

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA**  
**COLEGIO ODONTOLÓGICO**  
**ÁREA DE EDUCACION AVANZADA Y CONTINUADA**  
**POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**



**COMPARACIÓN DE VARIABILIDAD ENTRE TÉCNICAS DE CEFALOMETRÍA**  
**COMPUTARIZADA Vs CEFALOMETRÍA MANUAL**

**AUTORES:**

**DINA LUZ ACOSTA LEMUS.**

**LAURA SILENY CRUZ CARDENAS.**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA  
COLEGIO ODONTOLÓGICO  
AREA DE EDUCACION AVANZADA Y CONTINUADA  
POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR  
BOGOTA 2019.**

**COMPARACIÓN DE VARIABILIDAD ENTRE TÉCNICAS DE CEFALOMETRÍA  
COMPUTARIZADA Vs CEFALOMETRÍA MANUAL**

**AUTORES:**

**DINA LUZ ACOSTA LEMUS.**

**LAURA SILENY CRUZ CARDENAS.**

**ASESOR CIENTÍFICO:**

Dr. ERNESTO NOGUERA  
Od. Especialista en Ortodoncia.

**ASESOR METODOLÓGICO:**

Dra. NANCY EDITH ROJAS HOLGUÍN.  
Od. Ortodoncia y Ortopedia Maxilar.  
Malformaciones craneofaciales. MBA

**ASESOR ESTADÍSTICO:**

JAIME ANDRÉS CUBIDES  
Estadístico. Ms en Finanzas.

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA  
COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO  
ÁREA DE EDUCACION AVANZADA Y CONTINUADA  
POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR  
BOGOTA 2019.**

## CONTENIDO

|                                        | PÁGINA |
|----------------------------------------|--------|
| <b>1. ASPECTOS TEÒRICO-CIENTÌFICOS</b> | 10     |
| 1.1 Planteamiento del problema         | 10     |
| 1.2 Pregunta de investigación          | 11     |
| 1.3 Justificación                      | 11     |
| 1.4 Propósito                          | 12     |
| 1.5 Marco teórico                      | 13     |
| 1.6 Objetivos                          | 28     |
| 1.6.1 Objetivo general                 | 28     |
| 1.6.2 Objetivos específicos            | 28     |
| <b>2. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>       |        |
| 2.1 Tipo de estudio                    | 29     |
| 2.2 Diseño del estudio                 | 29     |
| 2.3 Objeto de estudio                  | 29     |
| 2.4 Material objeto de estudio         | 29     |
| 2.5 Población de estudio               | 29     |
| 2.6 Muestra                            | 29     |
| 2.7 Criterios de inclusión             | 29     |
| 2.8 Criterios de exclusión             | 29     |

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| 2.9 Variables                            | 30        |
| 2.10 Sesgos                              | 32        |
| 2.11 Instrumento de recolección de datos | 32        |
| 2.12 Procedimiento                       | 32        |
| 2.13 Consideraciones Éticas              | 37        |
| 2.14 Método Estadístico                  | 37        |
| <b>3. RESULTADOS.</b>                    | <b>38</b> |
| <b>4. DISCUSIÓN.</b>                     | <b>45</b> |
| <b>5. RECOMENDACIÓN.</b>                 | <b>47</b> |
| <b>6. CONCLUSIONES.</b>                  | <b>47</b> |
| <b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b>    | <b>48</b> |

## **1. ASPECTOS TEÓRICOS-CIENTÍFICOS**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La radiografía de perfil, introducida por Broadbent en 1931 es una herramienta importante en el análisis cefalométrico, en el diagnóstico, en la planeación del tratamiento ortodóncico, en la evaluación de resultados de este y en la predicción del crecimiento.

A través del tiempo, la cefalometría se ha realizado de forma convencional o también llamada manual, elaborándose con la obtención de un trazo sobre láminas de acetato que permite la identificación de puntos y planos de referencia para medir parámetros lineales y angulares mediante el uso de una regla y transportador.

Con el auge de la era computarizada se han introducido comercialmente varios softwares para la elaboración de cefalometría digital en ortodoncia, considerados como una herramienta que facilita el trabajo al clínico, otorgando una solución rápida, eficaz y definitiva para el diagnóstico.

Este software debe ser evaluado para asegurar que estas tecnologías puedan ser usadas por cualquier profesional obteniendo resultados confiables. La literatura reporta que los análisis cefalométricos computarizados son fiables y pueden ser utilizados en la práctica clínica, sin embargo, pueden existir diferencias clínicamente significativas debido a la ubicación de ciertos puntos de referencia y mediciones que son más reproducibles en trazos manuales, mientras que otros puntos son de más fácil localización en trazos digitales, lo que podría llegar a alterar en algún momento el diagnóstico final.

En la actualidad, existe software, que permiten realizar trazos cefalométricos digitales de diferentes autores. Dado que se busca incorporar esta nueva

herramienta tecnológica para el diagnóstico cefalométrico, es por eso que nos formulamos la siguiente pregunta de investigación:

## **1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el grado de variabilidad entre la técnica cefalométrica digital Vs técnica manual?

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Para justificar la importancia del diagnóstico obtenido por medio del análisis cefalométrico, se debe saber que la ortodoncia, como especialidad estomatológica es una ciencia morfológica, su objetivo es la alineación dental y la relación adecuada entre los maxilares que dan soporte al conjunto de elementos duros y blandos que dan forma al órgano estomatognático. La posición, el volumen y las interrelaciones de las bases óseas son datos esenciales en el diagnóstico ortodóntico. Esto justifica que se empleen métodos morfométricos para analizar una maloclusión, y la cefalometría es una técnica que permite medir el cráneo, la cara los maxilares y la posición dentaria. Para analizar las mediciones utiliza unos puntos de referencia desde los que se miden distancias, ángulos o proporciones somáticas.

Este estudio será de gran utilidad para conocer la técnica adecuada utilizando como método de diagnóstico la cefalometría, esta reportado en la literatura que fuentes de error en el análisis cefalométrico convencional incluyen aumentos en la película radiográfica, la medición y su mala interpretación, la identificación de estructuras anatómicas y puntos cefalométricos y tiempos prolongados de elaboración.

Por otro lado, el análisis cefalométrico asistido por computador sirve para disminuir la incidencia del error individual y para proporcionar una evaluación estandarizada, rápida y precisa con una alta tasa de reproducibilidad. Conociendo las ventajas y limitaciones de los análisis de cefalometría convencional y digital, es de gran importancia analizar y comparar el grado de confiabilidad que existe entre la técnica computarizada y la técnica manual, ya que actualmente la adquisición de

software de cefalometría se está implementado como herramienta de diagnóstico para el personal docente y estudiantil.

#### **1.4 PROPÓSITO**

Generar alternativas de análisis cefalométricos que nos lleven a dar un diagnóstico más acertado y que se pueda implementar en la práctica diaria del posgrado de Ortodoncia de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

## 1.5 MARCO TEÓRICO

La cefalometría radiográfica tiene su origen inmediatamente después del descubrimiento de los Rayos X, por Wilhelm Roentgen, en 1895. Hipócrates (460-375 A.C) dejó numerosas descripciones de variaciones en la forma de los cráneos<sup>1</sup>. Se considera que los primeros estudios métricos de la cabeza fueron los realizados por Leonardo Da Vinci, quien estableció proporciones entre líneas y segmentos. Desde su introducción en 1931, por Broadbent y Hofrath en Estados Unidos y Alemania, respectivamente, la cefalometría ha sido y es una de las herramientas más importantes en la clínica y la búsqueda de conocimientos en ortodoncia<sup>2</sup>.

Las investigaciones realizadas con fines antropológicos se iniciaron en 1780 por Camper que describió la utilidad de un ángulo formado por la intersección de un plano trazado de la base de la nariz al conducto auditivo externo (plano de Camper) con el plano tangente al perfil facial. En 1884, en el congreso internacional de antropología de Frankfurt, se aceptó como plan estándar de orientación, el plano que une al borde superior del conducto auditivo externo con el punto más inferior del reborde orbitario. En 1921 A.J Paccini presentó su tesis "antropometría radiográfica del cráneo", en la cual se habla por primera vez de la utilidad de este estudio, para el conocimiento del crecimiento humano, su clasificación y sus anomalías. Estableció que la precisión de las medidas obtenidas mediante radiografías sobrepasaba a las realizadas con la antropología común; trasladó a la radiografía ciertos puntos antropológicos convencionales, como el gonion, nasion y espina nasal anterior, y definió otros como el turcicon (centro de la silla turca) y el acustion (el más superior de la proyección del conducto auditivo externo). Todos estos trabajos los realizó sobre la base de la radiografía lateral<sup>3</sup>.

El primer análisis completo fue descrito por Downs para cuantificar las variaciones en las relaciones faciales, expresó las variaciones encontradas en un grupo de

individuos, con oclusiones ideales, tomando diez mediciones angulares y presentando los valores medios y su amplitud. El objetivo era relacionar el maxilar superior con el inferior y ambas bases óseas con el cráneo, dándole un significado y una aplicación clínica. El análisis de Downs ha sido la base de la mayoría de los métodos cefalométricos actuales. Tras este análisis, Wylie presentó un método similar pero basado en mediciones lineales en lugar de angulares. Riedel introdujo mediciones de las relaciones anteroposteriores de ambos maxilares proponiendo el ángulo ANB. En los años siguientes surgieron multitud de métodos aportando criterios originales o modificando los precedentes, pero ninguno pudo adaptarse o considerarse como idóneo. Los análisis más conocidos por su simplicidad, sentido clínico y la enorme difusión que han tenido en Europa y América son el de Steiner y el de Ricketts. Sin embargo, no hay un método cefalométrico mejor, sino más o menos válido para el objetivo que se persigue y que consiste en cuantificar las relaciones espaciales dentomaxilares y craneofaciales<sup>4</sup>.

