm y 11.30 mm.

**Tabla 2.** *Análisis descriptivo de las mediciones angulares y lineales de Steiner mediante trazado digital (webceph) y Manual*

Software		Base de cráneo		IS-NA	IS -	II-NB	IMPA	Labio	labio	
		mm	SNA	SNB	mm	maxilar		mm	sup.	inf.
webceph	Mínimo	57,10	74,60	68,70	,80	87,40	,30	57,80	,10	,10
	Máximo	77,30	93,00	88,80	10,70	137,40	13,80	117,30	6,90	8,70
	Media	63,9380	84,0153	79,6675	4,8029	114,8141	6,5158	93,8916	2,1733	2,2524
	Desviación	3,62926	3,95708	3,84453	2,56543	8,95972	3,06813	7,94883	1,63621	1,67805
	Varianza	13,172	15,658	14,780	6,581	80,277	9,413	63,184	2,677	2,816
	Asimetría	,752	-,145	-,220	,353	-,370	,055	-,775	,985	1,345
Manual	Mínimo	57,00	73,50	69,00	-5,00	115,0	-1,50	56,00	-4,50	-3,00
	Máximo	77,50	93,00	89,00	11,00	135,50	13,50	115,00	8,00	9,00
	Media	64,0250	84,0750	80,5375	4,8875	112,1812	6,0250	94,0750	2,2525	2,0938
	Desviación	3,71270	4,06832	4,05951	3,30800	15,03419	3,00306	8,04737	2,20224	2,35745
	Varianza	13,784	16,551	16,480	10,943	226,027	9,018	64,760	4,850	5,558
	Asimetría	,701	-,185	-,147	-,333	-4,129	-,064	-1,050	-,275	,493

*Nota: resultados descriptivos de los ángulos lineales de Steiner y comparación entre el método digital y manual.*

Las mediciones de Webceph presentan promedios que están muy cerca de los manuales en todas las variables, lo que indica una buena concordancia entre los valores promedio. La media de la base del cráneo es de 63,9380 mm, comparado con los 64,0250 mm medidos manualmente; ambos tienen rangos y desviaciones estándar parecidos, lo cual sugiere que las mediciones son consistentes. A pesar de que los ángulos SNA y SNB tienen medias cercanas (SNA: 84,0153° frente a 84,0750°; SNB: 79,6675° frente a 80,5375°), la medición manual muestra una dispersión un poco más grande.

Webceph presenta valores mínimos y máximos más reducidos (0,80–10,70 mm) que el método manual (-5,00–11,00 mm) en la posición del incisivo superior (IS-NA). Sin embargo, las medias son bastante parecidas, lo que indica que Webceph tiende a suavizar los valores extremos negativos. En IS-maxilar, Webceph presenta un rango de 87,40 a 137,40 mm, mientras que el rango manual es de 115,0 a 135,50 mm. Esto indica que el software tiene una varianza más mínimamente más alta.

Las medias manuales (6,0250 mm y 94,0750°) son comparables con las de Webceph (6,5158 mm y 93,8916°) para el incisivo inferior (II-NB) y el ángulo IMPA, aunque hay una pequeña disminución en la dispersión en Webceph. En los labios, Webceph reporta rangos más pequeños y medias parecidas, al concentrar la información y restringir valores extremos negativos; por el contrario, la medición manual recoge una variabilidad mayor.

**Tabla 3.** Análisis descriptivo de las mediciones angulares y lineales de Steiner mediante trazado digital (NemoCeph) y Manual

Software		Base de cráneo		IS-NA	IS -	II-NB	IMPA	Labio	labio	
		mm	SNA	SNB	mm	maxilar		mm	sup.	inf.
NemoCeph	Mínimo	56,50	73,00	68,00	-6,70	89,00	-4,70	52,00	-3,90	-2,70
	Máximo	80,00	95,00	88,00	11,80	135,00	13,20	112,00	7,10	11,30
	Media	63,4150	83,8500	79,5500	4,2987	112,9625	6,1475	91,7825	2,0288	1,6850
	Desviación	4,06299	4,49782	3,86120	3,55501	8,65286	3,58806	8,29250	2,15742	2,72058
	Varianza	16,508	20,230	14,909	12,638	74,872	12,874	68,766	4,654	7,402
	Asimetría	1,078	,055	-,154	-,561	-,335	-,468	-1,194	-,083	,916
Manual	Mínimo	57,00	73,50	69,00	-5,00	115,0	-1,50	56,00	-4,50	-3,00
	Máximo	77,50	93,00	89,00	11,00	135,50	13,50	115,00	8,00	9,00
	Media	64,0250	84,0750	80,5375	4,8875	112,1812	6,0250	94,0750	2,2525	2,0938
	Desviación	3,71270	4,06832	4,05951	3,30800	15,03419	3,00306	8,04737	2,20224	2,35745
	Varianza	13,784	16,551	16,480	10,943	226,027	9,018	64,760	4,850	5,558
	Asimetría	,701	-,185	-,147	-,333	-4,129	-,064	-1,050	-,275	,493

*Nota: resultados descriptivos de los ángulos lineales de Steiner y comparación entre el método digital y manual.*

Las mediciones realizadas con NemoCeph son muy similares a las manuales en todos los parámetros; por ejemplo, la base del cráneo tiene una media de 63.4150 mm en NemoCeph y de 64.0250 mm en la manual, SNA 83.8500° y SNB 79.5500° frente a 84.0750° y 80.5375°, respectivamente. Esto señala que el software reproduce correctamente las cifras promedio.

