



“Análisis Comparativo Del Perfil Facial entre Medición Directa y Software AutoCAD®”

**Alumnos: Yufon Chau Kram
Carlos Manterola Marchant
Daniela Vergara Olmos**

Docente Guía: Dr. Joaquín Jaramillo Knopel

**Valparaíso – Chile
2009**

A mis papás, por su apoyo incondicional y por ayudarme a crecer y a ser una mejor persona.
Sin ustedes nada de esto sería posible. Los amo mucho.

A mis hermanos, por aguantarme todos estos años y por quererme a pesar de todas mis
mañas. Los amo.

A ti, Dani, por apoyarme en todo. Tener una amiga del colegio en la universidad, fue lo mejor
que me podría haber pasado. Espero que sepas que te quiero mucho.

A Carlitos, por ser una parte muy importante en mi vida. Me alegro mucho de haberte
conocido y espero que sepas que puedes contar conmigo siempre. Te quiero.

A mis amigos...gracias por ser la distracción que tanto necesitaba, gracias por reír conmigo,
llorar, cuando la ocasión lo ameritaba, y por hacer de estos años algo increíble...Se viene el
último punto cero.

Yufi

A mis padres, por su apoyo incondicional y por haberme otorgado esta posibilidad. Sin sus consejos y enseñanzas no sería la persona que soy.

A mis compañeras de Tesis, Dani y Yufi, porque esta experiencia sirvió para conocernos más y formar una bonita amistad que perdurará por mucho tiempo.

A Yufi, por haberme apoyado durante toda mi época universitaria. Estoy seguro que sin tu apoyo, este momento hubiese sido mucho más difícil de conseguir.

A los vividores, incluidos los con línea, por alegrarme la vida durante estos años, y relajarme en los momentos más estresantes con un buen vivir. Salud!

A Diosito porque su ayuda nunca está de más.

Carlos

A ustedes mi viejitos, gracias por todo el esfuerzo y cariño que han puesto estos años para ayudarme a cumplir una de mis metas en la vida. Gracias por todo su apoyo y dedicación.

A mi Gato, mi Mona y mi Bicho, por ser alegrías cada día, por su cariño y regalones en todos los momentos.
A los cinco, los adoro..... toda la basura del mundo.

A ti Felipe, que estuviste todos estos años a mi lado, apoyándome y cuidándome... te tengo siempre en mi corazón.

A ti Yufito, por estar en todas conmigo, sobre todo el momentos pepino-melón. Te quiero mucho!

A ti Carlos por lo divertido que hiciste estos años y sobre todo las tardes de tesis, frodito, me haces tanto reir!

A mis amigos por el todo el cariño. Gracias por los muy buenos momentos vividos y por hacer más entretenidos estos años que compartimos... los quiero mucho!!

“.... incluso los gatos cuando son más grandes se convierten en tigres”

Dani

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, queremos darle las gracias a nuestro profesor guía. Dr. Joaquín Jaramillo, docente de la Cátedra de Cirugía, por dar inicio a este estudio y su apoyo durante todo este proceso.

Asímismo, queremos agradecer a la Dra. Rosa Moya, actual Directora de nuestra Escuela, por hacernos más fácil la tarea en los aspectos estadísticos y su colaboración al momento de evaluar la metodología.

Queremos agradecer también al Dr. Gastón Zamora, de la Cátedra de Endodoncia por facilitarnos instrumentos necesarios para la realización de este proyecto.

Agradecemos el tiempo y la buena disposición de los alumnos de primero a sexto año que participaron en nuestra tesis como sujetos de estudio.

Y por último, pero no menos importante, le damos las gracias a todo el grupo de auxiliares de nuestra Facultad por la ayuda prestada y por permitirnos realizar las mediciones para nuestra tesis, utilizando las dependencias que ellos mantienen en buenas condiciones, incluso fuera de su horario de trabajo.

INDICE

<i>INTRODUCCION</i>	1
<i>MARCO TEORICO</i>	3
I Antropometria	3
II Métodos de análisis facial	6
II a Cefalometría	7
II b Fotografía digital	12
- Distorsión fotográfica	15
- Formato de archivo de imágenes y compresión	16
- Resolución	17
- Píxeles	18
- Condiciones de luz e iluminación	20
- Estandarización fotográfica	21
- Posición natural de la cabeza	23
III Medición de dimensiones	24
- Medidas lineales y proporciones	26
- Medidas angulares	27
IV Instrumentos de medición	29
- Manual	29
- AutoCAD	31
<i>HIPOTESIS</i>	34
<i>OBJETIVOS</i>	34
- Objetivo general	34
- Objetivos específicos	34
<i>MATERIALES Y METODO</i>	35
I Sujetos	35
- Universo	35
- Muestra	35
- Tipo de estudio	36
- Variables	36
- Unidad de estudio	36
II Método	37
- Recolección de datos	37
- Pasos	39
- Análisis Estadístico	40
<i>RESULTADOS</i>	41

<i>DISCUSIÓN</i>	52
<i>CONCLUSIONES</i>	54
<i>SUGERENCIAS</i>	55
<i>RESUMEN</i>	56
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	57
 <i>ANEXOS</i>	
Anexo 1	: Consentimiento informado
Anexo 2	: Selección de características de fotografía para el estudio
Anexo 3	: Ficha de recolección de datos (Medición Directa)
Anexo 4	: Fotografías analizadas en AutoCAD
Anexo 5	: Base de Datos

INTRODUCCIÓN

Desde la época de los egipcios y griegos, el hombre se encuentra en una constante búsqueda del conocimiento de las características de su conformación, tratando de imitar su configuración a través del arte (Peck y Peck, 1970, citados en Jain et al, 2004). Pasando por el Renacimiento, época en que el hombre se considera como el centro de atención, y hasta el día de hoy, diferentes investigadores, como Subtelny, Powell y Farkas, se han preocupado de hacer tangibles estas formas mediante la medición tanto del cuerpo como de la cara.

En la actualidad, existen varias ramas de la Odontología que requieren de un correcto análisis facial como un elemento esencial en el diagnóstico, pronóstico y planificación del tratamiento. La observación detallada de todos los aspectos de la cara es muy importante para determinar las posibles variaciones de ésta y la necesidad real de ser intervenida. El examen clínico, junto a una adecuada selección de exámenes complementarios, nos permitirá dilucidar con mayor exactitud la presencia de alteraciones u otros, colaborando con un diagnóstico más completo.

La habilidad para cuantificar la apariencia facial, así como cualquier modificación de ésta, permite al clínico incrementar la calidad del análisis desde el inicio al final del trabajo que será realizado junto al paciente.

La intervención de los tejidos duros faciales implica variaciones del tejido blando que lo recubre o rodea. Debido a lo anterior, siempre es importante correlacionar ambos aspectos y reconocer las repercusiones de la modificación de uno u otro.

La literatura científica nos muestra que la gran mayoría de los estudios faciales se basan en estudios cefalométricos, los cuales no reflejan de forma fidedigna la realidad del paciente, aun cuando son de gran ayuda diagnóstica.

Dentro de los nuevos exámenes complementarios utilizados para analizar los tejidos blandos, encontramos uno que ha aumentado su uso con los avances tecnológicos: la fotografía. Cuando se realiza un análisis facial mediante fotografías se trabaja con ángulos, mediciones lineales, proporciones, entre otras, las cuales facilitan la observación y análisis al entregar valores bastante exactos. Sin embargo, no existen estudios que comprueben que la imagen que obtenemos mediante la fotografía corresponda a lo que el paciente realmente presenta.

Al revisar la literatura, se evidencia la falta de estudios en que se efectuaran mediciones en forma directa de los tejidos blandos del paciente y luego se compararan estos valores con los obtenidos en el análisis de la fotografía correspondiente a nivel computacional.

Es importante, entonces, determinar la diferencia que existe entre la realidad y lo observado en forma digital, lo que deberá ser tomado en cuenta

cuando se realice el diagnóstico, pronóstico y plan de tratamiento definitivo. Además, es importante considerar que la cara es una estructura tridimensional mientras que la fotografía nos aporta una imagen en dos dimensiones por lo que siempre estaremos ante un margen de error.

Lo que se pretende conseguir con esta investigación es determinar la factibilidad de utilizar el software AutoCAD para obtener mediciones de las dimensiones faciales, reconociendo el nivel de distorsión que presenta la medición digital y la realizada en forma directa.

MARCO TEÓRICO

I ANTROPOMETRÍA

La idea de medir las dimensiones geométricas del propio cuerpo humano no es nueva, y el concepto de “canon” como regla de las proporciones de la figura humana se refiere al tipo ideal aceptado por los escultores egipcios y griegos. Entre los primeros investigadores de las dimensiones humanas encontramos a Policleto, Da Vinci, Le Corbusier.

Este concepto de mediciones se conoce, inicialmente, como antropología física, desarrollada en un principio por Marco Polo, siendo Durero (1471-1528) quién marcó el principio del concepto de la antropometría propiamente tal, enmarcada bajo las ciencias de la antropología física, al comparar las mediciones de las dimensiones humanas entre diferentes individuos. (Farrer et al., 1995)

La antropometría se define como la ciencia biológica que estudia las dimensiones de los seres humanos. Descubre las relaciones entre las distintas partes corporales, entregando, también, datos objetivos sobre la evaluación de la morfología craneofacial obtenida a partir de una serie de mediciones de la cabeza y la cara. (Norton y Olds, 2004)

Presenta varias ventajas al utilizar técnicas simples, no invasivas, económicas y de bajo riesgo. A pesar de su simplicidad de aplicación, es una importante herramienta clínica y permite obtener datos de referencia normal sobre distintas mediciones de la población analizada. La habilidad para cuantificar la apariencia facial permite, además, mejoras en el alcance de los objetivos de los tratamientos planificados. (Farrer et al., 1995)

Esta ciencia ha demostrado ser de utilidad en estudios ortodóncicos y en cirugía reconstructiva, donde la morfología de los tejidos blandos de la cara pueden ser evaluados de mejor forma que con el uso único de las radiografías. Las mediciones antropométricas de la cabeza y cara pueden ser utilizadas en conjunto con la cefalometría, tomografía computacional o resonancia magnética con el fin de preparar correctamente los datos previos a una cirugía. (Ngeow et al, 2009)

Al realizar las mediciones en clínica, los investigadores se encuentran con la dificultad de la ubicación exacta de los puntos anatómicos y de la calibración de los clínicos que obtienen la información de los pacientes, esto debido a lo difícil que es para un operador tomar tres veces la misma dimensión y obtener las tres veces el mismo valor, ya sea expresado en ángulos o milímetros (Jaramillo, 2001).

Para mejorar los resultados de lo anteriormente mencionado, Michael Marfell-Jones destaca la importancia del acabado conocimiento de la anatomía humana. Este requerimiento existe debido a que la mayoría de los términos

antropométricos derivan de puntos anatómicos, pero, más importante aún, el conocimiento de la anatomía es esencial para facilitar la búsqueda de las marcas de referencia y brindar un apoyo teórico a las decisiones subjetivas para localizarlas. (Norton y Olds, 2004)

Las diferencias morfológicas faciales son descritas en varios estudios de poblaciones, ya que el complejo craneofacial, especialmente la cara, corresponde a una de las partes que más cambia del cuerpo humano. Debido a estas diferencias, Farkas y Deutsch, han propuesto utilizar la norma según grupos poblacionales o razas, ya que los valores obtenidos como media en un grupo, probablemente no sea el mismo al medir otro en este contexto.(Martins et al., 2009)

Estudios realizados en mujeres de origen africano determinaron que el análisis antropométrico de esta raza es distinto al de las mujeres caucásicas, y que por lo tanto, no es correcto tener un solo patrón de estética (Parker y Olson, 2001).

El concepto romano de nariz es un tanto diferente al de los chinos. Es por esto que los estudios continúan buscando valores promedio según las características poblacionales y no como antiguamente se pensaba, mediante el uso de un único patrón de belleza y simetría.

Powell and Humphryes (1984), Farkas y col. (1985), realizaron estudios antropométricos en poblaciones de diferente etnia con el fin de validar los clásicos cánones de la belleza griega reproduciendo diferentes tablas para correlacionar ángulos, proporciones y medidas lineales (Jain et al., 2004).

Actualmente, los intentos de una evaluación objetiva del análisis facial, se hacen mediante grupos de profesionales. La validez de este método depende del resultado que el grupo logre conseguir con un nivel de acuerdo razonable (Edler.R 2006).

La habilidad para cuantificar la apariencia facial y cualquier mejora lograda mediante intervención, claramente ayuda en la evaluación objetiva de calidad de tratamiento. También se ha demostrado que es útil para monitorear cambios propios del crecimiento (Edler. R 2006).

Se ha demostrado que el común denominador de los individuos considerados consistentemente como los más atractivos, corresponde al hecho de que las proporciones faciales tienden a estar relativamente cerca del promedio de la población, para cada grupo racial (Grammer and Thornhill, 1994 citado en Edler.R 2006).

La gran mayoría de los estudios de estética facial carecen de base científica. La excepción de ésta norma son los trabajos de Farkas en antropometría de la cara, que al ser analizados e interpretados clínicamente por

Koury en el año 1992 (Jaramillo, 2001), concluyen que, cuando se trata de comparar estructuras faciales, el uso de las proporciones basadas en razones constituye un mejor aporte científico y clínico, que basarse en medidas absolutas. Estas proporciones se obtienen simplemente utilizando medidas de dos líneas, la más pequeña expresada como un porcentaje de la más larga (Edler. R 2006).

El concepto actual de estética establece que no existe una total correspondencia entre la apariencia física y el complejo óseo subyacente, por lo que deben estudiarse en forma aislada. Es por esto, que un análisis del perfil de tejidos blandos faciales, y su comparación con medidas estándares, es necesario en todas las especialidades relacionadas con cambios en rasgos faciales, como son la cirugía ortognática, la ortodoncia, y más recientemente, la fonaudiología, área en la cual, en la actualidad, se han publicado una serie de trabajos que describen técnicas de motricidad orofacial en evaluación de estética facial y donde se describen técnicas miofuncionales y estomatognáticas para lograrla (Palomino et al., 2006).

La antropometría clínica ha aprecido, entre otros, por los estudios realizados por Farkas, quien ha realizado medidas en los tejidos blandos en los tres sentidos del espacio y en distintas edades, estableciendo valores promedios para cada una de ellas.

Farkas y colaboradores demostraron en 1985 que las características de la cara de los cánones neoclásicos no representaban las proporciones faciales promedio, y por lo tanto, eran un estándar deficiente para determinar la estética facial (Young et al., 2006).

Otros autores concuerdan en que la armonía y balance de la apariencia facial de un individuo no puede reducirse a un simple seguimiento de parámetros clínicos promedio para un grupo poblacional, sobretodo cuando estas normas están basadas en la medición de tejidos duros (Bass, 1991).

Esta armonía facial se interpreta por muchos mediante un parámetro bastante subjetivo: la belleza. Se podría aseverar que la belleza es la constante búsqueda de profesionales y pacientes en todo el mundo. Tiene la característica de ser individual, por lo cual, es interpretada por cada persona en forma diferente (Jaramillo, 2001). Existe la necesidad por parte de los clínicos de reconocer los estándares estéticos de los tejidos blandos faciales buscados por sus pacientes, teniendo presente la influencia de la raza, grupo étnico, sexo, edad, entre otros, que afectan el tratamiento (Mandall et al, 2000; citado en Fernández et al., 2004).

La apariencia es una de las principales funciones de la cara. El relacionarla con un carácter atractivo es subjetivo y está determinada por varios factores como cultura, personalidad, grupo étnico, edad, entre otros. Por otra parte, muchas especialidades como la ortognática, cirugía plástica, ortodoncia, prótesis dental, tienen la capacidad de cambiar la apariencia facial (Fernández et al., 2003).

Existen diversas teorías sobre la estética de la cara. Algunas de ellas se basan en la proporción áurea, específicamente en el número phi (1,618), el cual dividiría la cara proporcionalmente. Sin embargo las caras que caen dentro de esta teoría no son necesariamente hermosas (Jefferson 1998, citado en Young et al., 2006).