Habitualmente se utiliza el ángulo ANB o la apreciación de Wits para determinar las discrepancias sagitales maxilares. Sin embargo, este ángulo puede alterarse por la variación de la longitud y rotación de la base craneal, en la altura facial anterior y por la rotación horaria o antihoraria de los maxilares<sup>5</sup>.

DOWNS (1952,1956) afirmó que un análisis cefalométrico como el que preconizó nos da una descripción numérica del perfil facial esquelético, además de posibilitar una visualización del tipo facial, cuando un individuo alcance la madurez, por lo que es importante tener en medio las variaciones que puedan ocurrir debido al patrón de crecimiento y posibles diferencias entre los tipos faciales<sup>5</sup>.

STEINER<sup>5</sup> (1953) observó que la mayor parte de la literatura existente, en relación a la cefalometría, era muy compleja para los ortodoncistas clínicos. Elaboró entonces un análisis cefalométrico con un lenguaje accesible, y que facilitó la evaluación cefalométrica del patrón dento-esquelético, que relaciona los maxilares con la base del cráneo y los dientes con sus respectivos huesos basales. Para este análisis utilizó algunos conceptos de Downs, Wylie, Riedel,

Thompson, Margolis y otros. Los parámetros clínicos utilizados por Steiner fueron una oclusión aceptable y perfil facial balanceado. Su norma promedio está basada en "mediciones promedias de normalidad". En 1960, dice que los datos obtenidos de su análisis no eran aplicables a todas las edades y razas, y que las normas ofrecidas fueron solamente bases para comparaciones y que no hubo intención de transformar los objetivos universales. La línea de referencia usada en este análisis es la línea Silla (S)-Nasion (N), elegida por el autor por su fácil localización. El análisis puede ser dividido en tres grandes apartados: 1. Análisis del esqueleto facial en relación con la base del cráneo. 2. Análisis de los dientes con respecto a sus huesos basales. 3. Análisis de los tejidos blandos<sup>6</sup>.

RICKETTS, a partir de 1960, desde esa fecha ha experimentado un gran desarrollo, convirtiéndose en un método complejo que utiliza varias incidencias y decenas de puntos cefalométricos; comenzó la publicación de una serie trabajos basados a la descripción morfológica de una serie de relaciones dentarias. Elaboró un análisis cefalométrico con once componentes que utiliza medidas específicas para localizar el mentón en el espacio y así localizar la maxila a través de la convexidad de la facie localizar la dentición en la cara, evaluar el perfil. Los componentes principales de este análisis son: 1. Análisis cefalométrico de perfil. 2. Análisis cefalométrico frontal. 3. Predicción de crecimiento a corto plazo. 4. Predicción de crecimiento a largo plazo. 5. Principios de utilización de la cefalometría computarizada<sup>7</sup>.

VELARDE (1974) Examinó las radiografías de 40 mejicanos (31 hombres y 9 mujeres) de la ciudad de Chihuahua. El promedio de edad de la muestra fue de 16.9 años con un promedio de 12 a 25 años de edad, las medias de los hombres y mujeres fueron promediadas y comparadas con las normas norteamericanas de Ricketts, Steiner y Tweed concluyendo que el mexicano tiene un patrón dental esquelético más protruido<sup>8</sup>.

DE MUÑIZ (1987) en su estudio sobre "Evaluación de los promedios cefalométricos de Steiner y Ricketts en perfiles argentinos" con oclusión normal,

encontrando profundidad facial 87,8°, ángulo plano mandibular 24,2°, convexidad del punto A 3,32 mm, altura inferior facial 45° y posición molar superior a 17,9 mm<sup>9</sup>.

LEON y col. (2001) en su estudio "Medidas Cefalométricas en mujeres con características faciales agradables" realizado en mujeres colombianas con características faciales agradables encontraron ángulo interincisal 131,5°, altura facial inferior 44,2°, una menor tendencia al crecimiento vertical, ángulo de plano mandibular 22,2° y profundidad maxilar 92,4°<sup>10</sup>.

La localización natural de mediciones convencionales y el uso como estructuras de referencia llevan a concluir cinco ideas: 1. Las mediciones, o hasta las interpretaciones que obtenemos de ellas, a menudo son conflictivas a la hora de localizarlas o probar su valor, 2. Algunas mediciones son necesarias para comprender la descripción y el diagnóstico a cada paciente, 3. Para asegurar algunas mediciones se pueden usar diferentes mediciones de autores distintos para comprobar y comparar detalles y conclusiones, 4. El hecho de clasificar a un paciente no debe basarse únicamente en un trazado cefalométrico, pues todas las mediciones presentan sus ventajas y limitaciones 5. En el momento de realizar un diagnóstico, y determinar un plan de tratamiento es necesario tomar en consideración los rasgos étnicos y de estética preferidos por la población<sup>11</sup>.

El término Cefalometría, del griego "Kephale" cabeza y "metron" medida, es el conjunto de procedimientos seguidos para la medición de la cabeza, la descripción y cuantificación de las estructuras involucradas en la maloclusión (huesos, dientes y tejidos blandos). En una verdadera acepción comprende la craneometría (del griego "Khanion" cabeza y "metron" medida) y la medida de la cara. Se entiende por Cefalometría Clínica, la técnica exploratoria instrumental que nos permite analizar la telerradiografía del cráneo (laterofrontal) y obtener importantes datos para el diagnóstico y plan de tratamiento de las maloclusiones<sup>3</sup>.

La cefalometría es un instrumento para tratar con las variaciones en la morfología craneofacial. Su propósito es siempre la comparación. En la práctica esas comparaciones obedecen a una de 5 razones: a) Describir morfología o

crecimiento, b) Diagnosticar anomalías, c) Predecir relaciones futuras, d) Planificar el tratamiento y e) Evaluar sus resultados<sup>10</sup>.

Valoración del crecimiento: Permite valorar el efecto sobre el crecimiento de las fuerzas ambientales o de la aparatología ortodóncica sobre la posición espacial de los dientes y de los maxilares a lo largo del tiempo. Tanto cualitativa como cuantitativamente, dichos cambios se miden por mediciones lineales y angulares. Es preciso aceptar el valor global de la cefalometría como instrumento in vivo y la importante contribución de los estudios cefalométricos a la interpretación de los cambios topográficos resultantes del desarrollo facial<sup>4</sup>.

Comparación Morfológica: Permite comparar las variaciones en forma y tamaño craneofacial de ciertos grupos de poblaciones de edades, razas o sexos diferentes. Del mismo modo que compara y analiza cómo influye la raza o la herencia en la morfología facial<sup>4</sup>.

Análisis morfológico: Permite analizar las relaciones espaciales de los dientes y los maxilares entre sí y con respecto al cráneo y expresarlos en términos objetivos. Estudia las relaciones esqueléticas y dentales del paciente<sup>10</sup>.

Predeterminar los resultados: Sirve para predecir y determinar las relaciones morfológicas que se quieren obtener con el tratamiento ortodóntico o quirúrgico-ortodóntico, y obtener lo que fuera la configuración final del paciente. Detecta y valora los cambios inducidos por el tratamiento ortodóntico. El resultado es un proyecto o plano arquitectónico del tratamiento, que se denomina: OVT. Es esencial para elaborar un plan de tratamiento quirúrgico-ortodóntico, en el que los efectos del crecimiento no constituyen ningún problema<sup>11</sup>.

La radiografía cefalométrica se utiliza para:

1. Evaluación de las relaciones craneofaciales antes del tratamiento o medidas terapéuticas.
2. Evaluación de la matriz de los tejidos blandos

3. Clasificación de los patrones faciales (como en el análisis facial proporcional)
4. Cálculo de la discrepancia tamaño dentario-tamaño de los maxilares (como en el Análisis de espacio total).
5. Determinación de la posición de reposo mandibular (como en el análisis de las curvas oclusales)
6. Predicción del crecimiento y desarrollo.
7. Monitoreo de las relaciones esquelético-dentales durante el tratamiento.
8. Detección de las condiciones patológicas antes, durante y después del tratamiento.
9. Evaluación de los años después de traumatismos faciales<sup>12</sup>.

El análisis cefalométrico se ha utilizado ampliamente en el área de ortodoncia, en diagnóstico, planeación del tratamiento, evaluación de los resultados y predicción del crecimiento. Sin embargo, el auge de la era computarizada aunado a los avances en la tecnología informática, han permitido el desarrollo de métodos digitales que realizan cálculos matemáticos de ángulos y distancias a partir de la digitalización de los trazos con la ventaja del ahorro de tiempo en comparación con los trazos manuales<sup>13</sup>.

En la actualidad, el uso de software para diagnóstico cefalométrico en ortodoncia es ampliamente difundido y usado, siendo considerado, una herramienta que le facilita el trabajo al clínico, otorgando una solución rápida, eficaz y definitiva para el diagnóstico<sup>11</sup>.

Varios de estos software han sido introducidos comercialmente para su uso en ortodoncia: Dolphin Imaging (Dolphin Imaging, Chatsworth, California, USA), Nemoceph NX 2006 (Nemotec, Madrid, España), Vistadent AT (GAC International, Bohemia, New York, USA) y Quick Ceph (Quick Ceph Systems, San Diego, California, USA), entre otros; no obstante, estos deben ser evaluados para asegurar que estas nuevas tecnologías puedan ser implementadas por cualquier

profesional en la salud, obteniendo resultados para el diagnóstico altamente confiables<sup>14</sup>.

Aunque diversos estudios han demostrado que las medidas obtenidas con programas de análisis cefalométricos computarizados son fiables y por tanto pueden ser utilizadas en la práctica clínica, la conclusión general asevera que aún sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas en algunos casos entre el diagnóstico asistido por computador y el trazo manual, pueden existir diferencias clínicamente significativas, esto debido a la ubicación de ciertos puntos de referencia y mediciones que son más reproducibles en trazos manuales, mientras que otros puntos son de más fácil localización en trazos digitales, lo que podría llegar a alterar en algún momento el diagnóstico final<sup>15</sup>.