Respecto a la dispersión y los rangos, NemoCeph suele registrar valores más amplios en ciertos casos, como la base de cráneo (mínimo 56,50 mm, máximo 80,00 mm) y los incisivos. Sin embargo, son menos extremos que la medición manual en II-NB e IS-maxilar. La varianza y la desviación estándar indican que NemoCeph tiene una dispersión moderada en casi todas las variables, aunque es menor que la manual en IS-maxilar, lo cual muestra una captura de valores extremos más baja.

La asimetría cambia dependiendo de la variable: NemoCeph tiene sesgo positivo en la base de cráneo (1,078) y en el labio inferior (0,916), pero los incisivos y el labio superior presentan valores negativos. Esto significa que los datos están distribuidos de manera concentrada hacia valores altos o bajos, dependiendo de la medición. En comparación, la medición manual suele tener un sesgo más bajo, excepto en IS-maxilar, que presenta una asimetría negativa significativa (-4.129).

**Tabla 4.** *Análisis descriptivo de las mediciones angulares y lineales de Steiner mediante trazado digital (oneceph) y Manual*

Software		base de cráneo			IS-NA	IS -	II-NB	IMPA	Labio	labio
		mm	SNA	SNB	mm	maxilar	mm		sup.	inf.
Oneceph	Mínimo	56,70	71,30	67,90	-4,80	88,30	-1,20	55,90	-5,30	-3,50
	Máximo	72,90	92,30	88,30	10,80	135,00	14,40	109,10	7,40	10,20
	Media	63,6325	83,8750	79,8888	4,2525	113,1963	6,1800	92,2763	1,7975	1,8325
	Desviación	3,37135	4,17796	3,90712	3,38534	9,12246	3,06381	8,35475	2,39778	2,46581
	Varianza	11,366	17,455	15,266	11,461	83,219	9,387	69,802	5,749	6,080
	Asimetría	,452	-,522	-,182	-,398	-,289	,004	-,903	-,182	,596
manual	Mínimo	57,00	73,50	69,00	-5,00	115,0	-1,50	56,00	-4,50	-3,00
	Máximo	77,50	93,00	89,00	11,00	135,50	13,50	115,00	8,00	9,00
	Media	64,0250	84,0750	80,5375	4,8875	112,1812	6,0250	94,0750	2,2525	2,0938
	Desviación	3,71270	4,06832	4,05951	3,30800	15,03419	3,00306	8,04737	2,20224	2,35745
	Varianza	13,784	16,551	16,480	10,943	226,027	9,018	64,760	4,850	5,558
	Asimetría	,701	-,185	-,147	-,333	-4,129	-,064	-1,050	-,275	,493

*Nota: resultados descriptivos de los ángulos lineales de Steiner y comparación entre el método digital y manual.*

Las cifras medias de OneCeph son muy parecidas a las manuales en todas las variables, lo que señala una buena correspondencia entre los valores promedios. La media de la base de cráneo es 63,6325 mm, en comparación con una manual de 64,0250 mm; las desviaciones estándar y los rangos son un poco más bajos, lo que indica que las mediciones son coherentes. Los ángulos SNA y SNB son comparables (SNA: 83,8750° contra 84,0750°; SNB: 79,8888° contra 80,5375°), aunque OneCeph muestra una dispersión levemente más alta en el caso del SNA.

OneCeph presenta rangos más grandes que la medición manual en los valores extremos negativos (IS-NA mínimo -4,80 mm frente a -5,00 mm; IS-maxilar mínimo 88,30 mm contra 115,0 mm) en cuanto a la posición del incisivo superior (IS-NA) y su relación con el maxilar (IS-maxilar). Sin embargo, las medias son semejantes.

OneCeph muestra medias similares a las manuales para el ángulo IMPA y el incisivo inferior (II-NB) (II-NB: 6,1800 mm vs 6,0250 mm; IMPA: 92,2763° vs 94,0750°), con una leve disminución de la dispersión. En los labios, OneCeph restringe los valores a rangos más reducidos, conteniendo los extremos negativos y manteniendo medias semejantes (labio superior 2,2525 mm frente a 1,7975 mm; labio inferior 2,0938 mm frente a 1,8325 mm).