Otras teorías más recientes, dicen que la estética facial se mide mediante el diámetro del iris, indicando que, mientras más se asemejan a esta distancia ciertas zonas de la cara, como la punta nasal, mayor estética presentarán. (Young et al., 2006) **(Fig 1)**

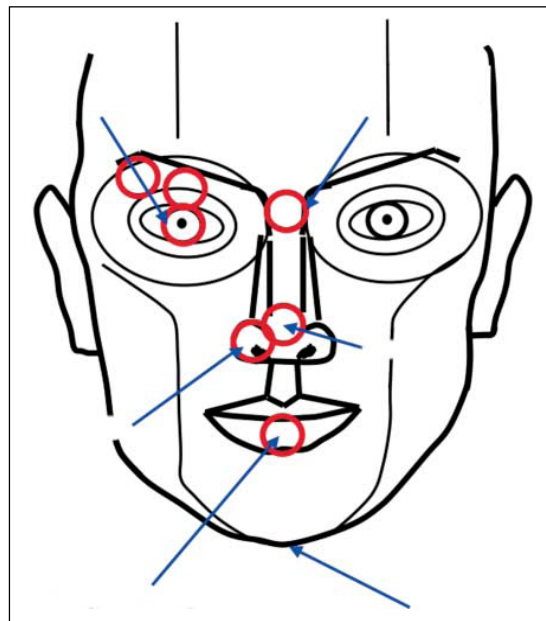


Fig 1. Ilustración de zonas que deben concordar con el diámetro del iris. (Young et al., 2006)

II MÉTODOS DE ANÁLISIS DE FACIAL

Para la evaluación facial existen diferentes métodos como cefalometrías y estudios fotográficos, que pueden analizarse tanto manual como computacionalmente, y observación y medición directa, siendo el especialista quien decide cuál de los medios diagnósticos utilizará (Zamora, 2004).

El éxito de un tratamiento quirúrgico y ortodóncico está frecuentemente relacionado con la mejora en la apariencia facial del paciente, lo que incluye el perfil blando. Desafortunadamente, las tradicionales cefalometrías no entregan

todas las respuestas para las consideraciones estéticas de la cara y dentición, sobretodo sobre los tejidos blandos.

Clínicos expertos están generalmente preocupados por el pobre resultado estético obtenido al tratar al paciente sólo basándose en los limitados análisis cefalométricos. Las desviaciones en la medición en relación al valor promedio establecido para las relaciones dentofaciales no debiesen convertirse en la meta a lograr en un tratamiento determinado. Además, el uso de valores promedio no indica que siempre se lograrán relaciones faciales ideales (Bass, 2003).

El clínico que se propone mejorar la apariencia de un individuo debe recordar la importancia de reconocer inicialmente si su idea de cambio coincide con la que busca su paciente, familia, entre otros, para lograr la mejor modificación posible (Edler, 2001).

La medición directa tiene como ventaja, por sobre los estudios fotográficos o cefalométricos, el permitir realizar una medición tridimensional, ya que los valores son obtenidos directamente de la cabeza del individuo, no así las fotografías y cefalometrías que permiten observar en dos dimensiones un cuerpo que es tridimensional (Zamora, 2004).

El uso de las mediciones extracraneales tienen el propósito de evitar los inherentes problemas asociados a las posibles variaciones de las líneas intracraneales, pero creando nuevas dificultades en la técnica para reproducir imágenes (Bass, 2003).

La mejoría en la apariencia facial de los pacientes es un objetivo común para diferentes clínicos. La planificación de una mejora requiere de guías o al menos algún parámetro establecido de las proporciones faciales ideales. Estos valores se presentan en una variedad de formas, como atlas, que presentan los puntos de referencia de tejidos blandos faciales que cuentan con valores lineales, angulares y razones (Powell y Humphryes, 1984), una gran cantidad de análisis cefalométricos, incluso algunos estudios cuentan con fotogrametría en dos y tres dimensiones. Todas estas herramientas son útiles para realizar una correcta evaluación de las características del paciente (Edler, 2001).

Ila CEFALOMETRÍA

El perfil facial permite evaluar el relieve de la cara. La valoración estética de éste es un elemento fundamental de la exploración en el tratamiento ortodóncico y quirúrgico.

Desde los inicios de la ortodoncia, la valoración clínica del perfil ha sido de gran importancia en el diagnóstico y tratamiento de las anomalías dentomaxilares. Para ello, la telerradiografía y su análisis cefalométrico ha sido de gran utilidad para la determinación de los estándares de normalidad en cuanto a la forma del cráneo y al patrón facial (Palomino et al., 2006).

Case, un contemporario de Angle, intentó no seguir un solo parámetro como representante de lo ideal; sino que trató de individualizar el tratamiento de cada individuo como único, buscando la mejor apariencia para cada persona, de acuerdo a su propia morfología, tratando de integrar los objetivos oclusales y faciales dentro de la planificación ortodóncica y quirúrgica.

Posterior a la estandarización de la técnica radiográfica en 1931 por Broadbent y Hofrath, no se le dio importancia al análisis de los tejidos blandos faciales, siendo las relaciones dentoesqueléticas el factor determinante en el diagnóstico y tratamiento.

Este análisis junto con la oclusión dental siguen siendo una herramienta viable para el diagnóstico y la planificación en ortodoncia y cirugía ortognática (Tollefson y Sykes, 2007).

Años más tarde, algunos autores como Downs, empezaron a incorporar medidas de los tejidos blandos del perfil facial a sus análisis cefalométricos, introduciendo filtros que permitían la visualización de los tejidos. (Fernández et al., 2002) El objetivo era lograr obtener información sobre las relaciones entre los tejidos blandos y sus bases óseas (Fernández et al., 2003).

El plan de tratamiento para aquellos pacientes que requieren de un tratamiento ortodóncico-quirúrgico, debe incluir un análisis cefalométrico de tejidos óseos, así como un análisis cefalométrico de tejidos blandos. Ya que, aun cuando el análisis de los tejidos óseos indica la naturaleza de las discrepancias esqueléticas presentes, no proporciona la información necesaria acerca de la forma y proporciones faciales del paciente, y en muchas ocasiones puede llevar a una interpretación inadecuada (Zamora, 2004).

Los resultados dependen, entonces, de la relación existente entre tejidos duros y blandos, aún así, se ha reconocido que los tejidos blandos no imitan necesariamente los cambios que sufren sus bases óseas debido a diferentes factores tales como el grosor del tejido blando remanente (Subtelny, 1959 citado en Fernández et al., 2003 y Eckhardt et al., 2004; Palomino et al., 2006).

Como resultado, las medidas de tejidos óseos pueden distar mucho de la forma facial que expresa un paciente con sus tejidos blandos (Zamora, 2004).

En la realización de la cefalometría de los tejidos blandos se utilizan como referencias puntos anatómicos específicos (**Fig 2.**) para realizar el análisis (Zamora, 2004), entre otros, encontramos:

- **Trichion (Tr):** es el punto en el plano mediosagital donde se inicia la línea de implantación del pelo.
- **Nasion (N):** depresión profunda donde se unen la piel de la frente con la raíz de la nariz.

- **Columela (Cm):** es un punto más anterior de la columna nasal, justo donde termina la columna y comienza la curvatura de la parte anterior de la nariz.
- **Glabela (Gl):** es un punto ubicado sobre el perfil de tejidos blandos localizado en el contorno más prominente de la frente sobre el plano sagital medio.
- **Labio superior (Ls; labrale superior):** es un punto ubicado en la línea mucocutánea del labio superior.
- **Labio inferior (Li; labrale inferior):** es un punto ubicado en la línea mucocutánea del labio inferior.
- **Mentón de tejidos blandos (Me´):** es el punto más inferior del mentón de tejidos blandos. Se localiza trazando una línea perpendicular al plano horizontal de referencia del punto mentón óseo.
- **Punta nasal**
- **Subnasal (Sn):** es el punto donde se une la base de la columela nasal con el labio superior.

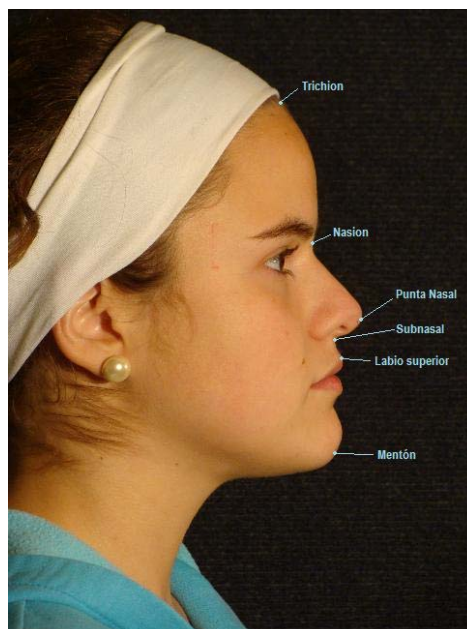


Fig 2: Puntos de referencia en tejidos blandos basadas en las entregadas en “Compendio de Cefalometría: Análisis Clínico y Práctico”. Zamora, 2004

Dentro de los análisis cefalométricos que proponen el estudio de los tejidos blandos encontramos diferentes tipos. Estos permiten realizar estudios para la determinación de un diagnóstico, pronóstico o intervención propiamente tal. Para ejemplificar la forma en que se utilizan estos análisis, explicaremos fragmentos de relevancia sobre el análisis de Legan y Burstone (Legan y Burstone, 1978) y el propuesto por Arnett y Bergman. (Arnett y col., 1999)

Análisis de Legan y Burstone.

Algunos de los parámetros analizados por estos investigadores, de importancia para nuestro estudio, encontramos la observación de la forma facial medida mediante:

- 1.- Ángulo de la convexidad facial (G1-Sn-Pg')
- 2.- Protrusión mandibular
- 3.- Protrusión maxilar

En este análisis se utiliza un plano de referencia horizontal a partir del cual se trazan la mayoría de los planos a estudiar. Este plano sirve como referencia para medir la proporción de la altura facial vertical, así como de la dimensión anteroposterior. Se construye trazando un plano que se encuentre 7° por arriba del plano silla – nasion. (Zamora, 2004)

Dentro de los ángulos medidos se analiza el **nasolabial (Cm-Sn-Ls)** que permite evaluar la posición del labio superior, cuya norma es de 102° con una desviación estándar de +/- 8°. A partir de es (Zamora, 2004)

Análisis de Arnett y Bergman.

Arnett y Bergman describieron un análisis de los tejidos blandos del perfil facial mediante el uso de fotografías de pacientes en posición natural de la cabeza. Realizaron análisis de simetría tanto vertical como horizontal, contorno de la línea de la sonrisa, líneas medias faciales y contorno facial.

Dentro de las mediciones lineales analizaron la posición del labio superior e inferior en relación a la línea Sn-Pg, previamente usada por Burstone, largo del labio superior e inferior exposición de incisivos superiores y espacio interincisal, entre otros. (Fernández et al., 2002)

Si bien la cefalometría ha demostrado ser de mucha utilidad en el análisis de asimetrías mandibulares y faciales, las mediciones de rutina usadas pueden ser limitadas debido, principalmente, a la dificultad en la identificación de los distintos puntos o marcas (Good et al., 2006).

Otros autores opinan que es un proceso abierto a la subjetividad: los errores asociados pueden ser clasificados en mecánicos de proyección o debido a problemas en la identificación de marcas o referencias (Hutton et al., 2000).

Los análisis esqueléticos tienden a utilizar planos arbitrarios tal como el de Frankfort o plano silla-nasion para determinar si el maxilar o la mandíbula se encuentran ubicados de manera irregular. Estos planos de referencia pueden llevar a una interpretación errónea ya que pueden presentar distintas variaciones en relación con los linderos maxilares y mandibulares.

Aunque un plano postural horizontal puede corregir la naturaleza arbitraria de los planos de referencia, esto no resuelve el problema básico, de que un buen perfil facial refleja armonía entre distintas áreas faciales que dependen de la posición ósea, dental y de la masa de tejidos blandos. Por lo tanto, las zonas de tejidos blandos tales como la nariz, cuello y labios deben considerarse como factores que pueden determinar la presencia de una protrusión o retrusión de los maxilares (Zamora, 2004).

Además, la utilización de la cefalometría como único parámetro puede producir problemas estéticos, ya que las tradicionales cefalometrías no entregan todas las respuestas para las consideraciones estéticas de la cara y dentición, sobretodo sobre los tejidos blandos (Bass, 2003).

Clínicos expertos han planteado su preocupación por el pobre resultado estético obtenido al realizar los tratamientos basándose sólo en los análisis cefalométricos, sin considerar los tejidos blandos (Bass, 2003).

Es por esto que en la práctica clínica, el análisis facial de tejidos blandos puede ser tanto un complemento como un suplemento a la evaluación de los tejidos duros. En cirugía maxilofacial y ortodoncia, el análisis de perfil de los tejidos blandos es usado para diagnóstico, planificación de tratamiento a seguir y análisis de resultados postoperatorios (Sforza et al., 2007).

Si bien la literatura científica nos muestra que la gran mayoría de los estudios faciales se basan en estudios cefalométricos, éstos no reflejan en todos los casos de forma fidedigna la realidad del paciente, aun cuando son de gran ayuda diagnóstica. Además, estas radiografías presentan una distorsión cercana al 20%, lo que implica que para su uso en tejidos blandos no entrega valores completamente certeros. (Fernández et al., 2003)

IIb FOTOGRAFÍA DIGITAL

Paralelo al desarrollo de las cefalometrías en radiografías, comenzó a utilizarse el análisis lineal de los tejidos blandos del perfil facial mediante la obtención de fotografías. En 1981, Farkas, usando una muestra de jóvenes entre 6 y 18 años de ambos sexos, estandarizó la técnica fotográfica y registró valores en posición natural de la cabeza. Dentro de las mediciones que realizó se encuentran: largo nasal, altura del tercio inferior y medio de la cara, largo del labio superior, entre otros (Fernández et al., 2002).

En sus inicios, la fotografía dental clínica requería de extensos estudios, experiencia y una gran cantidad de esfuerzo, siendo una de sus mayores desventajas la obtención de resultados días o incluso semanas después de la toma del registro.

En la actualidad, la tecnología digital ha revolucionado la toma de fotografías. Las fotos están disponibles en segundos, son de costo reducido y pueden ser cargadas al computador en minutos (Christensen, 2005).

Una fotografía digital es la imagen capturada por medio de una cámara con características especiales, que reemplazan la necesidad de película y, por ende, su revelado. Una característica muy beneficiosa que ofrece la cámara digital es la posibilidad de ver la foto en forma inmediata, pudiéndose repetir si es que el registro estuviese defectuoso y una vez que la imagen ha sido procesada, se puede cambiar su posición, tamaño, color, y contraste (Rosero, 2000).

El uso de fotografía de buena calidad con imágenes consistentes es de gran importancia, no solo como un documento pre y postoperatorio para comunicarse con el paciente, sino también como un material que permita analizar en forma acabada los posibles resultados y una correcta planificación operatoria (Larrabee, 1987; Andrews & Schoenrock, 1998; citados en Jain et al., 2004).

Es importante destacar, además, que el uso de fotografías o imágenes en video para la evaluación del perfil blando permite, en algunos casos, reducir la cantidad de radiación a la cual se expone el paciente para ser evaluado (Benson y Richmond, 1997).

En el mercado existen dos grupos de cámaras digitales: compactas y réflex digitales. Estas últimas ocupan un lugar relativamente pequeño en las tiendas especializadas, al compararlas con el amplio espacio que ocupan las compactas en el mercado (Fernández, 2005).

Las cámaras compactas se comercializan con características muy variadas y son las más económicas en las cámaras digitales. En su mayoría llevan visor óptico, un monitor de control en la parte posterior y un dispositivo de memoria extraíble. (Von Bülow, 2003)

La diferencia entre ambas cámaras radica en su composición. Las cámaras compactas integran en una unidad, el cuerpo, objetivo y flash, están dirigidas a personas que requieren de una cámara económica y fácil de usar. Las réflex para uso odontológico, en cambio, tienen separado el cuerpo, el objetivo macro y el flash anular, son más caras que las anteriores y requieren de experiencia en fotografía (Fernández, 2005).