Asimismo, y debido a que la comercialización del software para cefalometría va dirigido a todos los profesionales sin exclusión de ningún tipo, es necesario determinar no sólo la fiabilidad intra-operador, sino también la variabilidad inter-operador, la cual puede verse afectada en la mayoría de los casos por la incorrecta localización de los puntos de referencia asociados a fallas inherentes a cada operador que van desde la falta de conocimiento y experiencia clínica hasta errores cometidos por la falta de experiencia en la utilización y reconocimiento del software<sup>16</sup>.

La cefalometría radiográfica se aplica en el hombre vivo en época activa de crecimiento para estudiar y analizar el complejo proceso de desarrollo maxilofacial, sin embargo, este estudio nace desde el principio con una limitación: la fiabilidad de los datos obtenidos ya que al ser el crecimiento un proceso dinámico, es preciso encontrar unas estructuras fijas que sirvan de referencia para medir los cambios dimensionales. La estabilidad absoluta no es posible encontrarla en el cráneo y en la cara en desarrollo, puesto que todos los huesos están creciendo a la vez y no existen puntos o estructuras que no se modifiquen y permanezcan estables, por esto ha sido necesario recurrir a estructuras de referencias que sean las menos afectadas por el cambio, las menos inestables o las que antes cesen en

su crecimiento local. Por lo tanto, la precisión exacta es biológicamente imposible e inalcanzable<sup>4</sup>.

La aplicación inicial de la cefalometría se empleó para estudiar el crecimiento facial infantil a través del seguimiento, a lo largo del tiempo de un grupo de niños normales, sin embargo, el principal uso de la cefalometría ha sido en la clínica ortodóntica como medio diagnóstico, de evolución del progreso y resultado final del tratamiento. Desde el punto de vista clínico, la técnica cefalométrica puede ser usada para valorar, comparar, expresar y predeterminar las relaciones espaciales del complejo craneomaxilar en un momento cronológico determinado a lo largo del tiempo; la validez de los datos dependerá de la precisión y fidelidad en respetar los principios que regulan cualquier reproducción radiográfica donde la orientación, distorsión y magnificación debe ser disminuido y controlado para que los resultados sean objetivamente verificables<sup>4</sup>.

Actualmente, son utilizados tres métodos para el análisis cefalométrico: manual, asistido por computador y computarizado<sup>17</sup>.

El método convencional o manual, se realiza por ubicación de puntos de referencia radiográficos superpuestos en un acetato obteniendo unos valores de medidas lineales y angulares. A pesar de su amplio uso en ortodoncia, esta técnica consume mucho tiempo y tiene la desventaja de estar sujeta a errores aleatorios y sistemáticos. Dentro de los errores, se incluyen medición e identificación de puntos de referencia que pueden estar influenciados por la experiencia del operador y la calidad de la imagen<sup>17</sup>.

Con la rápida evolución de las radiografías a un sistema digital, se ha reemplazado lentamente este método de trazado manual<sup>17</sup>.

El segundo método es asistido por computador el cual utiliza una cámara digital o un escáner con el que se exportar la imagen cefalométrica a un programa de medidas<sup>18</sup>.

El tercer método, un software automáticamente localiza los puntos de referencia y obtiene distancias cefalométricas<sup>17</sup>.

Como se mencionaba anteriormente, varios softwares han sido introducidos comercialmente para uso en ortodoncia: Dolphin Imaging (Dolphin Imaging, Chatsworth, California, USA), Nemoceph NX 2006 (Nemotec, Madrid, España), Vistadent AT (GAC International, Bohemia, New York, USA) y Quick Ceph (Quick Ceph Systems, San Diego, California, USA), entre otros. Sumado a esto, el avance tecnológico se ve reflejado favorablemente en la toma de las radiografías laterales de cráneo, siendo estas hoy en día digitales<sup>14</sup>.

La radiografía digital ofrece varias ventajas como son: fácil de utilizar, permite varios análisis, mayor comodidad al generar las predicciones de tratamiento, ocupa menos espacio de almacenamiento, existe la opción de manipular el tamaño y el contraste de la imagen, no sucede el deterioro de la película y se eliminan los productos químicos y peligrosos ambientales<sup>18</sup>.

Actualmente, existen varios sistemas de adquisición de radiografías digitales y transferencia a los programas de trazado cefalométrico<sup>19</sup>.

La radiografía digital se convirtió en una realidad cuando las radiografías convencionales, es decir las impresas en películas radiográficas, se escanearon y se almacenaron digitalmente en los computadores. A través del tiempo, los investigadores han estado trabajando para producir sistemas de radiografía que no utilicen la película convencional, en los cuales los sensores captan la imagen que provee una capacidad diagnóstica excelente con menor tiempo de exposición a la radiación ionizante, lo que significa una exposición mínima del paciente<sup>20,21</sup>.

El concepto de imagen radiográfica digital se refiere a la imagen obtenida de la incidencia de rayos X y mostrada en computador. Se puede lograr de dos maneras diferentes: a través de los sistemas con o sin el uso de películas radiográficas, también llamados método directo o indirecto. En el método directo la imagen se captura directamente a través de un dispositivo de carga acoplada (CCD), sin el uso de película radiográfica ni cuarto oscuro. En el método indirecto o también llamado sistema híbrido, una radiografía convencional es registrada por una cámara o por un escáner y es convertida a formato digital en el computador a través de un software. Este método es una fuente importante de imágenes

digitales en odontología, una de sus ventajas es su bajo costo ya que es más económico adquirir un buen escáner que un sistema digital completo<sup>7</sup>.

Es así, que con el uso cada vez mayor de la cefalometría digital, se hace imperiosa la necesidad de evaluar la exactitud de los diferentes softwares para análisis cefalométrico disponibles y compararlos con las técnicas de medición convencional o manual, más aun conociendo que investigaciones recientes concluyen que existen diferencias entre las mediciones derivadas de los puntos de referencia tomados en la radiografía original para cefalometría y los ubicados digitalmente<sup>4</sup>.

En cuanto a la cefalometría computarizada, se hace referencia al software NemoCeph, el cual fue empleado en la presente investigación<sup>22</sup>.

NemoCeph es distribuido por la compañía Nemotec y catalogado por ellos, como el gold estándar en cefalometría computarizada. Es la herramienta que ofrece altas posibilidades en el diagnóstico, plan de tratamiento y presentación del caso en ortodoncia y cirugía ortognática. Los ortodoncistas necesitan herramientas que hagan el trabajo más fácil, ya que cada vez, los pacientes son más exigentes con el resultado final de su tratamiento y estas herramientas permiten al ortodoncista demostrar como el conocimiento va a satisfacer las expectativas de los pacientes<sup>22</sup>.

NemoCeph ofrece la posibilidad de importar fotografías clínicas, radiografías, modelos de estudio, de una manera sencilla con cualquier dispositivo incluyendo cámaras digitales, escáner radiológico, CD-ROM, OPG digital, etc<sup>22</sup>.

Para el trazado cefalométrico, el software guía paso a paso el proceso. Un zoom inteligente transporta automáticamente a la zona donde se colocará el punto cefalométrico. Las herramientas de procesamiento de imágenes permiten visualizar e identificar claramente las estructuras óseas y dentales. Una ventana muestra la posición del paciente en el cefalostato y la posición del paciente en la foto, esta ventana permite el ajuste de la posición natural del paciente<sup>22</sup>.

Los beneficios de NemoCeph van encaminados al diagnóstico que incluye el análisis cefalométrico lateral y frontal de uso más frecuente. Cuenta además con herramientas de personalización que logran la creación de nuevos análisis cefalométricos permitiendo la mejor localización de los puntos cefalométricos debido a la gran cantidad de herramientas para el procesamiento de imágenes básico y avanzado. Además, facilita el trazado de diferentes análisis al mismo tiempo<sup>22</sup>.

En la planeación del tratamiento se puede realizar la predicción de crecimiento, el objetivo visual del tratamiento (VTO) y los objetivos del tratamiento quirúrgico (STO). Tiene parámetros configurables en la predicción de los cambios de tejidos blandos. Para la presentación de los casos, ofrece la posibilidad de proyección en la pantalla completa de las fotos iniciales y el progreso del tratamiento, incluyendo un efecto de video que simula la evolución del tratamiento y permite superponer la fotografía y radiografía de un mismo paciente. Los diferentes SlideShow proporcionados por NemoCeph proveen la realización de una presentación rápida y clara del diagnóstico, de las alternativas de tratamiento propuestas y de la evolución del mismo<sup>22</sup>.

Dentro de los estudios relacionados con esta investigación, se hace referencia a Uysal y colaboradores en el 2009, quienes publicaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la repetibilidad intra-operador y la reproducibilidad inter-operador entre la técnica convencional y digital empleando el software Dolphin. Dos operadores participaron en este estudio, tomaron 11 parámetros angulares y 6 lineales en 30 radiografías. Al comparar los dos métodos no hubo diferencias estadísticamente significativas para el primer operador mientras que para el segundo operador hubo diferencias estadísticamente significativas en estas medidas: Nasion-A, Nasion-Pogonion y U1(eje del incisivo superior)-NA<sup>23</sup>.

En el 2009, Polat-Ozsoy y colaboradores, realizaron una investigación cuyo fin era evaluar la exactitud del trazado cefalométrico computarizado por medio del software Vistadent OC 1.1 y el trazado cefalométrico manual de 60 radiografías

digitales, analizadas por un operador calculando 26 mediciones. Los autores encontraron un alto grado de reproducibilidad de ambos métodos estudiados. Los bajos niveles de reproducibilidad fueron observados en las medidas Nasion perpendicular A, Angulo articular, SN-plano palatino, u1 (eje incisivo superior)-NA cuyos puntos de referencia fueron Nasion, A, entre otros<sup>20</sup>.

Por su parte, Dvortsin, comparando un trazo manual en una impresión 1:1 con el software Viewbox® 3.1.1.9 en tejidos blandos, observó que el área alrededor de stomion fue la menos reproducible, aunque se encontraron diferencias pequeñas estadísticamente significativas, la relevancia clínica de estos resultados es cuestionable<sup>13</sup>.