**Tabla 5.** *Análisis descriptivo de los métodos y tiempo de evaluación en relación a la eficiencia*

Software	Tiempo				
	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación
webceph	3,2887	3,2000	2,50	4,60	,47654
Nemoceph	5,0587	5,1000	3,50	7,00	,77943
Oneceph	2,8250	2,8000	2,00	3,70	,42827
Manual	6,4850	6,5000	3,40	7,80	,62503

*Nota: resultados descriptivos de la relación método de evaluación tiempo.*

En términos generales, los programas informáticos demuestran ser notablemente más efectivos en lo que respecta al tiempo de evaluación en comparación con el enfoque manual. Entre las distintas opciones de software, OneCeph se distingue como el más veloz, con un tiempo promedio de únicamente 2. 83 minutos y una baja variabilidad, reflejada en una desviación estándar de 0. 43 minutos, lo que sugiere una gran estabilidad en su rapidez. A continuación, se encuentra WebCeph, que presenta un promedio de 3. 29 minutos y una desviación estándar semejante de 0. 48 minutos, corroborando su efectividad. En contraste, NemoCeph es el software más lento de los tres, alcanzando un promedio de 5. 06 minutos, lo que lo ubica más cerca del tiempo requerido para el método manual, y muestra la mayor variabilidad entre los programas, con una desviación estándar de 0. 78 minutos.

El procedimiento manual resulta, como se anticipaba, el que requiere la mayor cantidad de tiempo para llevar a cabo la evaluación, con un promedio de 6. 49 minutos. Aunque su desviación estándar es de 0. 63 minutos, lo cual es moderado y sugiere cierta uniformidad en el tiempo necesario, este enfoque es de manera sistemática más lento que cualquiera de las aplicaciones informáticas. Los datos indican de forma clara que los programas de cefalometría proporcionan una ventaja considerable en términos de eficiencia temporal en comparación con el método manual. En particular, OneCeph y WebCeph se destacan como las alternativas más rápidas, mientras que NemoCeph, a pesar de ser un software, se aproxima más a los tiempos del método manual.

## **Discusión**

El análisis de las posibles discrepancias importantes entre el trazado cefalométrico realizado a mano y el realizado de manera digital es relevante en la actualidad, donde se observa un aumento en la utilización de tecnologías digitales en el campo de la odontología. El avance

y acceso a equipos de radiografía digital, junto con programas especializados en cefalometría, han cambiado los métodos convencionales de análisis, proporcionando herramientas que aseguran una mayor exactitud, eficiencia y capacidad de repetición. En este caso, es importante examinar si estas innovaciones tecnológicas preservan la validez diagnóstica del método tradicional o si generan modificaciones que podrían afectar la interpretación clínica. Esta comparación no solo satisface una necesidad de método, sino que también tiene consecuencias directas en la práctica ortodóntica actual, donde las decisiones terapéuticas dependen en gran medida de la precisión del análisis cefalométrico.

Los resultados obtenidos en este estudio son en gran parte congruentes con los presentados por Zamrik e Iserib (2021), quienes igualmente realizaron una comparación entre los métodos manual y digital en el análisis cefalométrico. En su estudio, los dos métodos proporcionaron resultados similares en mediciones fundamentales como el ángulo SNB, la distancia entre el punto Nasion y el punto Pogonion (N–Pog) y el ángulo nasolabial. Estos hallazgos apoyan la efectividad de las dos técnicas en la obtención de parámetros cefalométricos esenciales para el diagnóstico en ortodoncia <sup>7</sup>. Sin embargo, Zamrik e Iserib llegaron a la conclusión de que, a pesar de sus similitudes, los enfoques manual y digital poseen características que los hacen complementarios, sobre todo en el ámbito clínico. Esta visión es importante, puesto que indica que la selección del método puede ajustarse a las circunstancias particulares del paciente, la formación del profesional o la accesibilidad tecnológica, sin poner en riesgo la precisión del diagnóstico.

Los resultados de este estudio muestran que hay una gran coincidencia entre las mediciones cefalométricas realizadas con el software OneCeph y las que se han obtenido a través del método manual, sobre todo en lo que se refiere a la longitud de la base del cráneo. Las medidas obtenidas fueron de 63.63 mm utilizando el método digital y de 64.03 mm con el método manual. Esta diferencia es clínicamente irrelevante, lo que indica una capacidad casi igual de ambos métodos para representar con precisión esta estructura anatómica. De manera comparable, los ángulos cefalométricos analizados SNA y SNB presentaron valores similares en ambas metodologías. El ángulo SNA se registró en 83.88° en OneCeph y en 84.08° en el trazado manual. Por otro lado, el ángulo SNB fue de 79.89° y de 80.54°, respectivamente. Estas pequeñas diferencias, que se encuentran dentro del límite de error aceptable, fortalecen la credibilidad del software utilizado para el análisis de estructuras óseas del cráneo y la cara, lo cual es importante en el proceso de diagnóstico ortodóntico.

De acuerdo con estos resultados, Mohan et al. (2021) llegaron a la conclusión de que el software OneCeph proporciona una precisión y fiabilidad similares al trazado manual en la realización de análisis cefalométricos <sup>8</sup>. Esto apoya la utilización de herramientas digitales como opciones legítimas en la práctica clínica actual, ya que posibilitan mejorar el tiempo de diagnóstico sin afectar la calidad de los resultados. En este marco, la adopción de tecnologías digitales como OneCeph puede verse como una estrategia efectiva para actualizar los procedimientos clínicos y educativos en ortodoncia, siempre que su implementación esté respaldada por un juicio clínico fundamentado y una adecuada formación del profesional.