Actualmente, con el avance de la tecnología en medicina y odontología, las imágenes en tres dimensiones presentan cada día mayor asequibilidad. Gracias a esta disponibilidad de las imágenes en tres dimensiones no invasivas, los pacientes, clínicos y público en general tienen a su disposición una imagen más real (Arridge *et al.*, 1985; McCance *et al.*, 1992; Moss *et al.*, 1995). **(Fig. 3)**

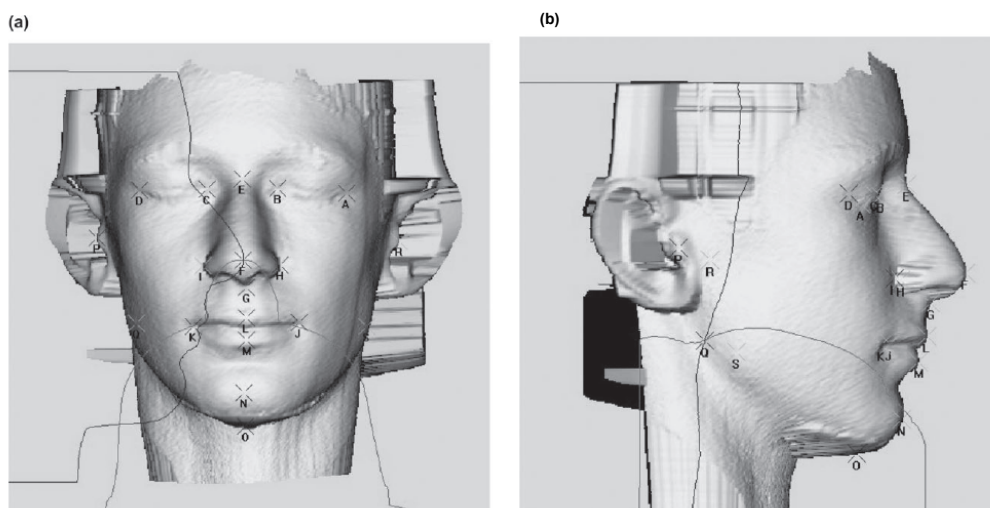


Fig 3. Visión de las referencias mediante el uso de escáner láser a) Frontal b) Lateral
(Lee *et al.*, 2007)

La obtención de valores en mediciones angulares como lineales se puede hacer mediante métodos de proyección tanto en tres como dos dimensiones. La gran debilidad del uso de antropometría computarizada en tres dimensiones es, principalmente, la cantidad de elementos que se requieren para utilizarla, mientras que estos elementos se reducen al utilizar imágenes en dos planos. Además el costo de la primera determina que la comunidad clínica continúe el uso de imágenes de dos dimensiones (Sforza, 2007).

Es por lo anterior, que la fotografía convencional es una buena alternativa ya que no es invasiva, es económica y accesible a los clínicos, además de poseer validez y estudios al respecto (Good *et al.*, 2006).

Además, el nivel de tecnología actual permite al odontólogo recopilar de manera efectiva y comprimida los exámenes complementarios para la historia clínica con el objetivo final de llegar a un diagnóstico acertado del estado específico de cada paciente, y así tener un seguimiento ordenado del tratamiento (Rosero, 2000).

Otras ventajas que presenta la fotografía digital son (Paredes et al., 2006):

- Se produce el correspondiente ahorro en el costo de películas, diapositivas y revelado.
- Existe la posibilidad de visualizar la imagen en el momento de la realización tanto en la pantalla LCD de la cámara como en el monitor del computador con posibilidad de modificarla, repetirla ó enseñarla al paciente en el mismo momento.
- El espacio físico necesario para almacenar las imágenes digitales es muy pequeño, sobre todo comparado con el almacenamiento tradicional de diapositivas.
- La localización de imágenes archivadas es mucho más rápida puesto que la disponibilidad de todas las imágenes digitales es mejor y más segura.
- Las copias de las imágenes se realizan de manera inmediata sin coste económico.
- Se puede enviar imágenes a cualquier lugar del mundo de manera inmediata. Puede utilizarse como método para realizar consultas entre diferentes profesionales sin necesidad de desprendernos de los originales.
- Las imágenes no se deterioran con el paso del tiempo como ocurre con las radiografías ó las diapositivas, aunque es necesario realizar copias de seguridad.
- Existe una mayor confidencialidad en el manejo de estas imágenes digitales frente a las fotografías tradicionales en cuyo procesado (toma de fotografías, revelado, etc.) intervienen más personas.
- Facilita las presentaciones mediante computador, habituales en todos los cursos y congresos, incorporándose las imágenes directamente a la presentación.
- Podemos delegar la realización de estas fotografías en el personal auxiliar de la clínica.

Aún frente al gran número de ventajas del uso de fotografía digital, se deben tener en cuenta los inconvenientes que ésta presenta: las fotografías digitales pueden ser retocadas ó manipuladas con diferentes programas de tratamiento de imágenes, y no tener el carácter probatorio que puede tener un negativo fotográfico (Fernández-Boza, 2004 citado en Paredes et al., 2006). Además la calidad de la fotografía digital está aumentando continuamente y la tecnología actual quedará obsoleta en algunos años, por lo que las cámaras que disponemos actualmente no pueden considerarse como algo que durará toda la vida (Fernández, 2005).

La fotografía clínica digital, al facilitar la documentación del tratamiento, no sólo otorga una herramienta clínica, sino también, legal. Esto considerando que el número de odontólogos involucrados en actividades legales es cada día mayor (Christensen, 2005).

Las imágenes pueden ser usadas en pacientes ansiosos o reacios al tratamiento. Sirven para la educación del mismo, con la posibilidad de mostrarle los posibles resultados, y facilitan la decisión del tratamiento (Christensen, 2005).

Distorsión Fotográfica

La distorsión se entiende como la diferencia entre la señal que entra a un equipo o sistema y la señal de salida del mismo. Por tanto, puede definirse como la “deformación” que sufre una señal tras su paso por un sistema. La distorsión puede ser lineal o no lineal.

El fenómeno de distorsión se produce en todo equipo óptico, desde una cámara fotográfica casera hasta un avanzado fluoroscopio para registrar imágenes médicas, son susceptibles a sufrir problemas de distorsión en su focalización y, por ende, en las imágenes que reproducen.

Obviamente, para algunos casos, un poco de distorsión en la imagen no produce ningún problema para los fines que se requiere, en otros, por ejemplo, es aceptable un ajuste manual de la lente para eliminar lo mayor posible el factor de distorsión y así reducirlo al punto de que sea casi imperceptible para el ojo humano.

Pero en casos mas técnicos y en investigación como la microscopía, el registro de imágenes médicas, la scanografía CT o la fluoroscopia entre otros, la distorsión es un problema que debe ser atacado con técnicas potentes de ingeniería, puesto que aun siendo imperceptible para la vista humana, dependiendo de la aplicación específica, se pueden generar problemas de gran envergadura en un proceso o en los resultados, gracias a una persistencia de distorsión leve en el equipo utilizado (Muñoz, 2007).

El problema de la distorsión como tal es un problema netamente físico donde intervienen las propiedades de las lentes y de los rayos de luz, en ocasiones imposible de solucionar en su totalidad debido a la complejidad en el manejo de medidas de ajustes de órdenes menores a las micras.

Al realizar la captura y el tratamiento digital de la imagen debe pasar por una serie de etapas antes de disponer de la información "codificada" de la imagen original ya que esta "pasa por las manos" de distintos componentes del sistema fotográfico (objetivo, película o sensor), y cada uno de esos componentes afecta de alguna manera la información original, produciéndose pérdidas en la misma, originándose de esta forma cierto grado de distorsión (Sánchez, 2004)

Por lo anterior, es necesario seleccionar correctamente las características del aparato que será utilizado, así como determinar los detalles para la obtención de la toma fotográfica.

Formato de archivos de imágenes y compresión

La información en imágenes se almacena, por lo general, en formato comprimido en la cámara. Los archivos de imágenes siempre son grandes y ocupan mucho espacio en el disco duro o en la memoria de la cámara. Puesto que la compresión de datos es la única forma de disponer de recursos de memoria aceptables, se han desarrollado diferentes procedimientos de compresión. Una compresión excesiva puede traer consigo pérdidas de calidad. (Von Bülow, 2003)

Entre tanto, han ido apareciendo incontables formatos de imagen y métodos de compresión. A continuación, citaremos solamente los más usuales y el primero mencionado es el archivo de almacenamiento de AutoCAD:

DWG: El nombre de la extensión .dwg proviene del inglés "drawing". Es el formato en el que se almacenan los dibujos realizados en el software AutoCAD®. Existen numerosas versiones de este tipo de archivo, dependiendo del año del software, y no siempre son compatibles entre sí. Los archivos de este tipo almacenan la información de dibujo en tres dimensiones de forma vectorial. (Manual de usuario AutoCAD® 2005, Autodesk)

JPEG (Joint Photographic Experts Group): Tiene la extensión .JPG o .JPEG en el nombre de archivo y es un procedimiento muy usado en internet porque permite un alto grado de compresión. Utiliza un método de compresión que reduce por vía matemática el número de colores (Von Bülow, 2003).

Este formato provee al usuario un buen compromiso entre calidad de la imagen y tamaño de la misma. Es el formato más comúnmente usado por las cámaras digitales (Busch 2005).

JPEG permite elegir entre distintas calidades de imagen que pueden ir de 0 a 10 o 0 a 15. Algunos editores de imagen simplifican estos rangos en tres categorías, Baja, Media o Alta calidad. Se debe tener cuidado ya que estas calidades no están estandarizadas y pueden variar de un editor a otro (Busch 2005).

GIF (Graphics Interchange Format): tiene la terminación .GIF y es también uno de los formatos preferidos por Internet. La gran desventaja de las imágenes GIF es que el formato no admite más de 256 colores. Por lo tanto, las imágenes que se almacenan mediante este procedimiento deben reducirse a este número de colores. GIF es el único formato que permite guardar varias imágenes en un archivo, recurso utilizado para crear animaciones. No se recomienda para fotografías convencionales (Von Bülow, 2003).

TIFF (Tag Image File Format): los archivos de este formato suelen terminar con .TIF o .TIFF. El formato ofrece dos opciones, por una parte, el formato sin comprimir, en el que la imagen se almacena directamente sin compresión y sin pérdidas de calidad; y por otra, la compresión LZW, que reduce el tamaño del archivo en un 20-40% sin peligro de que pierda calidad (Von Bülow, 2003).

TIFF es uno de los formatos sin pérdida que ya se está dejando de utilizar en el mundo de las cámaras digitales. Antiguamente, muchas de las cámaras ofrecían el formato JPEG, y además el TIFF como una opción de mayor calidad (Busch 2005).

Bitmap: los archivos bitmap terminan en .BMP y están muy extendidos porque pueden integrarse con gran facilidad en programas propios. Los archivos Bitmap con colores de alta calidad no pueden comprimirse y por tanto, ocupan mucho espacio en la memoria (Von Bülow, 2003).

BMP fue desarrollado por Microsoft como un mapa de bits estándar para Windows. Estos archivos pueden incluir intensidades de colores de hasta 24 bits (Busch 2005).

PNG (Portable Network Graphics): fue diseñado como un reemplazo del formato GIF, porque el algoritmo de compresión del archivo estaba patentado para esa época. Este formato no parece ser de mucho uso en la fotografía digital, a pesar de tener ciertas ventajas por sobre los formatos GIF e incluso JPEG (Busch 2005).

Lurawave: se trata de un nuevo formato de compresión que, comparado con JPEG no implica tanta pérdida de calidad. La fotografía comienza visualizándose a grandes trazos durante la descompresión, hasta que al término de la extracción, aparece con todos los detalles y con total nitidez (Von Bülow, 2003).

Resolución

La resolución de imagen indica cuánto detalle puede observarse en una imagen. El término es comúnmente utilizado en relación a imágenes de fotografía digital, pero también se utiliza para describir cuán nítida es una imagen de fotografía convencional.

Tener mayor resolución se traduce en obtener una imagen con más detalle o calidad visual. Para las imágenes digitales almacenadas como mapa de bits, la convención es describir la resolución de la imagen con dos números enteros, donde el primero es la cantidad de filas de píxeles (cuántos píxeles tiene la imagen a lo ancho) y el segundo es la cantidad de columnas de píxeles (cuántos píxeles tiene la imagen a lo alto).

Píxeles

El píxel es la menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital, ya sea una fotografía o incluso un video (Busch, 2007).

Su nombre deriva de *picture element* o elemento de imagen, y corresponden a pequeños cuadrados o rectángulos en color, blanco y negro o en escala de grises.

Las imágenes se forman como una matriz de píxeles, donde cada píxel forma un área relativamente pequeña respecto a la imagen total. **(Ver Tabla I)**

Para almacenar la información de una imagen, cada píxel se codifica mediante un conjunto de bits de una longitud determinada (llamada profundidad de color). Por ejemplo, un solo píxel puede codificarse con una profundidad de color de 8 bits, y esto permite que pueda tomar hasta 256 variantes de color (2 elevado a 8). En las imágenes fotográficas se suelen usar tres bytes (24 bits) para definir cada color de cada píxel, con esto pueden representarse 16.777.216 de colores. Este tipo de imágenes se denomina true color.

Resolución	Profundidad de la muestra	RAM para video
680x480	24 bits por píxel	1MB
800x600	16 bits por píxel	1MB
800x600	24 bits por píxel	2MB
1024x768	16 bits por píxel	2MB
1024x768	24 bits por píxel	4MB
1280x1024	24 bits por píxel	4MB

Tabla I. Memoria de acceso aleatoria para video necesaria para distintas resoluciones y profundidades de muestras. (Graber, 2003)

Los píxeles también se utilizan como unidad para medir la resolución de una pantalla, una imagen y de algunos dispositivos como por ejemplo las cámaras digitales (que utilizan los mega píxeles). En cuanto a las imágenes, estas pueden medirse a través del ancho y del largo en píxeles, por ejemplo una imagen de 800x600, lo que significa que está conformada por 480 mil píxeles.

Los píxeles entonces son los que capturan los detalles en las imágenes. En términos generales, mientras más megapíxeles hayan, mayor será la resolución de la imagen (Busch 2007). **(Fig.4)**

Un megapixel equivale a un millón de píxeles. La cantidad de megapíxeles que tenga una cámara digital define el tamaño de las fotografías que puede tomar y el tamaño de las impresiones que se pueden realizar. La abreviación utilizada para megapíxeles es MP (Busch, 2007).



Fig. 4. Ejemplificación de calidad de la imagen. Mientras más megapíxeles tenga la imagen, mayor será la nitidez. (Busch, 2007)

Condiciones de luz e Iluminación

La luz en la fotografía es de vital importancia, ya que sin ella sería imposible visualizar los objetos. Muy pocas veces se fotografían objetos que tengan luz propia, lo más normal es captar la luz que estos objetos reflejan.

La luz puede provenir de fuentes naturales y artificiales. La luz natural es más difícil de controlar pues cambia constantemente de intensidad, dirección, calidad y color. En cambio, con la luz artificial pueden controlarse todos estos parámetros, sin embargo es más cara y limita la extensión de la superficie a iluminar.

Las tomas realizadas en el exterior con cielo azul y en interiores muy iluminados se caracterizan por ser condiciones de luz óptimas. Con un tiempo caluroso, luz crepuscular o en interiores oscuros, las condiciones son sumamente desfavorables para realizar buenas fotografías (Von Bülow, 2003).

Si no hay suficiente luz, los focos halógenos constituyen una herramienta excelente, y muy económica, para iluminar objetos. No obstante conviene conseguir una distribución de luz uniforme (Von Bülow, 2003).

Podemos juzgar la calidad de la luz por las sombras que crea. Según este concepto podemos clasificarla en luz dura y luz suave. La luz dura proviene del sol pero cuando este no se encuentra tapado por las nubes. Este tipo de luz puede comprometer detalles ya que crea sombras muy marcadas. Por otra parte la luz suave, puede provenir de un día nublado, de una día muy temprano en la mañana o durante el atardecer. Esta luz reduce el contraste entre lo claro y lo oscuro y produce sombras tenues que permiten mantener la visibilidad de los detalles. (Simon, 2007)

Otro factor importante a considerar es la dirección de dónde proviene la luz. Variando la posición de la fuente lumínica pueden resaltarse los detalles principales y ocultarse los que no interesen.