Posteriormente, en este mismo año Celik y colaboradores, evaluaron y compararon la fiabilidad y reproducibilidad de mediciones cefalométricas lineales y angulares obtenidas de dos softwares, Vistadent 2.1 AT y JOE (Jiffy Orthodontic Evaluation), con el método convencional, empleando ciento veinticinco radiografías laterales, a las cuales un operador, calculó veintiocho medidas. En general, un alto grado de reproducibilidad se encontró para los tres métodos. El ángulo nasolabial fue el único parámetro que demostró niveles bajos de reproducibilidad. De acuerdo con los resultados de este estudio, las diferencias en las mediciones de parámetros lineales fueron mayores que los de los parámetros angulares<sup>24</sup>.

Por otra parte, Erkan y colaboradores en el 2011, compararon el método convencional de análisis cefalométrico con cuatro programas computarizados (Dolphin Imaging versión 10.5, NemoCeph NX 2006, Vistadent AT 3.1 y Quick Ceph 2000) en treinta radiografías participando un operador. Se determinaron cinco mediciones lineales y diez mediciones angulares. Dentro de los resultados, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos, concluyendo así, que las mediciones obtenidas con los programas de análisis cefalométrico computarizado utilizados en este estudio, demostraron ser fiables<sup>14</sup>.

Albarakati y colaboradores en el 2012, presentaron una investigación en donde evaluaron las diferencias de las mediciones angulares y lineales de los métodos

convencional y digital, en términos de fiabilidad y reproducibilidad. Treinta radiografías fueron estudiadas por un operador, determinando dieciséis parámetros esqueléticos y dentales. En cuanto al método digital, se empleó el software Dolphin Imaging versión 11<sup>18</sup>.

La comparación entre los dos métodos reportó diferencias estadísticamente significativas, pero clínicamente aceptables. Estas diferencias podrían explicarse por la dificultad del operador al identificar algunas estructuras anatómicas de forma diferente cuando se proyectan en la pantalla<sup>25</sup>.

Pellicer y colaboradores en el 2013, evaluaron la variabilidad y reproducibilidad de doce medidas angulares trazadas por un operador mediante los métodos cefalométricos convencional y digital por medio del software NemoCeph 8.5.2. La correlación intra-operador determinó que el operador fue concordante en los dos trazados, donde los únicos valores por debajo fueron las mediciones SNA, SNB, ANB en el trazado digital, pero siendo aceptables. En cuanto a la correlación entre los métodos para los diferentes parámetros, se encontró que el trazado manual fue más concurrente con todas las mediciones. Como conclusión de éste estudio, se estableció que la validez y la reproducibilidad de las medidas angulares con el software NemoCeph versión 8.5.2 y el método convencional, muestran una excelente concordancia, sin embargo, el método manual resultó ser más fiable en una mayor proporción de casos que el método digital<sup>25</sup>.

Recientemente Bonilla y colaboradores hicieron un estudio para determinar la reproducibilidad de 14 puntos cefalométricos en tejidos duros; en ese estudio crearon y usaron el software Cephapoint, que permite la ubicación de puntos en un monitor de computador directamente con el cursor, usaron una muestra de 22 radiografías, 11 radiografías convencionales y 11 digitales, cada par tomado en un mismo paciente y en el mismo equipo, en el cual, primero se hizo la toma de la radiografía digital y al momento siguiente se hizo la toma de la radiografía convencional. Encontraron que todos los puntos presentan similar reproducibilidad en las dos radiografías<sup>13</sup>.

Se encuentran pocos estudios que determinen la fiabilidad en la identificación de puntos de referencia de tejidos blandos. Wisth y Bøe refieren que las medidas de tejidos blandos dependen más de la calidad de la cefalometría convencional que las medidas de tejidos duros<sup>13</sup>.

También Hagemann y colaboradores informaron que la reproducibilidad de pronasal y pogonion de tejidos blandos, fue mejor en la imagen digital que en la convencional<sup>13</sup>.

La medición es un proceso inherente tanto a la práctica como a la investigación clínica. La calidad de una medida depende tanto de su validez como de su fiabilidad. Mientras que la validez expresa el grado en el que realmente se mide el fenómeno de interés, y la fiabilidad indica hasta qué punto se obtienen los mismos valores al efectuar la medición en más de una ocasión, bajo condiciones similares<sup>25</sup>.

En un estudio de fiabilidad pueden valorarse aspectos como repetibilidad o reproducibilidad, concordancia intra-observador e inter-observador y concordancia entre los métodos de medición. La repetibilidad o reproducibilidad indica hasta qué punto un instrumento proporciona resultados similares cuando se aplica a una misma persona en más de una ocasión, pero en idénticas condiciones. La concordancia intra-observador tiene por objetivo evaluar el grado de consistencia al efectuar la medición de un observador consigo mismo, mientras que la concordancia inter-observador se refiere a la consistencia entre dos observadores distintos cuando evalúan una misma medida en un mismo individuo y la concordancia entre métodos de medición es cuando existen diferentes métodos de medida para un mismo fenómeno y es de gran interés estudiar hasta qué punto los resultados obtenidos con ambos instrumentos son equivalentes<sup>25</sup>.

Considerando el aporte científico, se hace imprescindible evaluar la fiabilidad de los métodos de análisis cefalométricos convencional y digital, ya que estos se han utilizado en el área de diagnóstico, en la planeación del tratamiento ortodóntico, la evaluación de los resultados obtenidos y en la predicción del crecimiento, para así determinar que estos softwares para análisis cefalométricos digitales pueden ser

usados por toda la población de profesionales de la salud con los conocimientos básicos para realizar una cefalometría, obteniendo un resultado confiable que permita el diagnóstico exacto para llevar a cabo un correcto tratamiento<sup>14</sup>.

La cefalometría convencional se realiza mediante la localización de puntos de referencia radiográficos en superposiciones de acetato y la medición de los valores lineales y angulares es realizada manualmente por el clínico con instrumentos como reglas y transportadores cefalométricos<sup>14</sup>.

Las fuentes de error en el análisis cefalométrico convencional incluyen aumentos en la película radiográfica, así como su magnificación y distorsión, la medición, la identificación de estructuras anatómicas y puntos cefalométricos, tiempos prolongados de elaboración y la mala interpretación de las mediciones obtenidas<sup>14</sup>.

Por otro lado, el análisis cefalométrico asistido por computador reduce el tiempo necesario para la adquisición y análisis de datos. Este trazado cefalométrico requiere de una imagen radiográfica lateral del cráneo digital, la cual se transfiere a un software que identifica puntos digitalizados llevando a cabo así dicho análisis. Los ángulos y distancias se calculan automáticamente, eliminando errores en el trazado de líneas, puntos de referencias y medidas angulares<sup>15</sup>.

La reproducibilidad de las mediciones realizadas por el operador es también un factor significativo en la determinación de la exactitud de cualquier método de análisis. El uso de computadores sirve para disminuir la incidencia del error individual y para proporcionar una evaluación estandarizada, rápida y precisa con una alta tasa de reproducibilidad<sup>16</sup>.

Conocer todos los posibles errores que puede arrojar un análisis de cefalometría convencional y digital, es de gran importancia para analizar y comparar el grado de fiabilidad intra-operador y variabilidad inter-operador entre estas dos técnicas utilizadas hoy en día; teniendo en cuenta que el desarrollo tecnológico supone una tendencia de crecimiento hacia la adquisición de software con fines de diagnóstico, para uso personal e institucional<sup>16</sup>.

Dada la escasa información hallada en la literatura, el objetivo de este estudio es Comparar el grado de variabilidad entre la técnica cefalométrica digital Vs técnica manual.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 OBJETIVO GENERAL**

Comparar el grado de variabilidad entre la técnica cefalométrica digital Vs técnica manual.

### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Calcular la variación de las medidas lineales y angulares de la cefalometría de Ricketts entre la técnica manual y la computarizada.
- Determinar que en la técnica computarizada y manual no hay diferencias significativas
- Establecer la precisión y confiabilidad de la técnica computarizada con respecto a la manual

## **2. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

**2.1 TIPO DE ESTUDIO:** Estudio descriptivo correlacional de comparación de técnicas en dos grupos para observar diferencias.

**2.2 DISEÑO DE ESTUDIO:** Transversal

**2.3 OBJETO DE ESTUDIO:** Comparación de la variabilidad de técnicas

**2.4 MATERIAL OBJETO DE ESTUDIO:** Radiografías laterales

**2.5 POBLACIÓN DE ESTUDIO:** 144 radiografías laterales correspondientes a 144 pacientes que asistieron durante el año 2018 a la Clínica de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia, para iniciar por primera vez tratamiento ortodóntico.

**2.6 MUESTRA:** 144 radiografías laterales correspondientes a 144 pacientes que asistieron durante el año 2018 a la Clínica de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia, para iniciar por primera vez tratamiento ortodóntico.

### **2.7 CRITERIOS DE INCLUSIÓN:**

- Radiografías iniciales de perfil
- Radiografías de pacientes de cualquier edad y género.
- Radiografías de paciente con dentición permanente completa hasta los segundos molares.
- Periodo 2018.

### **2.8 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:**

- Pacientes en estado de embarazo en el momento de la tomografía.
- Radiografías de mala calidad, tomadas en una mala angulación o en mal estado.

- Radiografías de pacientes clase III, quirúrgicos o con malformaciones craneofaciales.

## 2.9 VARIABLES

- **VARIABLE DEPENDIENTE:** Ángulos y medidas lineales
- **VARIABLE INDEPENDIENTE:** Técnica cefalométrica

Los puntos anatómicos según el análisis de Ricketts que se tendrán en cuenta serán los siguientes:

- Porion
- Orbitario
- Basion
- ENA
- Punto A
- Protuberancia mentoniana
- pogonion
- Menton
- Pteriogoides
- Gnation
- Eje condilar
- Xi

Luego de tomadas la muestra se procederá a realizar el estudio comparativo de los resultados entre la técnica convencional y la técnica computarizada y de esta manera conocer la variabilidad entre estas.

## OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

| VARIABLE                     | DEFINICIÓN                                           | NATURALEZA   | TIPO DE VARIABLE | OPERACIONALIZACIÓN                                        | ESCALA DE MEDICIÓN | INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN                                                   |
|------------------------------|------------------------------------------------------|--------------|------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Técnica cefalométrica</b> | Técnicas aplicadas para el análisis manual y digital | Cualitativa  | independiente    | Técnica manual<br>Técnica computarizada programa Nemoceph |                    | Resultados Calco cefalométrico de radiografía lateral manual y computarizado |
| <b>Eje facial</b>            | Angulo formado por Ba-Na y Pt-Gn                     | Cuantitativa | Dependiente      | Medida en grados                                          | nominal            | Calco cefalométrico de radiografía lateral manual y computarizado            |
| <b>Profundidad facial</b>    | Angulo formado por plano de Frankfort y plano facial | Cuantitativa | Dependiente      | Medida en grados                                          | Nominal            | Calco cefalométrico de radiografía lateral manual y computarizado            |

|                                           |                                                                                     |              |             |                      |         |                                                                   |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|----------------------|---------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Incisivo inf/A-pg</b>                  | Distancia en milímetros del plano A-pg al incisivo inferior                         | Cuantitativa | Dependiente | Medida en milímetros | Nominal | Calco cefalométrico de radiografía lateral manual y computarizado |
| <b>Inclinación del incisivo inferior</b>  | Angulo formado por el plano A-Pg y el eje longitudinal del incisivo                 | Cuantitativa | Dependiente | Medida en grados     | Nominal | Calco cefalométrico de radiografía lateral manual y computarizado |
| <b>Molar superior a PTV</b>               | Distancia en milímetros de la superficie distal del primero molar superior a la PTV | Cuantitativa | Dependiente | Medida en milímetros | Nominal | Calco cefalométrico de radiografía lateral manual y computarizado |
| <b>Incisivo inferior al plano oclusal</b> | Distancia en milímetros del incisivo inferior al plano oclusal                      | Cuantitativa | Dependiente | Medida en milímetros | Nominal | Calco cefalométrico de radiografía lateral manual y computarizado |

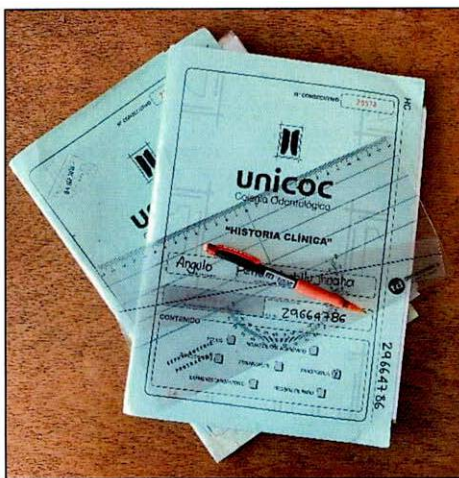
**2.10 SESGOS:** Ninguno referido. Pensando en reducir el riesgo de variación en las pautas de toma de las radiografías laterales se realizarán todas las tomas en el mismo centro radiológico de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC, Bogotá, Colombia.

## **2.11 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

*“COMPARACIÓN DE VARIABILIDAD ENTRE TÉCNICAS DE CEFALOMETRÍA COMPUTARIZADA VS CEFALOMETRÍA MANUAL.”*

## **2.12 PROCEDIMIENTO**

En esta investigación se proporcionaron radiografías laterales digitales seleccionadas al azar, del archivo activo de historias clínicas de los pacientes del posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC, Bogotá, Colombia. Con un nivel de confianza del 95%; como se observa en la Figura 1.



**Figura 1.** Historias Clínicas posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar  
UNICOC, Bogotá, Colombia

Se seleccionaron 144 radiografías digitales de perfil, tomadas con el equipo J Morita, con previa autorización de Dirección de Red de Clínicas para la recolección de la muestra que reposaba en las historias clínicas del Posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar. Como se observa en la Figura 2.

**Table 1** Differences in cephalometric measurements ( $n = 30$ ) generated by manual and Dolphin cephalometric analysing methods by two examiners.

| Parameters         | Examiner 1   |      |         |      |        | Examiner 2   |      |         |      |        |
|--------------------|--------------|------|---------|------|--------|--------------|------|---------|------|--------|
|                    | Conventional |      | Dolphin |      | t-test | Conventional |      | Dolphin |      | t-test |
|                    | Mean         | SD   | Mean    | SD   |        | Mean         | SD   | Mean    | SD   |        |
| SNA (degree)       | 1.85         | 2.60 | 1.59    | 1.30 | ns     | 0.98         | 0.80 | 0.99    | 0.70 | ns     |
| SNB (degree)       | 1.80         | 1.90 | 1.17    | 0.90 | ns     | 0.73         | 0.50 | 0.67    | 0.65 | ns     |
| ANB (degree)       | 0.04         | 1.30 | 0.81    | 0.80 | ns     | 0.60         | 0.80 | 0.89    | 0.70 | ns     |
| Na-A (mm)          | 2.85         | 3.50 | 1.10    | 1.10 | ns     | 1.20         | 1.00 | 2.79    | 1.90 | ***    |
| Na-Fog (mm)        | 6.09         | 7.00 | 2.37    | 2.30 | ns     | 1.64         | 1.90 | 3.88    | 3.40 | **     |
| PMA (degree)       | 2.97         | 3.40 | 1.89    | 1.90 | ns     | 3.15         | 2.50 | 2.62    | 2.30 | ns     |
| PMIA (degree)      | 4.60         | 8.90 | 2.28    | 2.00 | ns     | 2.61         | 2.50 | 3.21    | 3.00 | ns     |
| SN-co/in (degree)  | 2.00         | 2.60 | 1.47    | 0.90 | ns     | 1.43         | 1.30 | 1.23    | 1.00 | ns     |
| U1-N-A (mm)        | 1.78         | 2.60 | 1.20    | 1.20 | ns     | 0.69         | 0.80 | 1.44    | 1.10 | **     |
| U1-N-A (degree)    | 2.71         | 2.90 | 2.71    | 1.70 | ns     | 2.90         | 2.70 | 2.60    | 2.10 | ns     |
| IMPA (degree)      | 2.80         | 3.30 | 2.52    | 1.80 | ns     | 2.75         | 2.00 | 1.94    | 1.80 | ns     |
| L1-NB (mm)         | 0.92         | 1.00 | 0.51    | 0.60 | ns     | 0.79         | 0.80 | 0.52    | 0.50 | ns     |
| L1-NB (degree)     | 2.40         | 2.80 | 2.16    | 2.20 | ns     | 2.16         | 2.20 | 2.01    | 1.70 | ns     |
| Interincisal angle | 3.03         | 2.70 | 3.47    | 2.80 | ns     | 3.46         | 3.30 | 3.36    | 2.20 | ns     |
| Navalabital angle  | 7.70         | 9.30 | 8.18    | 3.70 | ns     | 4.56         | 4.00 | 4.65    | 3.60 | ns     |
| E/L (mm)           | 1.15         | 2.20 | 0.45    | 0.30 | ns     | 0.49         | 0.40 | 0.46    | 0.40 | ns     |
| E/UL (mm)          | 1.43         | 3.30 | 0.62    | 0.50 | ns     | 0.77         | 0.80 | 0.56    | 0.40 | ns     |

ns, not significant; \*\* $P < 0.01$ ; \*\*\* $P < 0.001$ .

**Formulario de muestra y potencia para determinar el tamaño de muestra**

Datos y resultados:

Varianzas:  Nivel de confianza (%):

Desviación estándar esperada en la población B:  Calcular:

Desviación estándar esperada en la población A:  C:

Diferencia de medias esperada:  C:

Razón entre muestras (B/A):

Población B:  Potencia (%):

Diferencia de medias esperada:  Mínimo:

Razón entre muestras (B/A):  Máximo:

Nivel de confianza:  Incremento:

Tamaño de muestra:

Potencia (%):  Población A:  Población B:

**Figura 2.** Fórmula para establecer tamaño de la muestra

Como criterios de inclusión:

- Radiografías iniciales de perfil
- Radiografías de pacientes de cualquier edad y género.
- Radiografías de paciente con dentición permanente completa hasta los segundos molares.

Como criterios de exclusión establecidos:

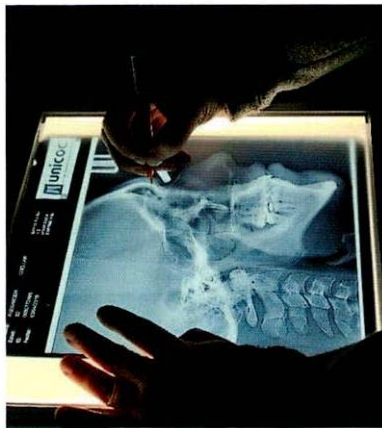
- Pacientes en estado de embarazo en el momento de la tomografía.
- Radiografías de mala calidad, tomadas en una mala angulación o en mal estado.
- Radiografías de pacientes con malformaciones craneofaciales

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo en las siguientes fases:

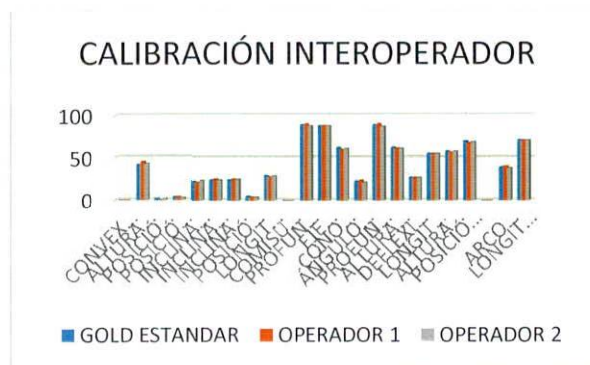
1. Selección y recolección de la muestra.