Los resultados alcanzados en esta investigación también coinciden con lo que fue reportado por Barbhuiya et al (2021), se evidenció que no hay diferencias estadísticamente relevantes entre el método cefalométrico manual y el digital en la mayor parte de las mediciones examinadas <sup>9</sup>. Esta prueba apoya la efectividad del enfoque digital, indicando que los programas especializados pueden ser herramientas adecuadas y confiables para llevar a cabo análisis cefalométricos en el contexto clínico.

No obstante, es necesario reflexionar sobre el punto de vista presentado por Hlongwa (2019), quien subraya que, a pesar del progreso y la mayor adopción de tecnologías digitales, el trazado cefalométrico manual sigue siendo una técnica esencial en el diagnóstico ortodóntico <sup>3</sup>. De hecho, indica que su enseñanza debe permanecer en los planes de estudio de pregrado, dado que no todos los estudiantes o profesionales tienen acceso a programas informáticos especializados. Esta observación adquiere especial importancia en situaciones con restricciones tecnológicas o recursos económicos limitados, donde el método manual se presenta como una opción viable, accesible y clínicamente beneficiosa.

En años recientes, el progreso tecnológico ha facilitado la integración de dispositivos móviles en la práctica dental, especialmente en el área de la ortodoncia. En este contexto, Livas et al. (2019), se subrayó el potencial de las aplicaciones móviles, especialmente aquellas creadas para teléfonos inteligentes, como recursos adicionales en el análisis cefalométrico convencional <sup>4</sup>. Estas aplicaciones no solo permiten acceder a funciones de trazado y medición en dispositivos móviles, sino que también son una alternativa efectiva para los profesionales que necesitan soluciones rápidas sin perder la exactitud en el diagnóstico.

Por otro lado, Torres (2021) aporta evidencia en favor de la validez del software especializado NemoCeph, subrayando su utilidad como una herramienta confiable en la ejecución de análisis cefalométricos<sup>10</sup>. La validación de este programa refuerza la tendencia

hacia la digitalización de los procesos diagnósticos en ortodoncia, en la medida en que permite optimizar recursos, reducir el tiempo de trabajo y mejorar la organización de la información clínica.

Las implicancias teóricas de esta investigación fortalecen el marco conceptual acerca de la equivalencia en los diagnósticos mediante técnicas manuales y digitales en cefalometría. Esto amplía la comprensión sobre la fiabilidad de los programas de software en la obtención de mediciones esenciales para el análisis craneofacial. Desde un punto de vista práctico, los resultados apoyan el uso de herramientas digitales como opciones efectivas y válidas en la práctica clínica, lo que puede resultar en un aumento de la productividad, disminución de errores humanos y optimización en la organización de la información.

### **Conclusiones**

Se concluye que la evaluación de los programas WebCeph, OneCeph y NemoCeph en comparación con el método manual indica que todos proporcionan una precisión similar en la mayoría de las mediciones cefalométricas, lo que valida su uso en la práctica clínica en Chachapoyas – 2024. Asimismo, las variaciones identificadas en cuanto a eficiencia evidencian ventajas notables de los programas en lo que respecta al tiempo, resaltando a OneCeph como la alternativa más ágil y confiable.

Se concluye que, en relación con la precisión del trazado cefalométrico, los tres programas digitales presentan medias y desviaciones estándar que son semejantes al método manual en la mayoría de las variables (SNA, SNB, IS-NA, IS-maxilar, II-NB, IMPA), lo que indica una concordancia adecuada y una fiabilidad diagnóstica comparable.

Se concluye que el programa NemoCeph mostró una ligera superioridad en la estabilidad de algunas medidas, como la distancia IS-maxilar, al presentar una menor variabilidad en comparación con el método manual, aunque su nivel de precisión total fue comparable al de WebCeph y OneCeph.

Se concluye que, en relación con la eficiencia, los softwares disminuyen considerablemente el tiempo necesario para realizar la evaluación cefalométrica. OneCeph demostró ser el más eficiente, con un promedio de 2. 83 minutos, seguido por WebCeph con 3. 29 minutos, en comparación con los 6. 49 minutos necesarios para el método manual.

Se estable que el programa NemoCeph, a pesar de ser exacto mostró tiempos más largos (5.06 minutos) y una mayor variabilidad temporal, lo que reduce su eficacia en relación con los otros programas, acercándose así al rendimiento del método manual.

Se estable que el método manual, aunque es confiable, demostró ser menos eficiente y presentar una mayor variabilidad en diversas mediciones. Esto respalda la necesidad de complementar su enseñanza con el uso de software cefalométrico, especialmente en entornos clínicos donde se busca mejorar el tiempo sin comprometer la precisión.

## **Recomendaciones**

Se sugiere utilizar programas cefalométricos, en particular OneCeph y WebCeph, en la práctica clínica cotidiana, debido a su alta precisión y eficacia en la obtención de mediciones diagnósticas.