Aunque las posiciones de la luz respecto al motivo y la cámara, pueden ser infinitas, todas ellas pueden incluirse en mayor o menor parte en unos de los tres tipos siguientes: La luz frontal, la luz lateral y la luz posterior o contraluz. (Simon, 2007)

La luz frontal es la dirección con la que la mayoría de los fotógrafos trabaja. La fuente de luz está por detrás de la cámara y apunta directamente al objeto. Otorga una iluminación decente y resuelve la mayoría de los problemas de exposición. (Simon, 2007). Esta dirección produce aplanamiento de los objetos, aumenta la cantidad de detalles pero anula la textura. Los colores se reproducen con gran brillo.

La iluminación lateral destaca el volumen y la profundidad de los objetos tridimensionales y resalta la textura; aunque da menor información sobre los detalles que la luz frontal y, además, aumenta el contraste de la imagen.

El contraluz convierte los motivos en siluetas lo cual puede resultar conveniente para simplificar un tema conocido y lograr su abstracción, a ello hay que añadir, además, la supresión que se consigue de los colores (Simon, 2007).

Estandarización Fotográfica

Dentro de los estudios basados en el uso de fotografía es necesario un correcto proceso de estandarización con el fin de hacer repetible los resultados, poder hacer correctas comparaciones entre fotografías de distintos individuos y, de esta forma, lograr un correcto análisis de los resultados.

La popularización del uso de las cámaras no profesionales para usos métricos ha determinado la necesidad de la calibración de las cámaras en un lugar privilegiado de estudio. Así, encontramos abundante literatura reciente que aborda este tema, aportando nuevas propuestas, aplicaciones y formulaciones.

Existen dos grandes campos de aplicación: la fotogrametría y la visión por computador. Por calibración, desde el punto de vista fotogramétrico, entendemos un proceso en el que tratan de determinarse los parámetros geométricos y físicos de la toma de las fotografías. En la visión computarizada la precisión métrica se relega en beneficio de la inmediatez y la automatización del proceso de calibración (Sánchez et al., 2004).

Para los tratamientos en que se realizará reconstrucción facial se hace muy importante la estandarización de la técnica. Es imperativo que el método sea aplicado correctamente para obtener análisis críticos y exactos de los resultados pre y postoperatorios. Además, permite emplear la fotografía como herramienta educativa y para aconsejar al paciente. Esto asegura la uniformidad en la evaluación y tratamiento de paciente en paciente y es parte integral de los registros médicos que son utilizados como documentos medicolegales (Henderson et al., 2005).

Dentro de la importancia de lograr la estandarización fotográfica están:

- Alcanzar consistencia en la fotografía
- Demostrar los detalles anatómicos relevantes para usarlo en la planificación de tratamientos en particular
- Obtener comparaciones precisas entre pre y postoperatorio (Henderson et al., 2005).

Dentro de los objetivos se encuentra la calidad. Al hablar de alta calidad se habla de una imagen perfectamente frontal y sin movimiento, con la mejor resolución posible y además suponiendo que el equipo está ubicado en la posición justa donde continuará registrando imágenes después de la calibración, por ejemplo, una cámara acomodada en su respectivo trípode (Muñoz, 2007).

Por todo lo anteriormente señalado, principalmente por los compromisos legales, es importante la confección del consentimiento informado cuando se realicen estos registros fotográficos (Henderson et al., 2005).

Cuando se toman las fotografías clínicas es importante el encuadre y se debe abarcar únicamente las estructuras que sean de interés para el clínico. No es conveniente abarcar mayor número de estructuras, que lejos de proporcionar mayor información distraen la vista del observador (Zamora, 2004).

El formato horizontal se obtiene al colocar la base de la cámara paralela al piso. Este formato se utiliza para encuadres que requieran una mayor longitud que altura. Las tomas que se realizan bajo este formato son la del arco superior, arco inferior, lateralidad derecha e izquierda (Zamora, 2004).

Por otro lado, el formato vertical se obtiene colocando la base de la cámara 90° del piso. Este formato se utiliza en encuadres que requieran una mayor altura que longitud. Todos los encuadres extraorales (faciales) se tornan con este formato así como el encuadre frontal (intraoral) y la sobremordida (Zamora, 2004).

Tanto en el formato vertical como en el horizontal, es importante mantener los brazos pegados al cuerpo, con esto se puede tener la certeza de que la cámara no se moverá durante el disparo. Si de esta forma no logramos estabilizar la cámara se puede hacer mediante el uso de un trípode.

La selección del fondo resulta de gran importancia. Este debe ser liso y preferentemente de color blanco o negro. No es común el uso de colores muy llamativos, ya que pueden distraer la vista del observador. El fondo blanco requiere mayor cuidado en las condiciones de iluminación, si estas no son adecuadas, es factible observar sombras, sobre todo en la foto de perfil, lo cual representa un verdadero inconveniente. Por otro lado, el fondo blanco puede distraer la vista del observador.

Contrariamente, el fondo negro elimina cualquier posible sombra y no distrae la vista del observador, sin embargo, tiende a oscurecer ligeramente la imagen, sobretodo en pacientes con tez oscura.

Una vez que se elige el color del fondo, resulta útil estandarizarlo a todos los pacientes para mantener cierta uniformidad en los registros (Zamora, 2004).

Para lograr obtener una buena imagen se busca una adecuada continuidad de luz, mantención de una luz constante a pesar de los cambios producidos durante el día, y continuidad de distancia focal, mantención de una misma distancia entre los individuos o más de una distancia siempre y cuando sea registrado como necesario. (Díaz, 2006)

Posición natural de la cabeza

Un punto importante al momento de realizar el registro fotográfico corresponde a la posición que adoptará la cabeza del paciente al momento de tomar la fotografía. Esto debe estar estandarizado para que en todas las fotografías los pacientes se encuentren en una misma posición.

La posición en la que el paciente coloca su cabeza al momento de la observación clínica determina en gran medida la apreciación del clínico (**Fig.5**). Las características frontales, así como el perfil del paciente, deben ser evaluados en lo que se conoce como “posición natural de la cabeza”. Esta posición se refiere a la orientación craneal que el paciente asume de forma natural, siendo una posición estable y repetible del ser humano, razón por la cual es la única posición confiable para realizar un análisis facial adecuado.

Esto se debe a que el eje de la visión de todos los mamíferos es paralelo al piso, siendo esta una característica necesaria para poder estar ubicados en tiempo y espacio. El ser humano es el único mamífero realmente bípedo, lo que hace que su caminar se ubique en equilibrio sobre una espina dorsal vertical. Este equilibrio de la cabeza, aunado al paralelismo que existe entre el eje de la visión y el piso, da como resultado la posición natural de la cabeza.

Durante la toma de fotografías faciales, esta posición se puede obtener pidiendo al paciente que se ponga de pie en una postura relajada y mirando al horizonte o colocando un espejo vertical frente al paciente y pidiéndole que se mire a los ojos (Zamora, 2004).

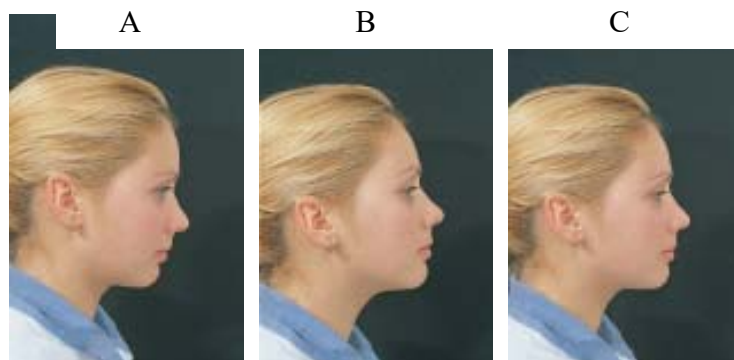


Fig 5. Diferentes posiciones que puede adoptar el paciente en una fotografía de perfil.

A. Cabeza inclinada hacia delante; B. Cabeza inclinada hacia atrás; C. Posición natural de la cabeza. (Bass, 2003)

Se logra registrar esta posición de las siguientes formas:

- 1) Radiografías laterales con sujetos sentados o de pie.
- 2) Fotográficamente con sujetos sentados o de pie.
- 3) Estimativamente
- 4) Combinando registros radiográficos con estimación de errores

Lundström y Lundström recomiendan el uso del método fotográfico fijando la cabeza del paciente con un cefalostato para hacer repetible la imagen y no someter al paciente a radiación (Lundström et al., 1995).

La toma de perfil requiere que el paciente asuma la posición natural de la cabeza, los labios relajados y la mandíbula en reposo. Para tener la certeza de que el perfil no se está tomando desde un ángulo equivocado (por detrás o por delante del paciente) se debe procurar que en la toma se observe la pestaña superior del ojo izquierdo. El enfoque debe estar dado a nivel del rabillo del ojo (Zamora, 2004).

Un correcto análisis de perfil es de vital importancia debido a que siempre se produce una variación de este parámetro al realizar procedimientos quirúrgicos maxilares y debe, por lo tanto, ser muy bien definido previo a la cirugía (Jaramillo, 2001).

III MEDICIÓN DE DIMENSIONES

Generalmente, las dimensiones a medir, también denominadas “variables o datos antropométricos”, se obtienen entre puntos singulares, definibles. Estos datos se dividen en dos categorías según exista o no movimiento durante la dimensión, en estático o estructural y dinámico o funcional, siendo los primeros más simples de analizar y, por lo general, se encuentran dentro de rangos conocidos según raza, sexo o población. (Norton y Olds, 2004)

Previo a la recolección de datos, se debe informar a los sujetos sobre qué mediciones se llevarán a cabo, y deberán completar un formulario de consentimiento como parte de los pasos preliminares del protocolo experimental. (Norton y Olds, 2004; Martins et al., 2009)

En cualquier estudio de investigación una cuestión clave es la fiabilidad de los procedimientos de medida empleados. Tradicionalmente, se ha reconocido una fuente importante de error de medida en la variabilidad entre observadores. A esto se le conoce como error interexaminador. En este sentido, dos aspectos distintos entran a formar parte típicamente del estudio de fiabilidad: una parte, el sesgo entre observadores, explicado de forma sencilla como la tendencia de un observador a dar consistentemente valores mayores que otro, y, se considera también, la concordancia entre observadores que quiere decir hasta qué punto los observadores coinciden en su medición. (Norton y Olds, 2004)

Existe también, el error intraexaminador, que depende de una adecuada calibración y conocimientos sobre el procedimiento por parte del evaluador.

En la medida que sea posible, se debería utilizar un asistente para que ayude al evaluador a anotar los datos. Es ideal que el ayudante conozca las técnicas de medición, ya que será capaz de verificar la precisión de ubicación del sitio y asegurar la secuencia correcta de los sitios de medición, disminuyendo así el número de errores. (Ngeow et al, 2009; Norton y Olds, 2004)

Algunos errores en la anotación podrían ocurrir debido a mala pronunciación por parte del evaluador, falta de atención del ayudante o falla del ayudante en seguir pasos estipulados, entre otros. Una forma de evitar estos errores de anotación es que el anotador repita el valor que está registrando, permitiendo al evaluador corroborar de inmediato algún error. Otra opción es la repetición de las mediciones (Norton y Olds, 2004). Otra forma es marcar correctamente los puntos que serán medidos (Ngeow et al, 2009)

En la literatura sobre errores de medición predominan 4 temas: precisión, confiabilidad, exactitud y validez.

La variabilidad observada en mediciones repetidas llevadas a cabo en el mismo sujeto determinan el nivel de precisión. Una elevada precisión se corresponde con una baja variabilidad de evaluaciones sucesivas. Esto implicaría una evaluación cercana al valor real. El indicar los valores de confiabilidad que no se miden en unidades, sino en coeficientes de correlación, permitirán reconocer parte de la utilidad del valor obtenido.

El grado al cual el valor medido se corresponde con el valor real se conoce como la exactitud de medición. Por último, la validez corresponde al grado por el cual una evaluación mide realmente una característica. En la antropometría, la validez no es algo totalmente relevante, ya que las variables que son medidas, por lo general, están bien definidas y no son conceptos abstractos. (Norton y Olds, 2004)

Todo lo anterior, nos lleva a reconocer la considerable necesidad de la antropometría manual de realizarse bajo un nivel de eficiencia basado en la experiencia (Kolar y Salter, 1997, citado en Edler et al., 2006), estudios acabados de las dimensiones a medir y, además, de disponibilidad de tiempo para llevarla a cabo, por lo que se ha sugerido el uso de métodos alternativos como la fotografía. (Edler et al., 2006) Las técnicas fotográficas han sido reconocidas como válidas al entregar una correcta identificación de los puntos escogidos para las mediciones, además de una correcta técnica fotográfica. (Farkas et al., 1980, citado en Edler et al., 2006)

Existen un gran número y tipo de mediciones que se pueden realizar en la cara. Dentro de éstas, si bien no son las únicas utilizadas, consideramos

importantes para un correcto diagnóstico, pronóstico y, posterior tratamiento el uso de las siguientes:

A) Medidas Lineales

La importancia de las líneas en la composición facial y dentofacial merece especial atención debido a que se han planteado que muchos factores que son parte de la armonía estructural o biológica dependen de la visualización de líneas.

Para el análisis de perfil también existe una serie de mediciones lineales que establecen ciertos parámetros de normalidad entre los que se encuentran, entre otros (Powell y Humphreys 1984, citados en Jain et al., 2004):

- Línea tangente a Glabella que se dirige a Nasion.
- Línea del dorso nasal, desde nasion hasta la punta de la nariz.
- Plano estético de Ricketts o línea nasomental, desde punta nasal hasta Pogonion.
- Línea de Holmund-Hellsing: línea que une el tragus con el canto externo del ojo.
- Línea de Camper: corresponde a aquella que se traza desde el borde superior del tragus de la oreja al borde inferior del ala de la nariz.
- Columela: es la porción de la nariz situada entre la base nasal (subespinal) y la punta de la nariz. La columela comprende el tabique cartilaginoso nasal y el tabique membranoso. (Graber et al, 2006)

El uso de estas mediciones va enfocado en el reconocimiento de la presencia de un patrón de armonía en el individuo o la ausencia de este con el fin de planificar en base a estos valores las acciones quirúrgicas u ortodóncicas que se realizarán.

Estas medidas lineales pueden ser analizadas también mediante el uso de razones entre segmentos dando origen a las proporciones. Lo primero que hay que hacer al estudiar las proporciones faciales es observar bien al paciente., examinando las características de su desarrollo y obteniendo una impresión general. Si se examina la cara (o cualquier otra región) fijándose apresuradamente en los detalles, se corre el riesgo de pasar por alto el aspecto general. (Proffit, 2001)

Basándonos en el supuesto de que lo antiestético es aquello que no es proporcionado o, por decirlo de otra forma, los rasos faciales desproporcionados y

asimétricos contribuyen notablemente a los problemas estéticos y funcionales faciales, mientras que los proporcionados son mejor aceptados. Debido a lo anterior, el reconocimiento de las proporciones es necesario para llegar a un resultado positivo tanto para el tratante como para el paciente.

Las proporciones faciales son estudiadas en dos perspectivas: frontal y perfil. Entre éstas encontramos las proporciones faciales verticales que pueden analizarse durante la exploración global de la cara, aunque a veces se ven más claramente de perfil. Una cara bien proporcionada se puede dividir en tres tercios verticales cuyos valores fluctúan entre los 55 y 65 mm: (Jaramillo, 2001; Proffit, 2001)

- Tercio superior, medido desde los puntos Trichion a Glabella
- Tercio medio, medido desde los puntos Glabella a Subnasal
- Tercio inferior, medido desde los puntos Subnasal a Mentón

Este balance vertical guarda una estrecha relación con la oclusión dentaria, la musculatura facial y las articulaciones temporomandibulares, existiendo estudios que comprueban que la alteración de algunos de estos pilares se ve reflejada sobre la relación de los tercios faciales.

Algunos autores debido a la variabilidad de la ubicación del punto Glabella usan el punto Nasion blando para relacionar los tercios. (Jaramillo, 2001)

La proporción existente entre estos tres segmentos es de 1:1:1, el conocimiento de éstos permite relacionarlos entre si y reconocer la proporcionalidad facial del individuo estudiado.

Dentro del estudio de la cara, podemos analizar el tercio inferior con mayor especificidad, dividiéndolo en tres partes, la superior que va desde el punto Subnasal a Stomion superior y corresponde a la tercera parte del tercio inferior, mientras que la inferior corresponde a los dos tercios restantes y se mide desde Stomion inferior a mentón.