Para realizar los análisis cefalométricos, se obtuvieron de las historias clínicas, las radiografías de perfil y posteriormente se identificaron una la base de datos digital. Estas se almacenaron en formato JPEG, para luego ser procesadas y analizadas mediante el programa NemoCeph.

Posteriormente se ejecutó estandarización con un experto y dos odontólogos residentes de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar de 4to semestre pertenecientes a la Institución Universitaria Colegios de Colombia UniCOC, donde se estandarizó la realización del calco cefalométrico, selección adecuada de puntos de medición, se ajustó el instrumento y escogió el operador con mejor calibración ( $\kappa = 0.765$ -Buena). (Figura 3).



Se realizaron pruebas de calibración interoperador en donde se encontró diferencias entre operador 1 y 2, por lo que el operador 2 se eligió para realizar el trazado en ambas técnicas. (Gráfica 1)

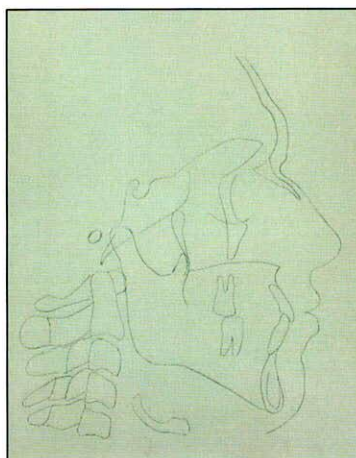


### Gráfica 1. Diferencias interoperador

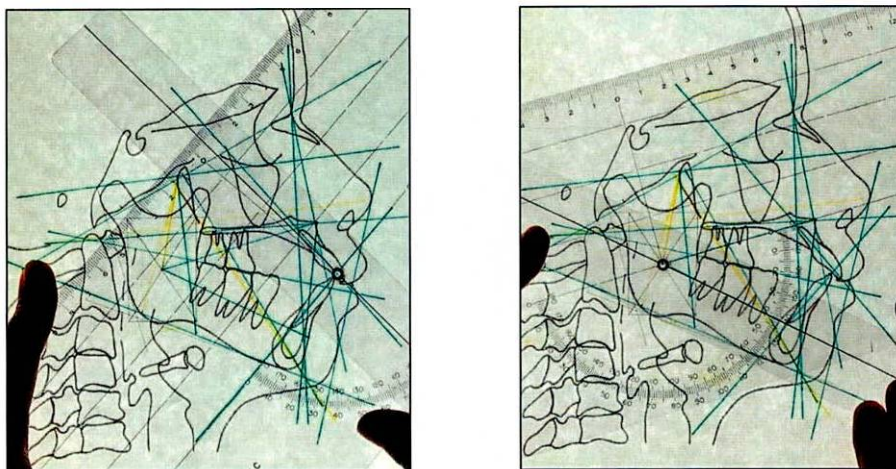
### 3. Toma de mediciones cefalométricas.

Los análisis cefalométricos se llevaron a cabo en 15 días, donde diariamente, el operador trazó diez radiografías de perfil, tanto por el método convencional como por el método digital. Esta distribución diaria fue establecida con el fin de controlar posibles imprecisiones en las mediciones, ocasionadas por la fatiga del operador.

La medición del análisis cefalométrico convencional se realizó tomando el calco de la radiografía seleccionada, posteriormente se fotocopió de forma tradicional sin considerar la magnificación del equipo, y sobre esta se ubicaron los puntos de referencia donde procedió a medir los parámetros establecidos. (Figura 4 y 5).



**Figura 4.** Calco cefalométrico



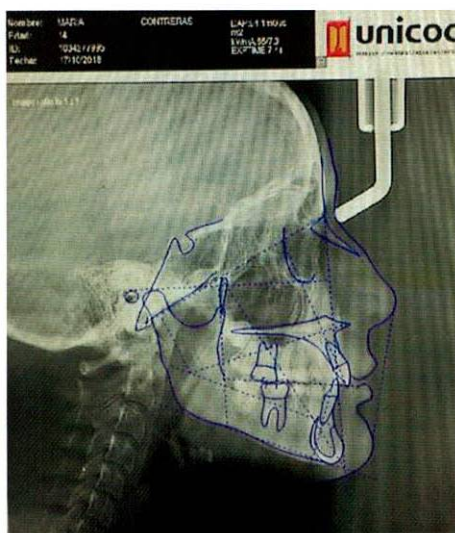
**Figura 5.** Trazado cefalométrico manual

El análisis cefalométrico digital se realizó usando el software NemoCeph. Las imágenes almacenadas en el archivo JPEG se importaron al software NemoCeph, donde se creó un archivo para pacientes. Se ingresaron los datos personales del paciente y se dio la opción de guardar. Posteriormente se eligieron las opciones iniciar captura, captura de disco y radiografía extraoral.

Una vez importado el archivo se procedió a la calibración de la radiografía de perfil. En el caso de las radiografías por la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC, estas debían ser calibradas a 50mm. Cumplido este paso, se dio la opción realizar trazado.

El software NemoCeph va guiando la ubicación de puntos, la cual fue finalmente determinada por el operador. Finalizada la ubicación de los puntos, se realizó un ajuste fino de estos para un trazado más preciso. (Figura 6)

Por último, se guardó el archivo y el software arrojó los diagnósticos elegidos para este estudio.



**Figura 6.** Trazado cefalométrico digital

Las medidas tomadas fueron las correspondientes al análisis cefalométrico de Ricketts, ya que es una cefalometría muy utilizada en el anexo de cefalometría de

las historias clínicas de pacientes del posgrado de ortodoncia y ortopedia maxilar de UNICOC, y a su vez se encuentra incluida en el programa NemoCeph.

### **2.13 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Según la resolución 8430 de 1993 del ministerio de salud, este estudio está clasificado sin riesgo. La realización de esta investigación no tiene ninguna limitante en cuanto a efectos nocivos, factores de riesgo biológico o daños al patrimonio ecológico, moral o personal en el todo o alguna de sus partes.

### **2.14 MÉTODO ESTADÍSTICO**

Los resultados obtenidos se codificaron y se analizaron estadísticamente mediante el programa SPSS versión 20.00 para el programa Windows, Excel y Epidat 4.1. Se realizaron análisis de distribución de frecuencias y se aplicó test de U Mann Whitney (nivel de significancia de 0.05).

### 3. RESULTADOS

Fueron realizadas 144 cefalometrías, de 144 pacientes de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC, en donde se realizó la cefalometría de Ricketts, evaluando así 11 medidas lineales y 14 medidas angulares correspondientes a ellos. (Tabla 1).

| Valores                           | Promedio        |                 | Desviación estándar |            | p valor |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|------------|---------|
|                                   | DIGITAL         | MANUAL          | DIGITAL             | MANUAL     |         |
| CONVEJIDAD FACIAL                 | 2,51736111      | 2,51736111      | 3,08532121          | 3,10283718 | NS      |
| ALTURA FACIAL ANTERIOR            | 44,7326389      | 44,75           | 5,17150382          | 5,19951585 | NS      |
| POSICIÓN INCISIVO INFERIOR        | 3,72430556      | 3,63055556      | 2,53733648          | 2,52772813 | NS      |
| POSICIÓN INCISIVO SUPERIOR        | 6,25347222      | 6,25347222      | 3,20565307          | 3,20674362 | NS      |
| INCLINACIÓN DEL INCISIVO INFERIOR | 26,7291667      | 26,7291667      | 6,93397307          | 6,93498151 | NS      |
| INCLINACIÓN DEL INCISIVO SUPERIOR | 29,4131944      | 29,3993056      | 7,86986149          | 7,86791747 | NS      |
| ALTURA POSTERIOR                  | 0,97222222      | 0,97916667      | 4,33145019          | 4,32219633 | NS      |
| INCLINACIÓN DEL PLANO OCLUSAL     | 22,7847222      | 22,7569444      | 5,31545207          | 5,28918481 | NS      |
| POSICIÓN LABIAL INFERIOR          | -<br>0,45277778 | -<br>0,47430556 | 2,95168423          | 2,96718054 | NS      |
| LONGITUD LABIO SUPERIOR           | 25,8770833      | 25,8493056      | 3,31959048          | 3,32422758 | NS      |
| COMISURA LABIAL-PLANO OCLUSAL     | -0,55625        | -<br>0,51805556 | 3,23275887          | 3,20359616 | NS      |
| PROFUNDIDAD FACIAL                | 88,2708333      | 88,2638889      | 4,48184957          | 4,48616539 | NS      |
| EJE FACIAL                        | 87,8229167      | 87,8263889      | 5,91237553          | 5,9238523  | NS      |
| CONO FACIAL                       | 65,8229167      | 65,8194444      | 4,20433873          | 4,19565672 | NS      |
| ANGULO PLANO MANDIBULAR           | 26,5138889      | 26,4895833      | 5,45898388          | 5,47482118 | NS      |
| PROFUNDIDAD MAXILAR               | 90,5347222      | 90,5451389      | 4,21479777          | 4,16273562 | NS      |
| ALTURA MAXILAR                    | 57,9131944      | 57,9131944      | 5,29953483          | 5,28764554 | NS      |
| PLANO PALATAL                     | 2,86041667      | 2,85347222      | 2,49363438          | 2,50861211 | NS      |
| DEFLEXION CRANEAL                 | 27,6770833      | 27,6597222      | 3,35043508          | 3,32591687 | NS      |
| LONGITUD CRANEAL ANTERIOR         | 52,8784722      | 52,8576389      | 4,369013            | 4,35996696 | NS      |
| ALTURA FACIAL POSTERIOR           | 59,4305556      | 59,4236111      | 6,70836319          | 6,70515913 | NS      |
| POSICIÓN DE LA RAMA MANDIBULAR    | 71,4930556      | 71,4652778      | 5,63548513          | 5,61922673 | NS      |
| LOCALIZACION DE PORIÓN            | -<br>36,2583333 | -<br>36,2652778 | 3,88499894          | 3,8800245  | NS      |

|                                |            |            |            |            |    |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|----|
| ARCO MANDIBULAR                | 36,7013889 | 36,6944444 | 6,27496955 | 6,2685002  | NS |
| LONGITUD DEL CUERPO MANDIBULAR | 67,3993056 | 67,4131944 | 6,08235435 | 6,09376899 | NS |