En el contexto académico, se recomienda incluir la instrucción tanto del dibujo a mano como de la digital en los planes de estudio de pregrado, favoreciendo así una educación completa y flexible que se ajuste a diversos entornos tecnológicos.

En situaciones donde el acceso a la tecnología es limitado, el método manual continúa siendo una opción válida; por lo tanto, debe conservarse como una herramienta fundamental de diagnóstico en ortodoncia.

Se sugiere seleccionar el software de trazado no solo por su exactitud, sino además teniendo en cuenta el tiempo que se puede dedicar a la consulta y el nivel de conocimiento del profesional sobre la interfaz del programa.

Investigaciones futuras deben examinar la reproducibilidad entre diferentes observadores y dentro del mismo observador para cada software, así como su utilidad en diversas maloclusiones y grupos de edad.

## Referencias

1. Mendoza-Lugo J, Caballero-García S, Gherzi-Miranda H. Estudio comparativo del espacio aéreo faríngeo según deformidades dentofaciales en radiografías cefalométricas. *Rev Estomatol Hered* [Internet]. 2020;30(1):24–30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20453/reh.v30i1.3737>
2. Mejías Rotundo O. Equivalencia diagnóstica entre las cefalometrias de Steiner y Ricketts en niños. *Acta odontológica venezolana* [Internet]. 2020;58(2):9–10. Disponible en: <http://dx.doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7700363>
3. Hlongwa P. Cephalometric analysis: manual tracing of a lateral cephalogram. *SADJ* [Internet]. 2019;74(6). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17159/2519-0105/2019/v74no6a6>
4. Livas C, Delli K, Spijkervet FKL, Vissink A, Dijkstra PU. Concurrent validity and reliability of cephalometric analysis using smartphone apps and computer software. *Angle Orthod* [Internet]. 2019;89(6):889–96. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2319/021919-124.1>
5. Calle E, Calle J, Morales R, Guevara JO. Comparison between Manual and Digital Cephalometric Tracing in Side Radiographies of the Skull. *Revista Argentina de Radiología*. 2a ed. 2021;85:33–40.
6. Tikku T, Khanna R, Maurya RP, Srivastava K, Bhushan R. Comparative evaluation of cephalometric measurements of monitor-displayed images by Nemoceph software and its hard copy by manual tracing. *J Oral Biol Craniofac Res* [Internet]. 2014;4(1):35–41. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jobcr.2013.11.002>
7. Zamrik OM, İşeri H. The reliability and reproducibility of an Android cephalometric smartphone application in comparison with the conventional method. *Angle Orthod* [Internet]. 2021;91(2):236–42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2319/042320-345.1>
8. Mohan A, Sivakumar A, Nalabothu P. Evaluation of accuracy and reliability of OneCeph digital cephalometric analysis in comparison with manual cephalometric analysis-a cross-sectional study. *BDJ Open* [Internet]. 2021;7(1):22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41405-021-00077-2>
9. Barbhuiya MH, Kumar P, Thakral R, Krishnapriya R, Bawa M. Reliability of mobile application-based cephalometric analysis for chair side evaluation of orthodontic patient in clinical practice. *J Orthod Sci* [Internet]. 2021;10:16. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.4103/jos.JOS\\_28\\_20](http://dx.doi.org/10.4103/jos.JOS_28_20)
10. Torres Y. Estudio comparativo de los trazos cefalométricos con el método manual vs el método digital (NEMOCEPH) [Internet]. [Cajamarca]: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo; 2021 [citado el 17 de mayo de 2024]. Disponible en:

<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1658/INFORME%20DE%20INVESTIGACION%20YULISA%20TORRES%20GAIT%20C3%81N.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

11. Asbell MB. A brief history of orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990;98(3):206–13.
12. Cutipa W. Comparación del cefalograma de steiner y tatis en la determinación del patrón esqueletal. *Evidencias en Odontología Clínica* [Internet]. 2017;2(2):44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35306/eoc.v2i2.366>
13. Torrejon Culqui ME. Comparación análisis cefalométrico de Ricketts y Steiner .Reporte de caso clínico [Internet]. [Universidad Peruana Los Andes ]; 2022. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3819>
14. Sánchez Cevallos KS. Confiabilidad de la cefalometria manual y digital [Internet]. [Guayaquil]: Universidad de Guayaquil; 2022. Disponible en: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/9e267cbc-0661-4911-adba-7c24d165fa77>
15. Karmakar S. Artificial Intelligence: the future of medicine, or an overhyped and dangerous idea? *Ir J Med Sci* [Internet]. 2022 [citado el 17 de mayo de 2024];191(5):1991–4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34783968/>
16. Chen Y-W, Stanley K, Att W. Artificial intelligence in dentistry: current applications and future perspectives. *Quintessence Int* [Internet]. 2020 [citado el 17 de mayo de 2024];51(3):248–57. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32020135/>
17. Conde Suárez HF, González FV, Sánchez Gay JM. Normas del cefalograma de Ricketts en niños de Matanzas. *Rev Cubana Estomatol* [Internet]. 2013 [citado el 17 de mayo de 2024];50(4):388–96. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75072013000400006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072013000400006&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