Existen otros autores que prefieren dividir el tercio inferior en dos, manteniendo los límites en Subnasal, Stomion superior e inferior y mentón, pero los relacionan en una proporción de 1:2. (Jaramillo, 2001)

El estudio tanto de segmentos como de proporciones permite relacionar e forma concreta las estructuras de la cara, acercándonos a un diagnóstico más claro, lo que permitirá en un futuro, obtener resultados más certeros tras una correcta planificación.

B) Medidas Angulares

Existen un gran número de ángulos estudiados por los investigadores para analizar el perfil facial, entre estos encontramos los ángulos: mentocervical, facial, nasofrontal, nasal, nasolabial, entre otros. Describiremos a continuación únicamente el ángulo nasolabial que será utilizado como variable a medir dentro de esta investigación.

Ángulo nasolabial

Este mide la inclinación de la columela en relación al labio superior. El ángulo se mide entre una línea tangente al punto más anterior de la columela que llega al punto subnasal, es decir, donde la columela se une con el labio superior, y una línea que corta a subanasal y al borde mucocutáneo del labio superior (Jaramillo, 2001; Narea et al., 1998; Carbajal y Lira, 2001).

Normalmente, los valores de este ángulo son entre 90° y 110°. Estos valores se ven afectados, principalmente, por las características anatómicas de la nariz, dependiente de cada paciente. Es difícil de estandarizar debido a alteraciones de forma o proyección, que pueden generar dificultades al decidir el tipo de tratamiento que requiere el paciente, pudiendo llegar a resultados desfavorables (Jaramillo, 2001).

Este ángulo es dependiente de dos estructuras individuales que son la nariz y el labio superior; de estas dos estructuras la más difícil de estandarizar es la nariz porque pequeñas alteraciones de la forma, proyección o punta nasal no son fácilmente diagnosticables y pueden afectar significativamente a este ángulo; por ejemplo, una nariz respingada en presencia de un labio normal generará un ángulo nasolabial obtuso o abierto, lo cual en manos de un equipo quirúrgico poco experto podría llevar a una corrección de la posición anteroposterior del labio superior con la finalidad de cerrar el ángulo, lo que llevará a un resultado totalmente desfavorable (Narea et al., 1998).

La morfología del ángulo nasolabial es una función de diversas características anatómicas. La prominencia del maxilar tiende a producir un ángulo nasolabial agudo, y la retrusión del maxilar suele dar lugar a un ángulo nasolabial obtuso, aunque dicho ángulo se ve mucho más afectado por la forma nasal en sí misma (Graber, 2006).

Si pensamos en el labio superior y su proyección anteroposterior, esta no sólo está influida por la posición ósea del maxilar, sino también por el grosor de los tejidos blandos y por la inclinación de los dientes incisivos; estas variables son de suma importancia en el diagnóstico facial del paciente.

Este ángulo puede ser modificado quirúrgicamente por el cirujano máxilofacial movilizándolo el maxilar superior en todos los sentidos del espacio y

retocando la espina nasal anterior en el intraoperatorio; puede ser variado por el ortodoncista mediante extracciones, movilizaciones e inclinaciones dentarias y por el cirujano plástico mediante rinoplastías (Jaramillo, 2001).

La punta nasal alta conlleva a un ángulo nasolabial obtuso, mientras que una posición baja de la punta nasal contribuye a un ángulo agudo. Ambos problemas se pueden corregir con una rinoplastía.

El grosor labial es una característica mayormente relacionada con la etnia del individuo. Un labio grueso entrega un agudo ángulo nasolabial, mientras uno delgado conlleva a la formación de un ángulo plano.

En conclusión, este ángulo es una medida importante para determinar las displasias maxilares en la dimensión anteroposterior, aunque puede variar de acuerdo con la inclinación que guarde la columela de la nariz. Un ángulo agudo se puede tratar con retracción quirúrgica del maxilar, retroinclinación ortodóncica de los incisivos o una combinación de ambos procedimientos. Un ángulo nasolabial obtuso sugiere una protrusión maxilar, tratamiento de protrusión de los incisivos superiores o ambos. Esto permite considerar un avance quirúrgico del maxilar, la preinclinación ortodóncica de los incisivos o una combinación de ambos procedimientos (Zamora, 2004).

IV INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Según la naturaleza del intervalo a medir, se definirán los instrumentos a utilizar.

Para medir dimensiones lineales o transversales del cuerpo se utilizan los antropómetros, varillas graduadas a las que se pueden acoplar reglas especiales para medir diámetros. Los compases y calibres son para medir grosores y espesores, así como distancias entre puntos. La cinta métrica es para medir perímetros, mientras el uso de goniómetros y flexómetros permiten la medición de ángulos. (Farrer et al., 1995; Martins et al., 2009; Ngeow et al, 2009)

Los estudios poblacionales realizados por los antropólogos T.L Woo, G.M Motant (1934), Debetz y Alexeev (1967), Howells, Gill, Rhine y otros entre 1986 y 1990 evidencian que los principales rasgos craneométricos diferenciadores son las medidas de proyección, cuyos ángulos se obtienen mediante el uso de un compás de coordinación (simómetro) y el goniómetro facial obteniendo el grado de pronunciamiento o perfilación del esqueleto facial, huesos nasales, pómulos y porción alveolar. La obtención de los valores angulares mediante este método permiten realizar diagnósticos diferenciales entre los cuerpos estudiados (Rodríguez, 1994)

Podemos definir la existencia de instrumentos de medición manual análogos o electrónicos e instrumentos de medición indirecta, como los software computacionales.

A) MANUAL

Para lograr una correcta y más exacta medición de los ángulos faciales, se ha utilizado por varios años un instrumento conocido como goniómetro.

El goniómetro es un transportador de 180° a 360° con un eje que une dos brazos. Uno de los brazos es fijo y el otro se mueve alrededor del eje o fulcro del transportador utilizado para medir o construir ángulos. Este instrumento permite medir ángulos entre dos objetos, tales como dos puntos de una costa, o un astro - tradicionalmente el Sol- y el horizonte (Klarkson, 2003). **(Fig.6)**

Por otro lado, para llevar a cabo las mediciones lineales en forma directa en la cara del paciente se utilizan diferentes instrumentos, entre los que encontramos las huinchas de medición y el pie de metro. **(Fig 7.)**

El pie de metro es un instrumento de medida lineal de gran utilidad en el taller, por medio del cual se pueden controlar medidas de longitud exteriores, interiores y de profundidad. Su precisión es de $1/10$ mm, $1/20$ mm. y $1/50$ mm.

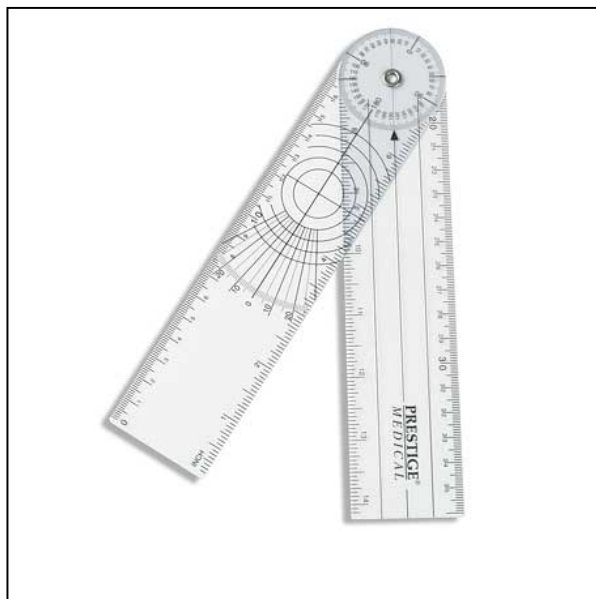


Fig.6 Goniómetro transparente

Estos instrumentos se construyen normalmente de acero inoxidable, ya que corresponde a un material de gran resistencia a la deformación y al desgaste. Está constituido por dos partes principales, el cuerpo fijo y el móvil, en este último se encuentra el Nonio. El Nonio representa una característica principal en el pie de

metro ya que es en el que se efectúa las medidas con aproximaciones inferiores a un milímetro.

Este mismo instrumento lo encontramos en su versión digital que requiere de calibraciones periódicas para ser realmente exacto. (Norton, 2004) (**Fig.8**)

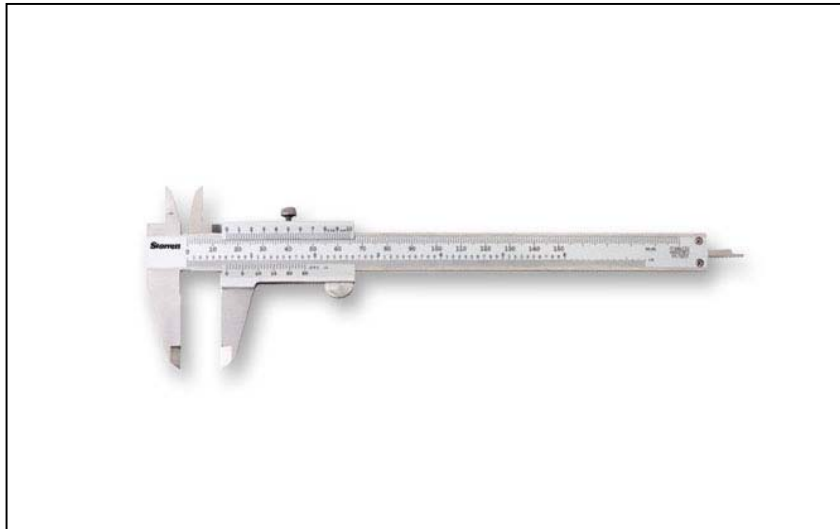


Fig 7. Pie de metro

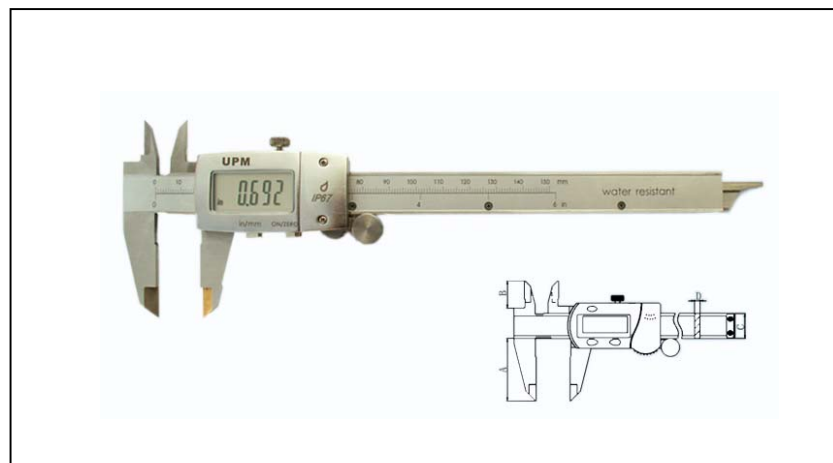


Fig 8. Pie de metro digital.

B) SOFTWARE AUTOCAD®

AutoCAD® o auto *Computer Aided Design* es un programa de diseño técnico asistido por computador. Este software comercializado y producido por la empresa Autodesk, permite realizar dibujos en dos y tres dimensiones.

AutoCAD® puede ser instalado en el computador de manera rápida y sencilla, ya que incluye un asistente de instalación que se inicia inmediatamente después de insertar el CD.

Entre las aplicaciones más notables de AutoCAD®, están:

- Delineación cómoda, precisa y rápida.
- Diseño de proyectos técnicos en 2D y 3D.
- Modificaciones de diseños.
- Trazado de los diseños creados.
- Cálculo de las propiedades físicas de los elementos.
- Generación de imágenes fotorrealistas
- Infografía y marketing

Este software computacional incluye una base de datos de figuras geométricas que permite realizar dibujos en una pantalla gráfica. Además permite incorporar archivos fotográficos externos y trabajar en ellos incorporándoles, líneas, rectángulos, e incluso textos.

Funciona mediante órdenes dadas por el usuario a través del computador. Dentro de esas “órdenes” tenemos la realización de coordenadas, líneas, círculos, zoom, polígono, texto, entre otras. La orden línea permite unir puntos, ejemplo de punto A a punto B y determinar la distancia a escala.

Es un programa vectorial, es decir trabaja a escala; se puede dibujar y modificar cualquier trazado evitando que la imagen se distorsione, que es el principal problema de trabajar con megapíxeles y que en muchos estudios facilita el escalado y análisis fotográfico.

Los archivos realizados o modificados en AutoCAD® se guardan bajo la extensión de *.dwg*, sin embargo existe también la posibilidad de guardar los archivos en otros formatos para mantener una compatibilidad con otros software de diseño y dibujo.

AutoCAD® incluye un sistema de ayuda que facilita las tareas del usuario. Dentro de las funciones más destacadas de este sistema de ayuda son la posibilidad de buscar palabras relacionadas con el problema y de contener ficheros con información variada, como lo son conceptos, instrucciones paso a paso de procedimientos y una lista de referencias a temas relacionados.

Existen muchas versiones, ya que se remonta al año 1982 y desde entonces se han realizados numerosos cambios en el diseño mismo del programa y en la actualización de aplicaciones.

Actualmente, se encuentra en el mercado una versión de AutoCAD® actualizada por año, cada una con un manual explicativo para el usuario. Algunas versiones pueden ser obtenidas desde Internet, pero, además de ser ilegales, no

cuentan con las actualizaciones periódicas que facilita Autodesk. Sin embargo, la empresa productora, facilita en su página web una versión demo del programa para que el usuario inexperto lo conozca y para que el que ya conoce el programa pueda ver sus nuevas aplicaciones.

Existen cursos de uso de AutoCAD® e incluso videos que permiten adquirir un nivel más profesional de diseño en el programa. No es objetivo de este trabajo utilizar todas las aplicaciones de AutoCAD®, por lo que utilizando el manual de instrucciones, es posible realizar los objetivos planteados en el trabajo. (Manual de usuario AutoCAD® 2005, Autodesk)

Se ha demostrado que existen diferencias en las mediciones realizadas con un software computacional comparada con las medidas directas, cómo podría esto afectar la práctica? En esta situación, se ha determinado que, aun cuando existe significancia estadística frente a algún resultado, no significa necesariamente que las diferencias sean clínicamente relevantes.

Aparece el cuestionamiento, entonces, de las posibles variaciones en las mediciones que podrían existir al traspasar un cuerpo tridimensional a una imagen bidimensional a través del uso de la fotografía y su medición mediante un software computacional como es AutoCAD.

Al tomar medidas de mayor longitud en ortodoncia o planificación de implantología, se observaron diferencias menores de 0,1 mm, al comparar un software computacional con mediciones directas, lo cual, clínicamente, es insignificante. Pero es también importante reconocer que en ante una situación en que se hacen mediciones a pequeña escala, las diferencias observadas entre el sistema computacional y la medición directa podrían tener mayor implicancia en el actuar clínico. (Ballricka et al., 2008)

Al utilizar tecnologías computacionales es importante considerar la diferencia entre los conceptos de exactitud de medición y resolución espacial. La exactitud de medición indica si el programa logra detectar la distancia real entre dos objetos separados. Mientras la resolución espacial es la habilidad del programa de separar dos objetos que se encuentran muy cercanos. La resolución espacial del programa determinará la distancia mínima entre dos objetos para ser diferenciados. Esto se puede observar en los estudios de Ballricka (2008) donde a través del uso de un software computacional tridimensional explica que al pasar el valor de la resolución espacial lograda por el software, este no será capaz de diferencias dos objetos como diferentes.

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

“No existen diferencias significativas entre las medidas del perfil facial obtenidas a partir de la medición directa en el paciente y medición sobre fotografía digital analizada con software computacional AutoCAD”

OBJETIVOS

Objetivo principal:

“Determinar la existencia de discrepancia entre el análisis del perfil facial medido a través del uso del Software computacional AutoCAD sobre fotografía digital y la medición directa en el paciente”

Objetivos Específicos:

- Determinar las discrepancias entre las mediciones lineales realizadas en AutoCAD y las realizadas en forma manual
- Determinar las discrepancias entre la medición angular realizada en AutoCAD y las realizada en forma manual
- Determinar las discrepancias entre las proporciones realizadas en AutoCAD y las realizadas en forma manual
- Observar la distorsión de la imagen fotográfica digital comparada con los valores reales faciales.
- Demostrar la utilidad clínica del registro fotográfico y su análisis en el software AutoCAD como método de obtención de medidas faciales.