**Tabla 1.**

Se realizó la estadística descriptiva de las variables evaluadas. (Tabla 2).

| Descriptivos |                                             |                 |             |            |
|--------------|---------------------------------------------|-----------------|-------------|------------|
|              |                                             |                 | Estadístico | Error típ. |
| COVFA        | Media                                       |                 | 2,517       | ,1820      |
|              | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 2,159       |            |
|              |                                             | Límite superior | 2,876       |            |
|              | Media recortada al 5%                       |                 | 2,621       |            |
|              | Mediana                                     |                 | 3,000       |            |
|              | Varianza                                    |                 | 9,540       |            |
|              | Desv. típ.                                  |                 | 3,0887      |            |
|              | Mínimo                                      |                 | -9,0        |            |
|              | Máximo                                      |                 | 10,0        |            |
|              | Rango                                       |                 | 19,0        |            |
|              | Amplitud intercuartil                       |                 | 4,0         |            |
|              | Asimetría                                   |                 | -,543       | ,144       |
|              | Curtosis                                    |                 | 1,185       | ,286       |
| ALFAIN       | Media                                       |                 | 44,741      | ,3050      |
|              | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 44,141      |            |
|              |                                             | Límite superior | 45,342      |            |
|              | Media recortada al 5%                       |                 | 44,912      |            |
|              | Mediana                                     |                 | 45,000      |            |
|              | Varianza                                    |                 | 26,796      |            |
|              | Desv. típ.                                  |                 | 5,1765      |            |
|              | Mínimo                                      |                 | 18,0        |            |
|              | Máximo                                      |                 | 57,0        |            |
|              | Rango                                       |                 | 39,0        |            |
|              | Amplitud intercuartil                       |                 | 6,0         |            |
|              | Asimetría                                   |                 | -,995       | ,144       |
|              | Curtosis                                    |                 | 4,074       | ,286       |

**Tabla 2.** Estadística descriptiva de las variables evaluadas.

Se evaluó la normalidad de las variables encontrándose que el estadístico de prueba KS fue menor al p valor ( $p < 0.05$ ). En consecuencia, se rechaza la hipótesis de normalidad. Se opta por hacer las comparaciones con el uso de estadística no paramétrica. (Tabla 3).

|                                   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |     |      |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----|------|
|                                   | Estadístico                     | gl  | Sig. |
| CONVEJIDAD FACIAL                 | ,089                            | 288 | ,000 |
| ALTURA FACIAL ANTERIOR            | ,101                            | 288 | ,000 |
| POSICIÓN INCISIVO INFERIOR        | ,135                            | 288 | ,000 |
| POSICIÓN INCISIVO SUPERIOR        | ,079                            | 288 | ,000 |
| INCLINACIÓN DEL INCISIVO INFERIOR | ,058                            | 288 | ,002 |
| INCLINACIÓN DEL INCISIVO SUPERIOR | ,051                            | 288 | ,006 |
| ALTURA POSTERIOR                  | ,066                            | 288 | ,004 |
| INCLINACIÓN DEL PLANO OCLUSAL     | ,109                            | 288 | ,000 |
| POSICIÓN LABIAL INFERIOR          | ,070                            | 288 | ,002 |
| LONGITUD LABIO SUPERIOR           | ,115                            | 288 | ,000 |
| COMISURA LABIAL-PLANO OCLUSAL     | ,123                            | 288 | ,000 |

|                                |      |     |      |
|--------------------------------|------|-----|------|
| PROFUNDIDAD FACIAL             | ,105 | 288 | ,000 |
| EJE FACIAL                     | ,111 | 288 | ,000 |
| CONO FACIAL                    | ,080 | 288 | ,000 |
| ANGULO PLANO MANDIBULAR        | ,083 | 288 | ,000 |
| PROFUNDIDAD MAXILAR            | ,097 | 288 | ,000 |
| ALTURA MAXILAR                 | ,103 | 288 | ,000 |
| PLANO PALATAL                  | ,172 | 288 | ,000 |
| DEFLEXION CRANEAL              | ,103 | 288 | ,000 |
| LONGITUD CRANEAL ANTERIOR      | ,078 | 288 | ,000 |
| ALTURA FACIAL POSTERIOR        | ,067 | 288 | ,004 |
| POSICIÓN DE LA RAMA MANDIBULAR | ,181 | 288 | ,000 |
| LOCALIZACIÓN DE PORCIÓN        | ,070 | 288 | ,002 |
| ARCO MANDIBULAR                | ,074 | 288 | ,001 |
| LONGITUD DEL CUERPO MANDIBULAR | ,075 | 288 | ,000 |

**Tabla 3.** Prueba de normalidad de las variables.

Se utilizó la hipótesis de diferencias de la distribución de las medianas entre los grupos manual y digital con el test de U Mann Whitney, para todas las variables. El test estadístico muestra un p valor superior al alfa de 0,05 ( $p > 0.05$ ). En consecuencia, se acepta la hipótesis, en donde se concluye que en ninguna variable evaluada hay diferencias significativas entre los grupos. (Tabla 4).

### Resumen de prueba de hipótesis

|    | Hipótesis nula                                                         | Test                                                | Sig. | Decisión                   |
|----|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|----------------------------|
| 10 | La distribución de LOLASU es la misma entre las categorías de METODO.  | Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes | ,916 | Retener la hipótesis nula. |
| 11 | La distribución de COMIPO es la misma entre las categorías de METODO.  | Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes | ,914 | Retener la hipótesis nula. |
| 12 | La distribución de PROFA es la misma entre las categorías de METODO.   | Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes | ,993 | Retener la hipótesis nula. |
| 13 | La distribución de EJEFA es la misma entre las categorías de METODO.   | Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes | ,993 | Retener la hipótesis nula. |
| 14 | La distribución de COFA es la misma entre las categorías de METODO.    | Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes | ,987 | Retener la hipótesis nula. |
| 15 | La distribución de ANPLAMA es la misma entre las categorías de METODO. | Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes | ,969 | Retener la hipótesis nula. |
| 16 | La distribución de PROMA es la misma entre las categorías de METODO.   | Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes | ,980 | Retener la hipótesis nula. |
| 17 | La distribución de ALMA es la misma entre las categorías de METODO.    | Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes | ,987 | Retener la hipótesis nula. |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05

**Tabla 4.** Nivel de significancia de 0.05.

A su vez se realizó la comparación con índice de concordancia intraclass de cada una de las variables. (Tabla 5)

#### Concordancia

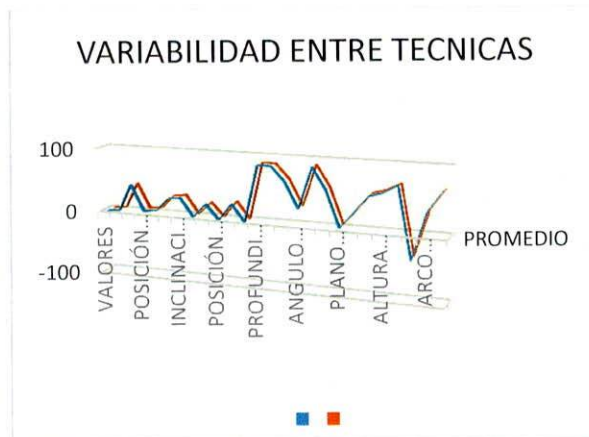
| variable | IC | limite inf 95% | limite sup 95% |
|----------|----|----------------|----------------|
|          |    |                |                |

|                                   |       |       |       |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|
| CONVEJIDAD FACIAL                 | 0,999 | 0,98  | 0,999 |
| ALTURA FACIAL ANTERIOR            | 0,996 | 0,995 | 0,997 |
| POSICIÓN INCISIVO INFERIOR        | 0,982 | 0,976 | 0,987 |
| POSICIÓN INCISIVO SUPERIOR        | 0,999 | 0,998 | 0,999 |
| INCLINACIÓN DEL INCISIVO INFERIOR | 0,999 | 0,999 | 0,999 |
| INCLINACIÓN DEL INCISIVO SUPERIOR | 0,999 | 0,999 | 0,999 |
| ALTURA POSTERIOR                  | 0,999 | 0,999 | 0,999 |
| INCLINACIÓN DEL PLANO OCLUSAL     | 0,999 | 0,999 | 0,999 |
| POSICIÓN LABIAL INFERIOR          | 0,997 | 0,997 | 0,998 |
| LONGITUD LABIO SUPERIOR           | 0,997 | 0,995 | 0,997 |
| COMISURA LABIAL-PLANO OCLUSAL     | 0,997 | 0,996 | 0,998 |
| PROFUNDIDAD FACIAL                | 0,999 | 0,999 | 0,999 |
| EJE FACIAL                        | 0,999 | 0,999 | 0,999 |
| CONO FACIAL                       | 0,999 | 0,999 | 0,999 |
| ANGULO PLANO MANDIBULAR           | 0,999 | 0,999 | 0,999 |
| PROFUNDIDAD MAXILAR               | 0,994 | 0,992 | 0,995 |
| ALTURA MAXILAR                    | 0,999 | 0,999 | 0,999 |
| PLANO PALATAL                     | 0,997 | 0,996 | 0,998 |
| DEFLEXION CRANEAL                 | 0,999 | 0,998 | 0,999 |
| LONGITUD CRANEAL ANTERIOR         | 0,999 | 0,998 | 0,999 |
| ALTURA FACIAL POSTERIOR           | 0,999 | 0,998 | 0,999 |
| POSICIÓN DE LA RAMA MANDIBULAR    | 0,999 | 0,998 | 0,999 |
| LOCALIZACION DE PORCIÓN           | 0,999 | 0,999 | 0,999 |
| ARCO MANDIBULAR                   | 0,999 | 0,999 | 0,999 |
| LONGITUD                          | 0,998 | 0,998 | 0,999 |

|                         |  |  |  |
|-------------------------|--|--|--|
| DELCUERPO<br>MANDIBULAR |  |  |  |
|-------------------------|--|--|--|