## Anexos

Anexo 01: matriz de consistência interna. Comparación de la precisión y eficiencia de tres programas de trazado cefalométrico, Chachapoyas –

2024

TÍTULO: Diferencias entre el nivel de precisión de la cefalometría en tres programas de trazado				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MARCO TEÓRICO	METODOLOGÍA
<p>General</p> <p>¿Existe diferencia en precisión y eficiencia de tres programas de trazado cefalométrico, Chachapoyas - 2024?</p>	<p>General</p> <p>Comparar la precisión y eficiencia de tres programas de trazado cefalométrico, Chachapoyas – 2024.</p>	<p>General</p> <p>Si existe diferencia del nivel de precisión entre tres tipos de programa de trazado</p>	<p>Bases Teóricas cefalometría historia de la cefalometría manual Cefalometría digital IA en cefalometría la cefalometría y su importancia en la ortodoncia.</p>	<p>Diseño Metodológico observacional analítico transversal retrospectivo</p> <p>Diseño Muestral</p> <p>Universo: radiografías físicas y digitales del consultorio Odontolinas en Chachapoyas.</p> <p>Población: radiografías físicas y digitales del consultorio Odontolinas tomadas en el año 2023.</p> <p>Muestra: estará conformada por 80 radiografías físicas y digitales.</p> <p>Técnica de Recolección de Datos</p> <p>Se empleará una ficha de recolección de datos en la cual se identificará por el número de caso, cada caso tendrá el resultado del trazado para el análisis de Steiner a. Manual, b. WebCeph c.NemoCeph. d. OneCeph .</p> <p>Variables</p> <p>Independiente: precisión y eficiencia de trazado cefalométrico</p> <p>Dependientes: método de trazado cefalométrico</p>
	<p>Específicos</p>	<p>Específicas</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Medir la precisión del trazado cefalométrico con los programas WebCeph, OneCeph, y NemoCeph según el trazado manual, Chachapoyas -2024.</li> <li>➤ Determinar la eficiencia del trazado cefalométrico con los programas WebCeph, OneCeph, NemoCeph y trazado manual, Chachapoyas -2024.</li> </ul>	<p>Hipótesis específica 1:</p> <p>H1: Existe diferencia estadísticamente significativa en precisión del trazado cefalométrico manual y digital con el uso de tres programas digitales, Chachapoyas - 2024</p> <p>H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en precisión del trazado cefalométrico manual y digital con el uso de tres programas digitales, Chachapoyas - 2024</p> <p>Hipótesis específica 2:</p> <p>H1: Existe diferencia estadísticamente significativa en eficacia del trazado cefalométrico manual y digital con el uso de tres programas digitales, Chachapoyas - 2024</p> <p>H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en eficacia del trazado cefalométrico manual y digital con el uso de tres programas digitales, Chachapoyas - 2024</p>		

## Anexo 02

### Operacionalización de variables

Variable Independiente: precisión y eficiencia de trazado cefalométrico.

Variable Dependiente: método de trazado cefalométrico.

Variable	Definición operacional	Tipos	Indicadores	Escala de medición	Valores
Precisión de trazado cefalométrico.	La precisión se refiere a la capacidad de un diagnóstico odontológico para ser exacto y confiable.	Cuantitativa	Error absoluto o relativo	Ordinal	Diagnóstico Manual webceph, Nemoceph y OneCeph
			Desviación estándar		
			Coefficiente de correlación		
Eficiencia del trazado cefalométrico	La eficiencia en el diagnóstico odontológico se refiere a la capacidad de realizar el proceso de diagnóstico de manera oportuna y con la utilización adecuada de recursos, como el tiempo y los equipos.	Cuantitativa	Tiempo	Ordinal	diagnóstico manual webceph, Nemoceph y OneCeph
			Recursos utilizados		
			Rendimiento		
Método de trazado cefalométrico	El método de trazado cefalométrico es una técnica utilizada en ortodoncia y cirugía maxilofacial para medir y analizar las estructuras óseas y dentales del cráneo a través de radiografías cefalométrica	Cuantitativa	manual	Ordinal	Diagnóstico manual webceph, Nemoceph y OneCeph
			Digital		

## Anexo 03

**Tamaño de la muestra para la frecuencia en una población**


---

Tamaño de la población (para el factor de corrección de la población finita o fcp)( $N$ ):	100
frecuencia % hipotética del factor del resultado en la población ( $p$ ):	50% +/- 5
Límites de confianza como % de 100(absolute +/- %)( $d$ ):	5%
Efecto de diseño (para encuestas en grupo- $EDFF$ ):	1

**Tamaño muestral ( $n$ ) para Varios Niveles de Confianza**


---

IntervaloConfianza (%)	Tamaño de la muestra
95%	80
80%	63
90%	74
97%	83
99%	88
99.9%	92
99.99%	94

---

## Ecuación

Tamaño de la muestra  $n = [EDFF * Np(1-p)] / [(d^2 / Z^2_{1-\alpha/2} * (N-1) + p*(1-p)]$

Resultados de OpenEpi, versión 3, la calculadora de código abiertoSSPropor

Imprimir desde el navegador con ctrl-P

o seleccione el texto a copiar y pegar en otro programa

**Anexo 04**

**Trazado cefalométrico manual y digital con el uso de tres programas digitales,  
Chachapoyas – 2023**

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

CASO N°..... EDAD DEL PACIENTE: ..... GÉNERO DEL PACIENTE: .....