SUJETOS Y MÉTODOS

I SUJETOS

Universo

El universo de este estudio corresponde a todos los alumnos matriculados en la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso del año 2009, que cursen entre primer y sexto año, de ambos sexos, entre 18 y 30 años.

La selección de este universo se debe, principalmente a que se trata de un grupo de individuos homogéneos, de fácil localización para trabajar en las dependencias de la facultad, que cumplen con lo necesario para llevar a cabo el estudio.

Muestra

La muestra se obtuvo a partir de los criterios de desviación estándar de 9,5 y una media de 96,6 del estudio de Namura et al., 2008: "The effects of PNF Training on the facial profile", lo que corresponde con un error alfa de 0,01 y un error beta de 0,05 con una potencia de 0,95. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \left[\frac{(z\alpha + z\beta) s}{d} \right]^2$$

Se seleccionarán, entonces, 64 alumnos con un grado de confiabilidad del 99 %, sobreestimando la muestra en un 10% por posibles pérdidas, utilizando la tabla de números aleatorios.

Los criterios de inclusión serán:

- Alumnos de Odontología de la Universidad de Valparaíso que se encuentren cursando entre primero y sexto año.
- Mayores de 18 años.
- Alumnos que autoricen su participación en el estudio.

Los criterios excluyentes serán:

- Alumnos que tengan barba y no quieran recortarla.

Tipo de Estudio

La siguiente investigación corresponde a un estudio analítico mediante el cual se pretende determinar la validez del uso de un programa computacional, AutoCAD, para mediciones de tejido blando del perfil facial sobre fotografías digitales traspasadas al computador comparado con el análisis de las mismas referencias en forma manual y medidas directamente en la cara del sujeto de estudio.

Variables

- Ángulo nasolabial
- Columela
- Tercios faciales
- Tercio inferior facial
- Proporción de tercios faciales

Nombre de la variable	Tipo de variable	Escala	Instrumento de medición
Ángulo nasolabial	Cuantitativa continua	Grados	Goniómetro / AutoCAD
Columela	Cuantitativa continua	Milímetros	Pie de metro/ AutoCAD
Tercios faciales	Cuantitativa continua	Milímetros	Pie de metro/ AutoCAD
Tercio inferior facial	Cuantitativa continua	Milímetros	Pie de metro/ AutoCAD
Proporción de tercios faciales	Cuantitativa discreta	Razón	Calculadora / AutoCAD

Unidad de estudio

La unidad de estudio corresponde al perfil facial del sujeto.

II MÉTODO

Recolección de datos

A cada unidad de estudio se le tomó una fotografía digital estandarizada del perfil facial derecho en colores con una cámara digital modelo Sony Cybershot DSC-H3, de 8.1 megapíxeles, posicionada en forma vertical sobre un trípode de 1 mt de longitud ajustable. El trípode permitió controlar la estabilidad y correcta altura de la cámara. (Fernández et al., 2004) Se utilizó el zoom a la mitad (5x), con una imagen en tamaño 5M, es decir para obtención de imágenes hasta copias tamaño A4. No se utilizó flash.

Las imágenes fueron tomadas por un solo operador, evitando así los errores interexaminador. La fotografía se obtuvo a 1,5 metros de distancia entre el individuo y la cámara.

Para cumplir con los conceptos de continuidad de luz y continuidad focal se eliminó la luz natural evitando así alteraciones en la imagen que podrían interferir con las luces artificiales que serán utilizadas. (Díaz, 2006)

Se utilizaron dos fuentes lumínicas artificiales, una fuente o luz principal y una luz de relleno lateral. (**Fig. 9**)

1) Luz frontal principal: Halógena de 300 watts ubicada frente al sujeto a la misma altura que la cámara fotográfica. A una distancia de 1,5 mts del sujeto a fotografiar.

Elimina casi totalmente las sombras que de otro modo permitirían moldear los volúmenes del rostro. Es la iluminación de rostro más cómoda que existe, ya que no importa la posición de la cámara ni la dirección de la cabeza del modelo, las sombras siempre desaparecerán.

2) Luz de relleno lateral: Lámpara de ampolla de 60 watts, ubicada a la altura de la cara del sujeto a fotografiar. Se ubicó en el costado derecho de la cámara fotográfica, en relación a 90 grados de la luz principal a una distancia de 1mt del sujeto a fotografiar.

Esta segunda fuente de luz tiene el propósito de suavizar las sombras proyectadas por la luz principal. Obtenemos detalles tras las sombras que proyectaba la luz principal, pero manteniendo la estructura de sombras. Nos permite acercarnos más a lo que sería la iluminación natural.

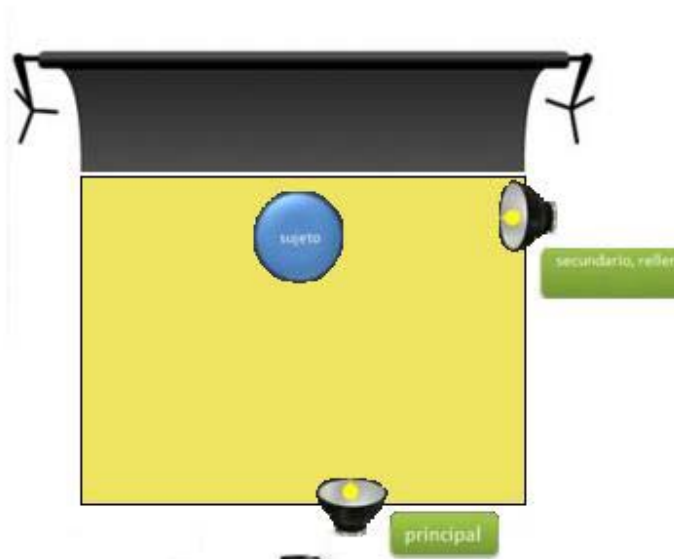


Fig. 9. Esquema de posición de luces utilizado en la tesis.

Además de las fuentes de luz se utilizó un fondo de color opaco por detrás del sujeto para dar contraste y suavizar el fondo. La idea de utilizar un fondo opaco, es evitar que éste refleje la luz principal, y de esta forma concentrar la iluminación del rostro del sujeto, al perfil elegido para fotografiar.

Se determinaron para el estudio la medición del ángulo nasolabial y los siguientes segmentos: Columela, Trichion - Nasion, Nasion - Subnasal, Subnasal - Mentón, Subnasal -Labio superior y Labio superior - Mentón.

El ángulo se midió en grados mediante el uso de un goniómetro. Los segmentos se midieron en milímetros mediante el uso de un pie de metro.

Para el análisis de los ángulos y segmentos a estudiar se marcaron seis puntos de referencia: Trichion (Tr), Nasion (N), Subnasal (Sn), Mentón (Me), Punta Nasal (Pn) y Labial superior (Ls). Además, se marcó una línea recta de 20 mm en la sien derecha, esto se utilizó para el escalado fotográfico.

Los puntos de referencia se marcaron en el sujeto ubicado de pie, en oclusión céntrica, sin zapatos, mirando al fondo de la sala. Esto se realizó mediante el uso de un marcador geográfico negro de punta fina (1 mm) Para realizar la marca de 20 mm se utilizó un pie de metro y el marcador negro. Esto lo llevo a cabo un segundo operador.

Una vez realizadas las marcas, el paciente se ubicó de pie, con su cabeza en posición natural, en oclusión céntrica con cierre labial no forzado, con el pelo tomado para despejar el cuello, y sin accesorios para la medición directa y la toma de la fotografía de perfil.

Para lograr la posición natural de la cabeza en el paciente se le solicitó que mirará sus pupilas en un espejo de 25 x 25 cm que se encontraba a 1.5 mts del sujeto y se le pidió que mantuviese esa posición el mayor tiempo posible. (Sforza et al., 2007)

Se procedió a medir tanto los ángulos como los segmentos en forma directa en la cara mediante el uso de goniómetro y pie de metro. El registro de los valores los llevó a cabo el mismo examinador que tomó las fotografías. Posteriormente, un tercer operador traspasó las fotografías obtenidas al computador desde la cámara digital.

Después del traspaso de las imágenes, éstas fueron analizadas mediante el uso del software computacional AutoCAD 2007, para el sistema operativo Windows. Se analizaron los mismos ángulos y segmentos previamente medidos en forma manual en el paciente.

Pasos:

- **Paso 1:** ubicación del paciente para marcar los puntos de referencia.
- **Paso 2:** ubicación del paciente en posición natural de la cabeza.
- **Paso 3:** toma de la fotografía digital del perfil del paciente en la posición anteriormente descrita con la cámara ubicada a 1,5 metros.
- **Paso 4:** medición de segmentos. Los valores serán registrados y almacenados en un ficha confeccionada en Word para cada paciente.
- **Paso 5:** medición del ángulo nasolabial mediante el uso de un goniómetro; los valores obtenidos serán registrados y almacenados en una ficha confeccionada en Word para cada paciente.
- **Paso 6:** traspaso de las imágenes al computador y análisis computacional de las fotografías.

Análisis Estadístico

Los valores, tanto en milímetros como en grados, obtenidos a partir de las mediciones realizadas en forma directa sobre el paciente, fueron introducidos a una tabla Excel. Así mismo, los valores obtenidos posterior al análisis de imágenes en el programa AutoCAD, fueron agregados a la tabla confeccionada previamente. Los datos obtenidos son de tipo cuantitativo, y se agruparon en dos columnas de datos pareados; la primera para los datos obtenidos tras la medición manual, y la segunda para los datos obtenidos con AutoCAD. **(Anexo 2)**

El análisis estadístico consistió en realizar inicialmente un análisis exploratorio de datos, entregando algunas estadísticas descriptivas de interés que resuman la información de los alumnos examinados.

Posteriormente, se procedió a analizar si existen diferencias significativas entre las mediciones realizadas en forma manual y mediante el uso de AutoCAD.

Para las comparaciones, se verificó si se cumplía con el supuesto de normalidad en cada una de las variables de interés mediante el test de "Shapiro-Wilks". Al comprobar la normalidad de los datos, que resultaron ser paramétricos, se aplicó el Test t de comparación de medias para las dos mediciones. Los resultados del test se encuentran insertos en la Tabla II, donde se puede ver que el supuesto de normalidad se cumplió en todas las mediciones, con un 99% ($\alpha = 0,01$), valor- $p \geq 0,01$, lo que permitió realizar la comparación de medias a través del "test t", que consiste en la siguiente hipótesis:

$$H_0 : \mu_{\text{manual}} = \mu_{\text{AutoCAD}} \quad \text{vs} \quad H_1 : \mu_{\text{manual}} \neq \mu_{\text{AutoCAD}}$$

Los análisis estadísticos y los gráficos se llevaron a cabo en el software estadístico Stata 9.2., 2006.

Lugar	Medición	Obs	z	Valor-p
Trichion Nasion	Manual	64	-0,704	0,759
	AutoCAD	64	-0,881	0,811
Nasion Subnasal	Manual	64	-0,075	0,53
	AutoCAD	64	0,058	0,477
Subnasal Menton	Manual	64	1,157	0,124
	AutoCAD	64	-0,2	0,579
Subnasal Labio Superior	Manual	64	-0,343	0,634
	AutoCAD	64	1,501	0,067
Labio Superior Menton	Manual	64	-0,256	0,601
	AutoCAD	64	-0,445	0,672
Columela	Manual	64	-2,145	0,984
	AutoCAD	64	0,693	0,244
Ángulo	Manual	64	0,253	0,4
	AutoCAD	64	-1,5	0,933

Tabla II. Resultados Test "Shapiro Wilks"

RESULTADOS

Descripción global de la muestra

La primera parte del análisis estadístico consiste en proporcionar estadísticas descriptivas de la globalidad de los alumnos examinados, para cada una de las mediciones realizadas ya sea manualmente o mediante el Software AutoCAD.

Posteriormente al análisis estadístico, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la Tabla III se observa que el promedio calculado para la distancia entre Trichion y Nasion es de 59,81 mm. con una desviación estándar de 6,95 mm. en el caso de la medición manual y un 59,82 mm. con una desviación estándar de 7,05 mm. para la medición del Software AutoCAD. El coeficiente de variación para cada una de las mediciones no es muy distinta una de otra, por lo tanto se puede decir, que ninguna medición resulto mas homogénea.

Tabla III: Estadísticas descriptivas de la distancia entre Trichion y Nasion, para la medición manual y AutoCAD.

Trichion- Nasion	Promedio	Desv. Est.	C.V	Mín	Máx.
Manual	59,81	6,95	11,62%	41	76,5
AutoCAD	59,82	7,05	11,79%	42,9	77,8

Fuente: Base de datos "Tesis Análisis Facial". Año 2009.

La Tabla IV muestra que el promedio de la distancia entre Nasion y Subnasal es levemente superior en la medición de AutoCAD que en la medición manual, teniendo además, mayor variación.

Tabla IV: Estadísticas descriptivas de la distancia entre Nasion y Subnasal, para la medición manual y AutoCAD.

Nasion- Subnasal	Promedio	Desv. Est.	C.V	Mín	Máx.
Manual	54,79	3,65	6,66%	45	62
AutoCAD	55,08	3,99	7,24%	46,4	63,5

Fuente: Base de datos "Tesis Análisis Facial". Año 2009.

La Tabla V muestra que el promedio de la distancia entre Subnasal y Menton es levemente superior en la medición de AutoCAD que en la manual, teniendo en cuenta además, que tiene menor variación.

Tabla V: Estadísticas descriptivas de la distancia entre Subnasal y Menton, para la medición manual y AutoCAD.

Subnasal-Menton	Promedio	Desv. Est.	C.V	Mín	Máx.
Manual	62,64	6,11	9,75%	51	76
AutoCAD	62,79	6,06	9,65%	48,7	75,4

Fuente: Base de datos "Tesis Análisis Facial". Año 2009.

La Tabla VI muestra que el promedio de la distancia entre Subnasal y Labio Superior es levemente superior en la medición de AutoCAD que en la manual, teniendo además, mayor variación.

Tabla VI: Estadísticas descriptivas de la distancia entre Subnasal y Labio Superior, para la medición manual y AutoCAD.

Subnasal- Labio Superior	Promedio	Desv. Est.	C.V	Mín	Máx.
Manual	14,32	2,27	15,85%	10	20
AutoCAD	14,37	2,33	16,10%	10,1	20,4

Fuente: Base de datos "Tesis Análisis Facial". Año 2009.

La Tabla VII muestra que el promedio de la distancia entre Labio Superior y Menton es levemente superior en la medición manual que en el AutoCAD, teniendo además, menor variación.

Tabla VII: Estadísticas descriptivas de la distancia entre Labio Superior y el Menton, para la medición manual y AutoCAD.

Labio Superior - Menton	Promedio	Desv. Est.	C.V	Mín	Máx.
Manual	48,46	4,91	10,13%	39	60
AutoCAD	48,32	4,97	10,20%	37,6	59,3

Fuente: Base de datos "Tesis Análisis Facial". Año 2009.

La Tabla VIII muestra que el promedio de la distancia de Columela es levemente superior en la medición manual que en la del AutoCAD, teniendo además, mucha mayor variación.

Tabla VIII: Estadísticas descriptivas de la distancia de Columela, para la medición manual y Auto-CAD.

Columela	Promedio	Desv. Est.	C.V	Mín	Máx.
Manual	16,52	1,94	11,74%	12	21
AutoCAD	16,17	1,61	9,96%	13,1	20,1

Fuente: Base de datos "Tesis Análisis Facial". Año 2009.

La Tabla IX muestra que el promedio del Ángulo es superior en la medición de AutoCAD que en la manual, teniendo además, mucho mayor variación.

Tabla IX: Estadísticas descriptivas del Ángulo, para la medición manual y AutoCAD.

Ángulo	Promedio	Desv. Est.	C.V	Mín	Máx.
Manual	112,5	6,25	5,55%	100	130
AutoCAD	114,16	8,08	7,08%	96	136

Fuente: Base de datos "Tesis Análisis Facial". Año 2009.