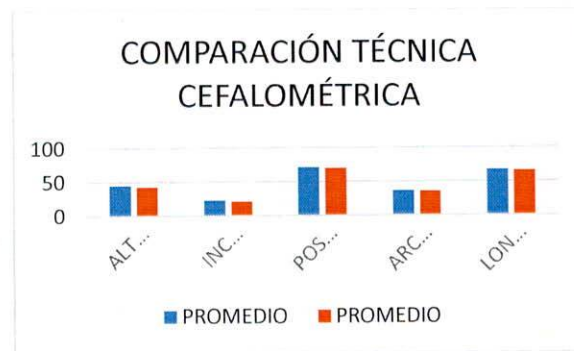
**Tabla 5.** Comparación con índice de concordancia intraclass de cada una de las variables

En los resultados se encontró que no hubo diferencia significativa entre los dos grupos. (Gráfica 2)



**Gráfica 2.** Variabilidad entre técnica cefalométrica digital Vs manual.

Los valores donde hubo mayor discrepancia fueron los tomados a partir del punto Xi, teniendo en cuenta que la identificación de este punto puede ser difícil y se pueden cometer errores a la hora de su ubicación. (Gráfica 3)



**Gráfica 3.** Promedio entre técnicas tomadas desde el punto Xi

#### 4. DISCUSIÓN

En el presente estudio al determinar y comparar la variabilidad entre los métodos de análisis cefalométrico manual y digital, se observó en términos generales, que no presentaron diferencias estadísticamente significativas intra-operadores e inter-operadores en la mayoría de las mediciones realizadas en el análisis de Ricketts.

La localización de puntos es imprescindible a la hora de dar un diagnóstico certero, Chen et al (2004) manifiestan que los errores cometidos en el trazado manual están asociados a la magnificación de la radiografía y a la localización de puntos. Toledo et al (2014), mencionan que la identificación de puntos, es considerada como la mayor fuente de error y está influenciada por la experiencia del operador.

Por tanto, los parámetros como mayor número de mediciones angulares resultan ser más fiables digitalmente.

La fiabilidad entre los dos métodos, fue observada en el análisis de Ricketts sin diferencias estadísticamente significativas. Igualmente sucedió en la investigación de Ulloa (2009), en base a la confiabilidad cualquiera de los dos métodos de trazado, sea el manual o computarizado, son una herramienta fundamental en el proceso de diagnóstico.

En esta investigación se encontró que el programa Nemoceph presenta alto grado de confiabilidad para realizar análisis cefalométrico. Esteva et al (2014) emplearon el mismo programa concluyendo que Nemoceph Nx se puede usar con toda confiabilidad para realizar trazos cefalométricos. Además, que no hay diferencia significativa en la medición cefalométrica manual o digital de medidas lineales y angulares, sin embargo, el trazado con el programa Nemoceph Nx es más exacto.

Se observó durante la investigación que el tiempo de trazado manual era mayor que el digital, concordando con Uysal et al (2009) quienes refieren que, en comparación con el método manual, las mediciones computarizadas con el software Dolphin Imaging proporcionan una ventaja de tiempo significativa. Los análisis cefalométricos asistidos por computadora no aumentan los errores intra e

inter-examinadores y pueden proporcionar más beneficios a los clínicos cuando se toman en cuenta las ventajas de tiempo.

## **5. RECOMENDACIÓN**

Por concerniente se invita a realizar futuras investigaciones, donde se ahonde de manera concreta la relación de otros factores asociados a la Comparación Cefalométrica de otras técnicas o programas, siendo éste material documental de mucha ayuda para el proceso diagnóstico y creación del plan de tratamiento.

## **6. CONCLUSIONES**

La localización de los puntos cefalométricos es el aspecto más importante para lograr mediciones correctas en ambas técnicas.

Las mediciones obtenidas con los análisis cefalométricos convencional y digital, utilizados en esta investigación, no presentan diferencias estadísticamente significativas, lo que sugiere que ambos métodos son altamente confiables y reproducibles; arrojando en promedio una diferencia de 0,3 entre ambas.

Las medidas angulares y lineales obtenidas con el método convencional y digital, que involucren mayor número de puntos de referencia, son más susceptibles de presentar imprecisiones, especialmente cuando estos puntos son de difícil localización, como Xi, lo cual se observó en el presente estudio, donde las correlaciones más bajas se obtuvieron en este tipo de mediciones.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ríos Claudio, Normas cefalométricas del análisis de McNamara: estudio comparativo entre una población caucásica y una población mestiza. 2009: pág. 45
2. Broadbent BH. A new X-ray technique and its application to orthodontia. Angle Orthod 1931; 1:93-114
3. Olmos, José. Olmos, Vicente y col., Historia de la cefalometría, gaceta dental 201, marzo de 2009: pág. 104
4. Canut JA. Ortodoncia clínica y terapéutica. Barcelona: Ed. Masson; 2000, pp 179-197.
5. Jacobson, A. The "wits" appraisal of jaw disharmony. Am J Orthod Dentofac Orthop 1975; 67(2):125-138.
6. Barahona, B. Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico. Universidad de Costa Rica. 2006: pág. 11-27.
7. Guimaraes da Silva, JM., de Melo Castilho, JC., Matsui, RH., Matsui, MY., Fernandes Gomes, M. Comparative study between conventional and digital radiography in cephalometric analysis. J Health Sci Inst 2011; 29(1):19-22.
8. Velarde, E. Cephalometric norms for the mexican population using the ricketts, steiner and tweed analysis. Los Ángeles (CA): Loma Linda University Graduate School; 1974.
9. Muñiz, B., López O. y Ronchi A. "Evaluación de los promedios cefalométricos de Steiner y Ricketts en perfiles argentinos" Ortodoncia, Año LI, 51(101)
10. Rivera Enith, Estudio cefalométrico en niños de 9 años según análisis cefalométrico lateral de Ricketts. Universidad Nacional de San Marcos, Perú, 2007.
11. Barahona, B. Principales análisis cefalométricos utilizados para el diagnóstico ortodóntico. Universidad de Costa Rica. 2006: pág. 11-27.
12. Martínez, B. Manual ortodoncia I, Universidad Autónoma Benito Juárez, Oaxaca, agosto, 2011.

13. Bonilla, MM., Barrera, JP., Arroyave, AP., DÍAZ, ME. Comparación de la reproducibilidad en las mediciones angulares entre trazado manual y computarizado. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2014; 25(2):299-312.
14. Erkan, M., Gurel, HG., Nur, M., Demirel, B. Reliability of four different computerized cephalometric analysis programs. *Eur J Orthod* 2012; 34(3):318-321.
15. Singh, P., Davies, TI. A comparison of cephalometric measurements: a picture archiving and communication system versus the hand-tracing method - a preliminary study. *Eur J Orthod* 2011; 33:350-353.
16. Naoumova, J., Lindman, R. A comparison of manual traced images and correspondig scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod* 2009; 31:247-253.
17. Silveria, HL., Silveria, HE., Dalla-Bona, RR., Abdala, DD., Bertoldi, RF., Von Wangenheim, A. Software system for calibrating examiners in cephalometric point identification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135:400-405.
18. Albarakati, SF., Kula, KS., Ghonemia, AA. The reliability and reproducibility of cephalometric measurements: a comparisonof conventional and digital methods. *Dentomaxilofac Radiol* 2012; 41(1):11-17.
19. Roden-Johnson, D., English, J., Gallerano, R. Comparison of hand-traced and computerized cephalograms: landmark identification, measurement and superimposition accuaracy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133:556-564.
20. Polat-Ozsoy, O., Gokcelik, A., Toygar Memikoglu, TU. Differences in cephalometric measurements: a comparison of digital versus hand-tracing methods. *Eur J Orthod* 2009; 31(3):254-259.
21. Sayinsu, K., Isik, F., Trakyaki, G., Arunt, T. An evaluation of the errors in cephalometric measurments on scanned cephalometric images and conventional tracings. *Eur J Orthod* 2007;105-108.
22. Nemoceph [Internet] 2018 [Consultado Marzo 2018] Disponible en: <https://www.nemotec.com/es/software/nemoceph>

23. Uysal T, Baysal A, Yagci A. Evaluation of speed, repeatability, and reproducibility of digital radiography with manual versus computer-assisted cephalometric analyses. *Eur J Orthod* 2009; 31(5):523-528.
24. Celik E, Polat-Ozsoy O, Memikoglu TUT. Comparison of cephalometric measurements with digital versus conventional cephalometric analysis. *Eur J Orthod* 2009;31(3):241-246.
25. Pellicer LD, Montero J, Oyague RC, Albaladejo A. Comparative study between manual and digital tracings using digital lateral radiographs with new cephalometric softwares versión. *Int J Med Sci* 2013; 3:230-234.
26. Argimon JM, Jiménez J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. Madrid: Ed. Harcorurt; 200, pp 111-115.
27. Toledo, D., Lima, M., Bravo, M. Estudio comparativo de confiabilidad y precision entre el método de trazado cefalométrico manual con el digital usando el programa dolphing imaging con radiografías cefálicas laterales. *Rev. Lationoamericana de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar* 2014.
28. Chen, Y., Chen, SK., Chang, HF., Chen, K. Comparison of landmark identification tradicional vs computer. Aided digital cephalometry. *Angle Orthod* 2000; 70:387-92.
29. Ulloa, M. Estudio comparativo de confiabilidad entre el método de trazado cefalométrico manual con el trazado computarizado (Quick ceph y odontsis) en los análisis cefalométricos de Ricketts resumido y Steiner, Universidad San Francisco de Quito, 2009. 164 p.
30. Esteva SFJ., Sánchez VA., Meléndez OA., Cedillo APR. Estudio comparativo entre la cefalometría digital y manual con radiografías digitales. *Rev. Mex Ortodon* 2014; 2 (2).