ANÁLISIS CEFALOMÉTRICO DE STEINER.					
MEDIDAS		ANÁLISIS MANUAL	ANÁLISIS WEBCEPH	ANÁLISIS NEMOCEPH	ANÁLISIS ONECEPH
SN	70±2mm				
SNA	82±2°				
SNB	80±2°				
1-NA	4mm				
1-PP	70°				
L1-NB	4mm				
L1 Go-Gn	90°				
Línea S	0 mm				

## ANEXO 5

índice de Kappa para SN			ID		Total
			Investigador	Experto	
webceph	SN	Pequeño	5	6	11
		Normal	5	4	9
	Total		10	10	20
nemoceph	SN	Pequeño	6	7	13
		Normal	3	2	5
	Total		10	10	20
Oneceph	SN	Pequeño	9	9	18
		Normal	1	1	2
	Total		10	10	20
Manual	SN	Pequeño	1	1	2
		Normal	6	6	12
	Total		10	10	20

SN	Medida de acuerdo	Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
webceph	Medida de acuerdo	-0.100	0.221	-0.449	<b>0.653</b>
	N de casos válidos	20			
nemoceph	Medida de acuerdo	-0.091	0.174	-0.520	<b>0.603</b>
	N de casos válidos	20			
Oneceph	Medida de acuerdo	0.000	0.134	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Manual	Medida de acuerdo	0.000	0.115	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			

índice de Kappa para SNA			ID		Total
			Investigador	Experto	
webceph	SNA	Pequeño	3	3	6
		Normal	5	5	10
		Grande	2	2	4
	Total	10	10	20	
nemoceph	SNA	Pequeño	1	1	2
		Normal	6	6	12
		Grande	3	3	6
	Total	10	10	20	
Oneceph	SNA	Normal	5	6	11
		Grande	5	4	9
	Total	10	10	20	
Manual	SNA	Pequeño	3	4	7
		Normal	6	6	12
		Grande	1	0	1
	Total	10	10	20	

SNA		Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
webceph	Medida de acuerdo	0.000	0.162	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
nemoceph	Medida de acuerdo	0.000	0.115	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Oneceph	Medida de acuerdo	0.034	0.076	0.449	<b>0.653</b>
	N de casos válidos	20			
Manual	Medida de acuerdo	-0.048	0.201	-0.237	<b>0.812</b>
	N de casos válidos	20			

índice de Kappa para SNB		ID		Total	
		Investigador	Experto		
webceph	SNB	Pequeño	6	5	11
		Normal	3	4	7
		Grande	1	1	2
	Total	10	10	20	
nemoceph	SNB	Pequeño	5	6	11
		Normal	4	3	7
		Grande	1	1	2
	Total	10	10	20	
Oneceph	SNB	Pequeño	3	3	6
		Normal	6	6	12
		Grande	1	1	2
	Total	10	10	20	
Manual	SNB	Pequeño	4	4	8
		Normal	1	1	2
		Grande	5	5	10
	Total	10	10	20	

SNB	Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada	
webceph	Medida de acuerdo	0.091	0.188	0.482	<b>0.630</b>
	N de casos válidos	20			
nemoceph	Medida de acuerdo	-0.091	0.188	-0.482	<b>0.630</b>
	N de casos válidos	20			
Oneceph	Medida de acuerdo	0.000	0.183	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Manual	Medida de acuerdo	0.000	0.095	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			

índice de Kappa para IS-NA mm	IS-NA	mm	ID		Total
			Investigador	Experto	
webceph	IS-NA	Pequeño	3	3	6
		Normal	3	3	6
		Grande	4	4	8
	Total	10	10	20	
nemoceph	IS-NA	Pequeño	6	6	12
		Normal	1	1	2
		Grande	3	3	6
	Total	10	10	20	
Oneceph	IS-NA	Pequeño	4	3	7
		Normal	2	3	5
		Grande	4	4	8
	Total	10	10	20	
Manual	IS-NA	Pequeño	9	9	18
		Normal	1	1	2
	Total	10	10	20	

IS-NA mm	Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada	
webceph	Medida de acuerdo	0.000	0.124	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
nemoceph	Medida de acuerdo	0.000	0.115	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Oneceph	Medida de acuerdo	0.071	0.122	0.582	<b>0.560</b>
	N de casos válidos	20			
Manual	Medida de acuerdo	0.000	0.134	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			

índice de Kappa para IS-MAXILAR			ID		Total
			Investigador	Experto	
webceph	IS-MAX	Pequeño	7	7	14
		Normal	3	3	6
	Total		10	10	20
nemoceph	IS-MAX	Pequeño	7	7	14
		Normal	1	1	2
	Grande	2	2	4	
Total		10	10	20	
Oneceph	IS-MAX	Pequeño	8	8	16
		Normal	1	1	2
	Grande	1	1	2	
Total		10	10	20	
Manual	IS-MAX	Pequeño	3	4	7
		Grande	7	6	13
	Total		10	10	20