A continuación se muestran gráficos apropiados para cada una de las distancias medidas en los alumnos, separadas entre la medición manual y la medición utilizando el Software AutoCAD, para después realizar un test de diferencias de medias y determinar la discrepancia entre ambas técnicas.

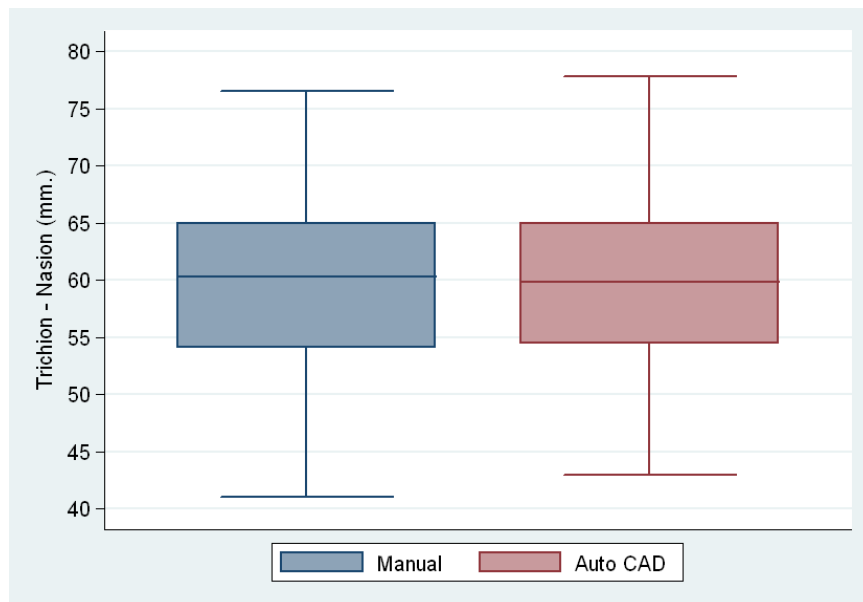
Para lograr observar de mejor forma los resultados, se ordenaron en tres grupos: lineales, angulares y proporcionales.

1) Mediciones lineales

El Gráfico 1 muestra un gráfico Box-plot, donde muestra como se distribuyen las distancias entre Trichion y Nasion en las dos mediciones realizadas (Manual y AutoCAD), y se puede ver que prácticamente no existe diferencia entre ambas.

Ahora bien, al realizar el “test t” de diferencias de medias, el valor-p fue de 0,9664, es decir, no se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, y por lo tanto, se concluye que no existe diferencia significativa en ambas mediciones.

Gráfico 1: Box-Plot de la distancia entre Trichion y Nasion, para la medición manual y AutoCAD.

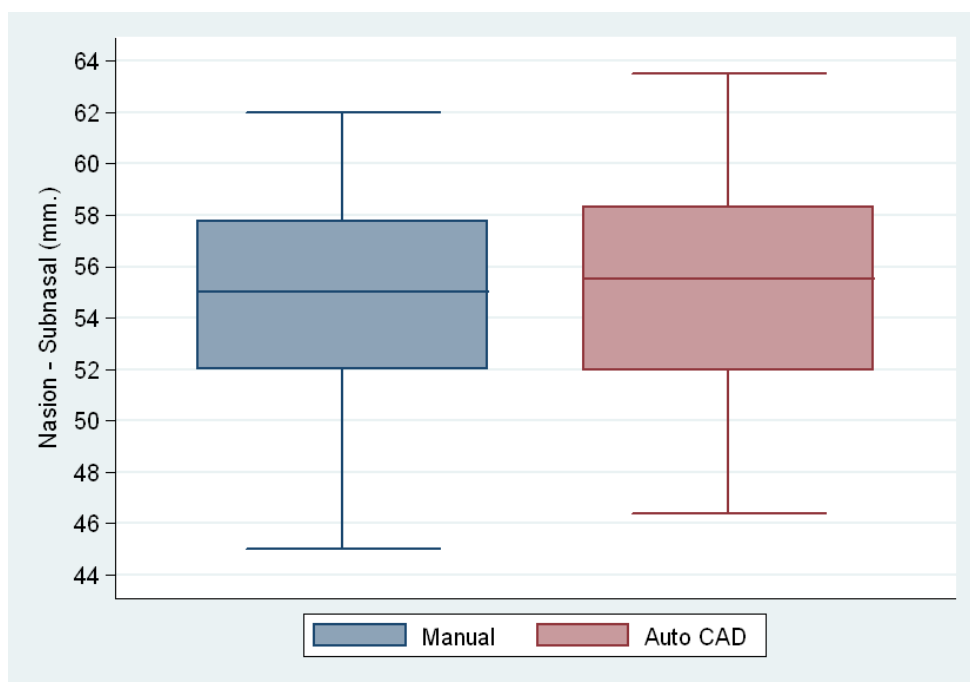


Fuente: Base de datos “Tesis Análisis Facial”. Año 2009

En el Gráfico 2 se puede observar al igual que en el caso anterior, un gráfico Box-plot, donde se muestra como se distribuyen las distancias entre Nasion y Subnasal en las dos mediciones realizadas (Manual y AutoCAD), y se puede ver que levemente es superior en la medición realizada por el AutoCAD que manual.

Ahora bien, al realizar el “test t” de diferencias de medias, el valor-p fue de 0,0961, es decir, no se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, y por lo tanto, se concluye que no existe diferencia significativa entre ambas mediciones.

Gráfico 2: Box-Plot de la distancia entre Nasion y Subnasal, para la medición manual y AutoCAD.

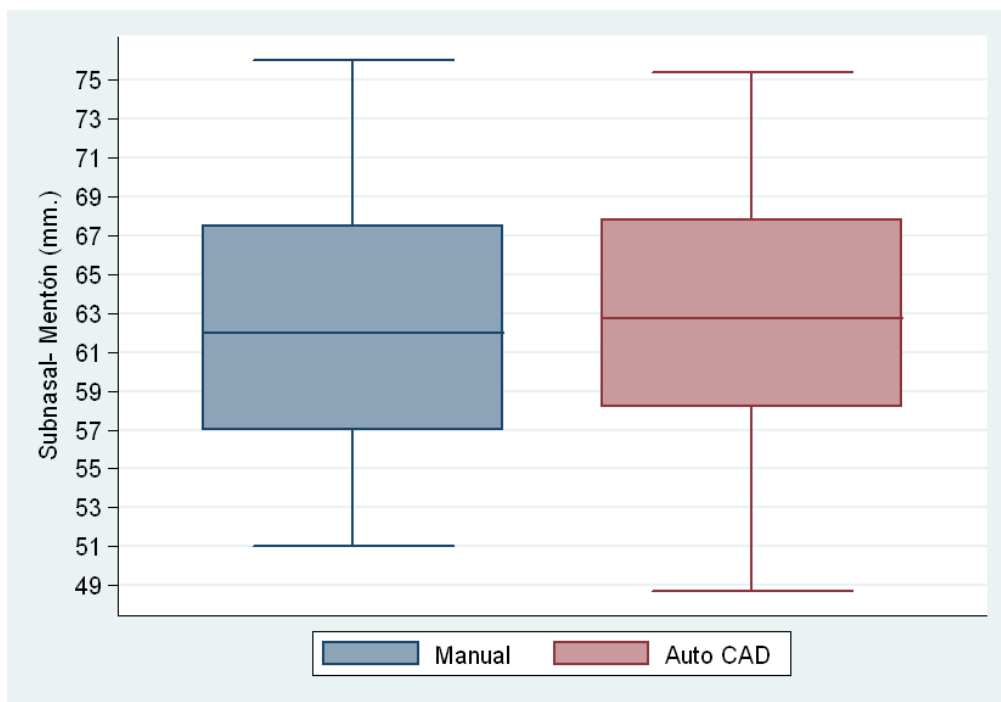


Fuente: Base de datos “Tesis Análisis Facial”. Año 2009

En el Gráfico 3 se puede observar al igual que en los casos anteriores un gráfico Box-plot, donde muestra como se distribuyen las distancias entre Subnasal y el Menton en las dos mediciones realizadas (Manual y AutoCAD), y se puede ver que prácticamente no existe diferencia en las mediciones.

Por otro lado, al realizar el “test t” de diferencias de medias, el valor-p fue de 0,4817, es decir, no se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, y por lo tanto, se concluye que no existe diferencia significativa entre ambas mediciones.

Gráfico 3: Box-Plot de la distancia entre Subnasal y Menton, para la medición manual y AutoCAD

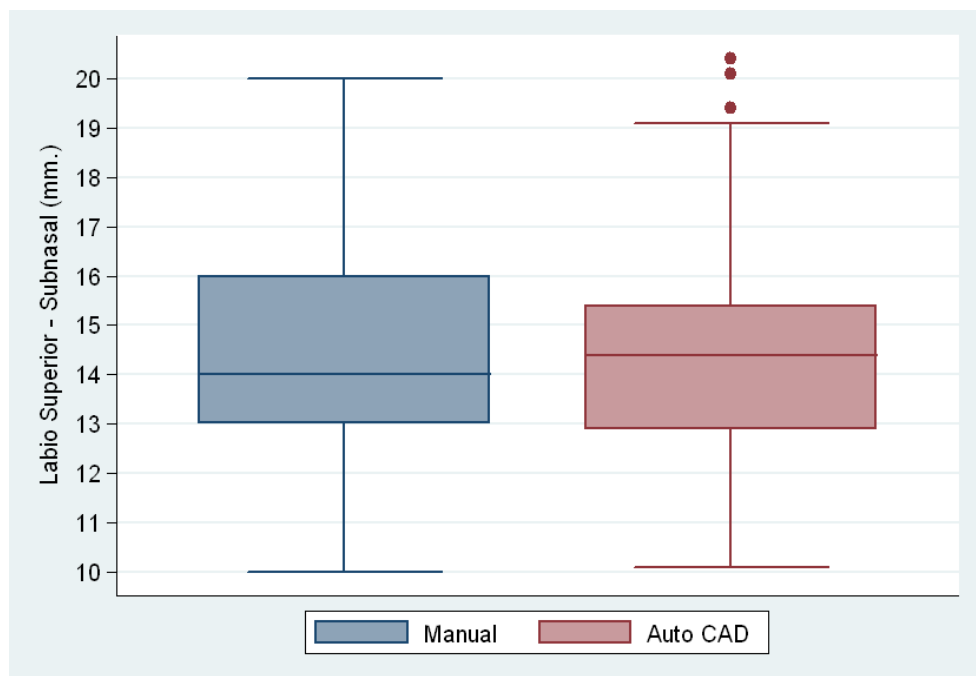


Fuente: Base de datos “Tesis Análisis Facial”. Año 2009

En el Gráfico 4 se puede observar al igual que en los casos anteriores un gráfico Box-plot, donde muestra como se distribuyen las distancias entre el Labio Superior y el Subnasal en ambas mediciones realizadas (Manual y AutoCAD), y se puede ver que la mediana de la medición AutoCAD es un poco mayor a la manual.

Por otro lado, al realizar el “test t” de diferencias de medias, el valor-p fue de 0,3239, es decir, no se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, y por lo tanto, se concluye que no existe diferencia significativa entre ambas mediciones.

Gráfico 4: Box-Plot de la distancia entre Labio Superior y Subnasal, para la medición manual y AutoCAD.

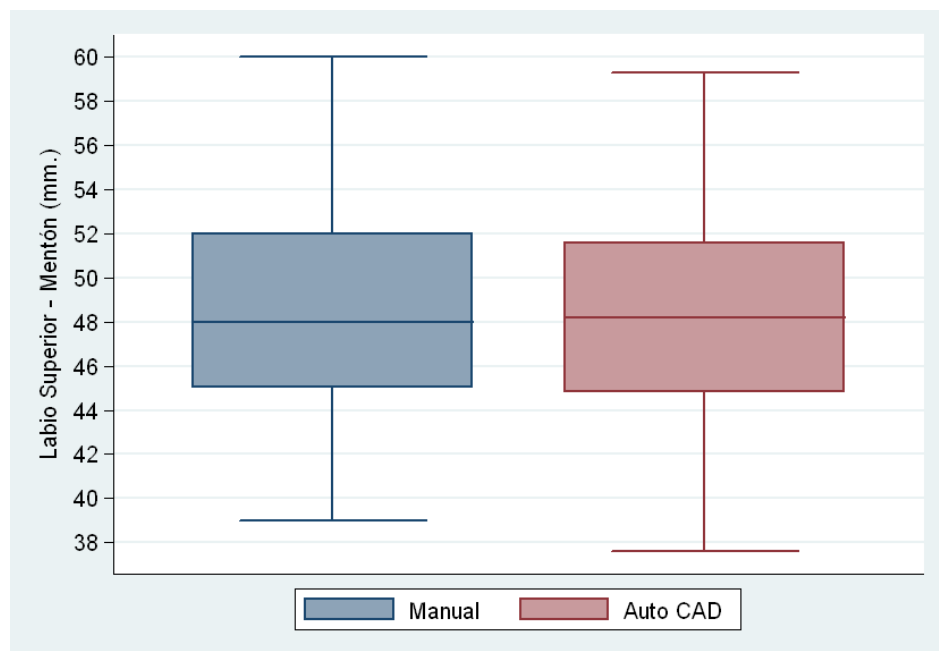


Fuente: Base de datos “Tesis Análisis Facial”. Año 2009

En el Gráfico 5 se puede observar al igual que en los casos anteriores un gráfico Box-plot, donde muestra como se distribuyen las distancias entre Labio Superior y Mentón en ambas mediciones realizadas (Manual y AutoCAD), y se puede ver que la mediana de la medición AutoCAD es un poco menor que la manual.

Por otro lado, al realizar el “test t” de diferencias de medias, el valor-p fue de 0,5598, es decir, no se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, y por lo tanto, se concluye que no existe diferencia significativa entre ambas mediciones.

Gráfico 5: Box-Plot de la distancia entre Labio Superior y Mentón, para la medición manual y Auto-CAD.

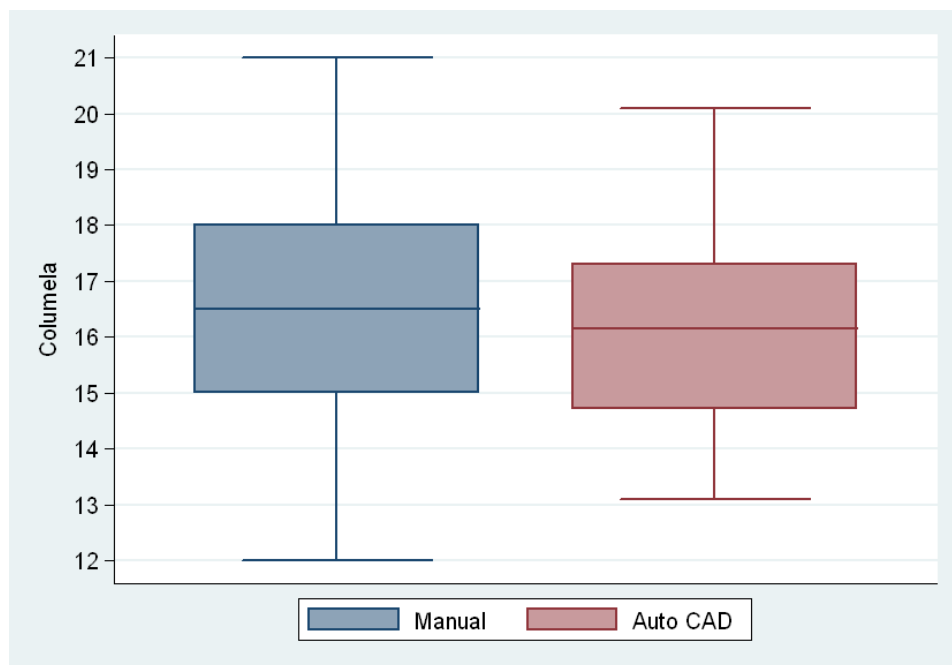


Fuente: Base de datos “Tesis Análisis Facial”. Año 2009

En el Gráfico 6 se puede observar al igual que en los casos anteriores un gráfico Box-plot, donde muestra como se distribuyen la Columela en ambas mediciones realizadas (Manual y AutoCAD), y se puede ver que la mediana de la medición AutoCAD esta dentro de los rangos de la medición manual.