IS-MAXILAR		Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
webceph	Medida de acuerdo	0.000	0.205	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
nemoceph	Medida de acuerdo	0.000	0.124	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Oneceph	Medida de acuerdo	0.000	0.130	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Manual	Medida de acuerdo	-0.030	0.064	-0.469	<b>0.639</b>
	N de casos válidos	20			

índice de Kappa para II-NB			ID		Total
			Investigador	Experto	
webceph	II-NB	Pequeño	1	1	2
		Normal	5	5	10
		Grande	4	4	8
	Total	10	10	20	
nemoceph	II-NB	Pequeño	3	3	6
		Normal	2	2	4
		Grande	5	5	10
	Total	10	10	20	
Oneceph	II-NB	Pequeño	3	3	6
		Normal	2	2	4
		Grande	5	5	10
	Total	10	10	20	
Manual	II-NB	Pequeño	4	4	8
		Normal	2	2	4
		Grande	4	4	8
	Total	10	10	20	

II-NB	Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada	
webceph	Medida de acuerdo	0.000	0.106	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
nemoceph	Medida de acuerdo	0.000	0.104	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Oneceph	Medida de acuerdo	0.000	0.104	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Manual	Medida de acuerdo	0.000	0.120	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			

Índice de Kappa para IMPA			ID		Total
			Investigador	Experto	
webceph	IMPA	Pequeño	1	1	2
		Normal	8	7	15
		Grande	1	2	3
	Total	10	10	20	
nemoceph	IMPA	Pequeño	6	6	12
		Grande	4	4	8
	Total	10	10	20	
Oneceph	IMPA	Pequeño	6	6	12
		Normal	2	2	4
		Grande	2	2	4
	Total	10	10	20	
Manual	IMPA	Pequeño	1	1	2
		Normal	3	3	6
		Grande	6	6	12
	Total	10	10	20	

IMPA	Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada	
webceph	Medida de acuerdo	-0.043	0.127	-0.342	<b>0.732</b>
	N de casos válidos	20			
nemoceph	Medida de acuerdo	0.000	0.078	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Oneceph	Medida de acuerdo	0.000	0.149	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Manual	Medida de acuerdo	0.000	0.084	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			

índice de Kappa para labio superior			ID		Total
			Investigador	Experto	
webceph	LABIO_SUP	Normal	4	4	8
		Grande	6	6	12
		Total	10	10	20
nemoceph	LABIO_SUP	Pequeño	2	2	4
		Normal	1	1	2
		Grande	7	7	14
		Total	10	10	20
Oneceph	LABIO_SUP	Normal	1	1	2
		Grande	9	9	18
		Total	10	10	20
Manual	LABIO_SUP	Pequeño	3	3	6
		Normal	0	1	1
		Grande	7	6	13
		Total	10	10	20

labio superior		Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
webceph	Medida de acuerdo	0.000	0.068	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
nemoceph	Medida de acuerdo	0.000	0.071	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Oneceph	Medida de acuerdo	0.000	0.035	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Manual	Medida de acuerdo	0.030	0.073	0.417	<b>0.677</b>
	N de casos válidos	20			

índice de Kappa para labio inferior			ID		Total
			Investigador	Experto	
webceph	LABI_INF	Grande	10	10	20
	Total		10	10	20
nemoceph	LABI_INF	Pequeño	2	2	4
		Normal	1	1	2
		Grande	7	7	14
	Total		10	10	20
Oneceph	LABI_INF	Pequeño	2	1	3
		Normal	1	2	3
		Grande	7	7	14
	Total		10	10	20
Manual	LABI_INF	Pequeño	3	3	6
		Normal	0	1	1
		Grande	7	6	13
	Total		10	10	20

labio inferior		Valor	Error estándar asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
webceph	Medida de acuerdo	,000 <sup>c</sup>	0.000	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
nemoceph	Medida de acuerdo	0.000	0.071	0.000	<b>1.000</b>
	N de casos válidos	20			
Oneceph	Medida de acuerdo	0.059	0.072	0.816	<b>0.414</b>
	N de casos válidos	20			
Manual	Medida de acuerdo	0.030	0.073	0.417	<b>0.677</b>
	N de casos válidos	20			

## 2. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.

- a.  $H_0$ : No hay concordancia en los datos.
- b.  $H_1$ : Si hay concordancia en los datos.

## 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA.

El nivel de significancia se valora de la siguiente manera.

- a. Íntima concordancia: 0.0 – 0.20
- b. Escasa concordancia: 0.20 – 0.40
- c. Moderada concordancia: 0.40 – 0.60
- d. Buena concordancia: 0.60 – 0.80
- e. Muy buena concordancia: 0.80 – 1.00

En los resultados del índice de Kappa tenemos que se acepta la hipótesis alterna, puesto que en la mayoría de parámetros medidos se obtiene una muy buena concordancia (1.00) y en menos casos una buena concordancia.