Por otro lado, al realizar el “test t” de diferencias de medias, el valor-p fue de 0,0237, es decir, no se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, y por lo tanto, se concluye que no existe diferencia significativa entre ambas mediciones.

Gráfico 6: Box-Plot de la Columela, para la medición manual y AutoCAD.



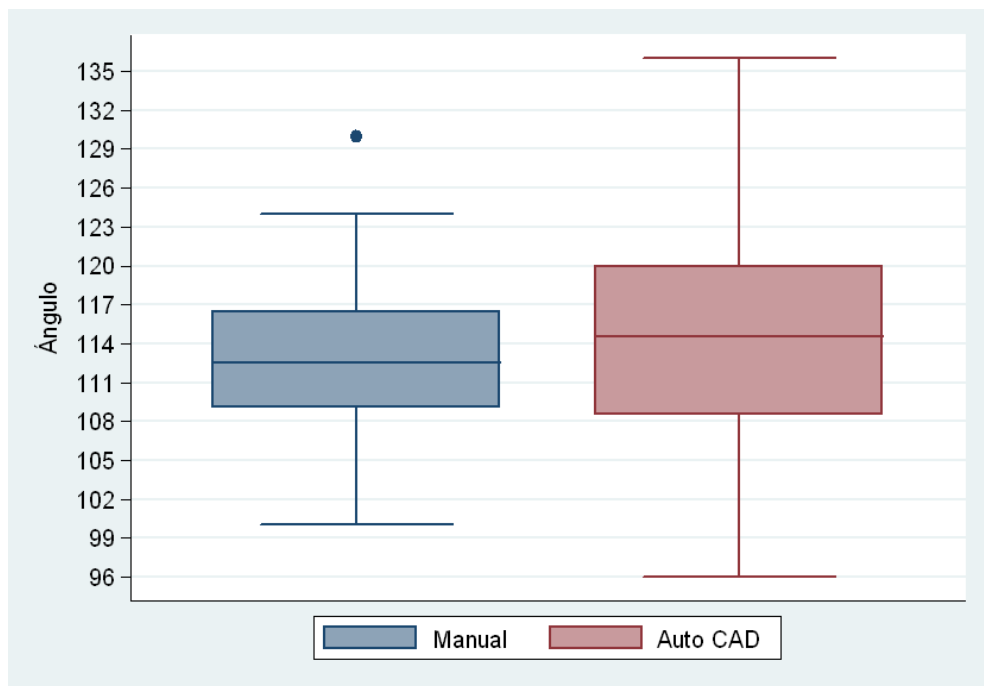
Fuente: Base de datos “Tesis Análisis Facial”. Año 2009

2) Mediciones angulares

En el Gráfico 7 se puede observar, al igual que en los casos anteriores, un gráfico Box-plot, donde muestra como se distribuye el Ángulo en ambas mediciones realizadas (Manual y AutoCAD), y se puede ver que la mediana de la medición manual esta dentro de los rangos de la medición del AutoCAD.

Por otro lado, al realizar el “test t” de diferencias de medias, el valor-p fue de 0,0038, es decir, se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, y por lo tanto, se concluye que existe diferencia significativa entre las mediciones obtenidas en forma manual y a partir de AutoCAD.

Gráfico 7: Box-Plot del ángulo, para la medición manual y AutoCAD.



Fuente: Base de datos “Tesis Análisis Facial”. Año 2009

3) Proporciones

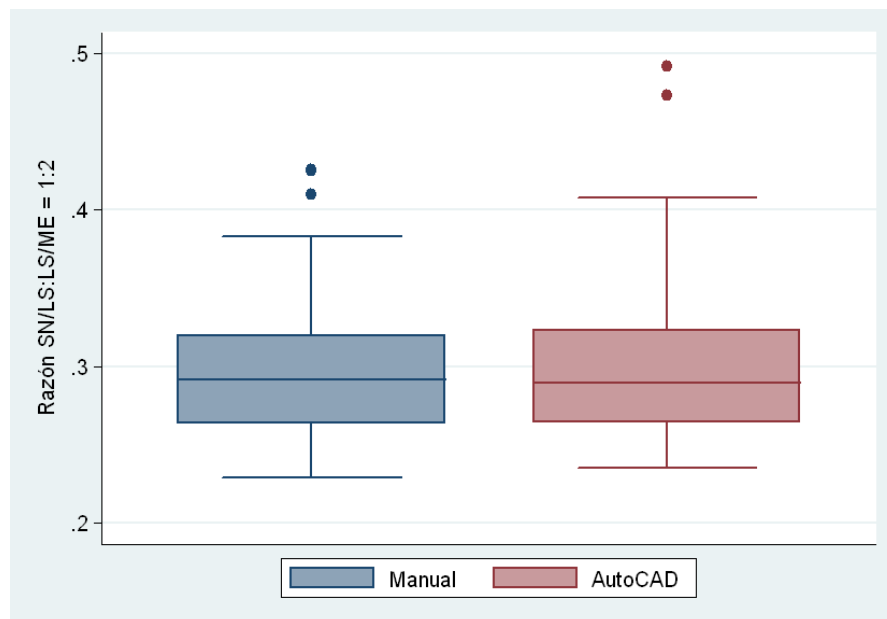
Se realizó el cálculo de proporciones entre las distancias medidas. La proporción hace referencia a lo siguiente:

$$\text{Trichion/Nasion} : \text{Nasion/Subnasal} : \text{Subnasal/Menton} = 1$$

Para determinar si existe diferencias entre las medias de ambas proporciones (manual y Auto- CAD), primero se verificó el supuesto de normalidad mediante el test de “Shapiro-Wilk” para determinar que test utilizar, el resultado de la prueba fue que las dos proporciones siguen una distribución normal (valor-p 0,01), por lo tanto se utilizó el “Test-t” de comparación de medias.

El test arrojó un valor-p de 0,4533, por lo tanto, no existe evidencia significativa para asumir que hay diferencias entre las dos proporciones. (Gráfico 8)

Gráfico 8: Box-Plot de la proporción, para la medición manual y AutoCAD.



Fuente: Base de datos “Tesis Análisis Facial”. Año 2009

DISCUSIÓN

Los resultados observados no son comparables con los obtenidos en otras investigaciones, ya que no existen estudios previos que hayan investigado la utilidad del software AutoCAD para la realización del análisis facial mediante el uso de fotografías digitales.

De acuerdo a los resultados obtenidos a partir de este estudio analítico, en la mayoría de las dimensiones analizadas, los valores medidos tanto mediante el uso de la técnica manual como las realizadas mediante el software AutoCAD, fueron similares.

Para todas las mediciones lineales y proporcionales, no se encontraron diferencias significativas entre ambos métodos utilizados. Sin embargo, en las mediciones obtenidas del ángulo seleccionado para este estudio, el cual correspondía al ángulo nasolabial, la diferencia entre las distintas formas de medición, sí resultó ser estadísticamente significativa.

Atribuimos la diferencia que se produjo, en la medición del ángulo nasolabial, al instrumento utilizado para la medida en la cara del paciente, ya que el goniómetro no permite ubicar de manera correcta el vértice de este ángulo (punto subnasal), teniendo el operador que sobreproyectar visualmente el lugar donde se ubicaría este punto. Además, el tamaño del instrumento dificulta su posicionamiento en la cara del paciente lo que pudo alterar la medición obtenida.

En la literatura, encontramos que existen pocos instrumentos para la medición de ángulos de manera antropométrica. Entre estos están el goniómetro, simómetro y compás de coordinación.

Consideramos la utilización del goniómetro debido a su fácil adquisición, su costo económico y sencilla manipulación. Teniendo en cuenta que no cumple con las expectativas planteadas, recomendamos para un futuro, la utilización de un instrumento que posea características más apropiadas para la medición de este tipo de ángulos, siendo idealmente, más pequeño, exacto y de fácil manipulación.

A pesar de que los puntos seleccionados para todas las mediciones se encuentran en la línea media, una correcta proyección de los puntos hacia el perfil del paciente permite que la medición en AutoCAD sea muy precisa, por lo que no sería un impedimento para realizar mediciones de perfil.

Aunque el programa AutoCAD no sea un programa diseñado para este tipo de análisis, resulta ser muy útil para lo propuesto en este estudio, otorgando una interfaz para el usuario de fácil manejo, pudiendo ser utilizado por cualquier odontólogo o estudiante sin problemas, permitiendo realizar un importante número de análisis en corto tiempo y con gran exactitud.

Además, el programa ofrece una amplia gama de formas, colores, y unidades de medida para aplicar en la fotografía, lo cual resulta muy útil para presentaciones de carácter científico. Siendo, también, de gran utilidad su aplicación como medio didáctico para enseñar al paciente los análisis realizados.

Este análisis computacional permite realizar de manera rápida y precisa el análisis facial, esto sirve como auxiliar en el diagnóstico clínico y para evaluaciones postratamiento, además de significar un menor cansancio tanto para el paciente como para el tratante y una optimización del tiempo en la actividad clínica.

El uso de la posición natural de la cabeza permite obtener resultados precisos, como se observó en este estudio, pero, consideramos oportuno mencionar que sería de gran ayuda la utilización de un aparato que mantenga la posición del paciente estable, como un cefalostato, ya que así se disminuirían las posibilidades de error en la medición de la imagen en el programa computacional, beneficiando los resultados obtenidos.

En la literatura, se expone que las cámaras comúnmente vendidas en el mercado nacional almacenan la información en formatos que utilizan algoritmos que producen una pérdida de información eliminando "píxeles redundantes" en color. Esta pérdida implica que al visualizarla en algún gestor de imagen, se rellena con datos irreales, lo que lleva a la distorsión de las imágenes. Esto hace suponer que este programa no sería eficiente para la medición de diferentes dimensiones en la cara del paciente pero, como se observa en el presente estudio, no se produce un cambio significativo en las mediciones observadas.

Podemos señalar que la selección de una correcta programación de la cámara, adecuada iluminación y distancia entre el foco y el objeto a fotografiar, permitiría obtener resultados de mejor calidad, lo que disminuiría la distorsión inherente al proceso de digitalización de la imagen.

A pesar de que en la actualidad existen tecnologías que permiten la medición de estructuras tridimensionales con mayor precisión, éstas son de difícil acceso debido principalmente a su costo y dificultad de uso. Esto respalda que el conocimiento del funcionamiento de softwares como AutoCAD sigue siendo de utilidad para la práctica clínica.

Por todo lo anteriormente señalado, encontramos conveniente recomendar la utilización de este programa para la realización de análisis facial, considerando siempre una buena estandarización fotográfica e iluminación para lograr que la exactitud de la medición realizada alcance los valores reales.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, rechazamos la hipótesis nula en la cual se plantea que no existen diferencias significativas entre las medidas del perfil facial obtenidas a partir de la medición directa en el paciente y medición sobre fotografía digital analizada con software computacional AutoCAD ya que la medición de tipo angular si discrepó dependiendo de la técnica utilizada.

Comparando los valores obtenidos entre el análisis de perfil facial medido a través del uso del software AutoCAD sobre la fotografía digital y la medición directa en el paciente no se observaron discrepancias en las dimensiones lineales ni tampoco en las proporciones, sin embargo en la medición del ángulo nasolabial si existe discrepancia entre estas dos formas de medición.

La adecuada estandarización del proceso fotográfico, iluminación y posicionamiento del sujeto de estudio, junto a un correcto escalado de las imágenes permitió analizar fotografías cuya distorsión no alteró las dimensiones reales estudiadas.

Tras la revisión de este estudio podemos concluir que el software de diseño AutoCAD permite obtener las medidas faciales reales del individuo, siendo de utilidad para el clínico en cuanto al estudio para diagnóstico, pronóstico y planificación de tratamientos, como también, para trabajar en forma didáctica con su paciente. Además, la utilización de AutoCAD reduce el tiempo de trabajo con el paciente y, el posterior análisis se puede realizar en forma rápida, eficiente y más simple.

SUGERENCIAS

Recomendamos la utilización de un instrumento que permita medir ángulos de forma mas precisa, de fácil manipulación y de un tamaño adecuado para su uso en la cara. Es necesario que este instrumento permita un buen posicionamiento de sus partes principalmente del vértice, para evitar la necesidad de proyección conllevando a la obtención de medidas más exactas

Consideramos importante la utilización de un cefalostato o alguna aparatología que permita mantener con mayor estabilidad la posición deseada del paciente con el fin de evitar el posible balanceo que se produce al estar una persona de pie.

Sería interesante, para complementar este estudio, llevar a cabo una investigación posterior utilizando otras medidas que implique el análisis de estructuras con mayor curvatura, observando así la distorsión que en estas se produce al digitalizar la imagen y analizarla mediante el software AutoCAD®. Así mismo sería de utilidad analizar imágenes frontales.

RESUMEN

Al realizar una revisión de la literatura, se evidencia una falta de estudios en el que se efectúen mediciones en forma directa en los tejidos blandos del paciente y luego se comparen estos valores con los obtenidos en el análisis de la fotografía a nivel computacional.

He aquí el objetivo de esta investigación: determinar la factibilidad de utilizar el software AutoCAD® para obtener mediciones de las dimensiones faciales en el perfil del paciente, siendo ésta similar a las obtenidas por medio de una medición manual.

Para esto se utilizó una muestra al azar, compuesta por alumnos de la facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, a los cuales se les marcó distintos puntos anatómicos que permitiesen realizar medidas lineales, angulares y de proporciones.

Primero se les midió en forma directa, utilizando un pie de metro y un goniómetro para las medidas lineales y angulares respectivamente; luego se tomó una fotografía estandarizada del perfil del paciente que posteriormente era ingresada al programa AutoCAD® para ser escalada y medida. Ambas mediciones fueron comparadas y analizadas estadísticamente con el programa Stata 9.2 aplicando el Test t de comparación de medias.

Una vez analizados los resultados obtenidos, podemos concluir que no hay diferencias significativas para las dimensiones lineales y de proporciones para ambos métodos. Sin embargo para las medidas angulares sí se aprecia una diferencia significativa, rechazando la hipótesis planteada.

BIBLIOGRAFÍA

Alcocer,D; Caviaras, N (1993): *Comparación de un Método Computacional y Manual en la Predicción Cefalométrica para la Cirugía Ortognática*. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano-Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso.

Aravena, J; Cofré, C; Galleguillos, E; Lee, W (1993): *Comparación entre Cefalometría Convencional y Computacional con Digitalización Directa*. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano-Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso.

Arnett GW, Jelic JS, Kim J, Cummings DR, Beress A, Worley CM et al. (1999): "Soft tissue cephalometric analysis: Diagnosis and Treatment Planning of Dentofacial Deformity" *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop*, Vol. 116, pp 239-53.

Ballrick, J; Palomo, J; Ruch, E; Amberman, B; Hans, M.(2008): "Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine". *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, Oct;134(4):573-82.

Bass, N. (2003): "Measurement of the profile angle and aesthetic analysis of facial profile". *Journal of Orthodontics*, Vol 30, 2003, pp 3-9.

Bass, N. (1991): "The aesthetic analysis of the face". *European Journal of Orthodontics*, Vol 13, pp 343-350.

Burstone, Ch; James, R; Legan,H. (1978): " Cephalometric for Orthognatic Surgery" *Journal of Oral Surgery*, Vol. 36, april, pp- 269-77

Busch, David D. (2005) "Chapter 5: Working RAW" en *Mastering Digital SLR Photography*. Editorial The Thompson Course Technology. Pp. 87-98.

Busch, David D. (2007) "Chapter 2: Safari Inside a dSLR" en *Digital SLR cameras and photographs for dummies*. Segunda edición Editorial Wiley Publishing, Ins. Pp. 27-33.

Christensen, G (2005): "Important clinical uses for digital phtotography" *JADA*, enero, Vol 136, pp 77-79

Díaz, C; Garay, J; García, K (2003): *Análisis comparativo y descriptivo del perfil facial en tres grupos etáreos*. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano-Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso.

Díaz, F; Moya, MG; Ortiz, MF (2006): *Evaluación de la Proporción Áurea Facial y su Relación con la Percepción de la Belleza*. . Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano-Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso.

Eckhardt, C; Cunningham, S. (2004): "How predictable is orthognathic surgery" *European journal of orthodontics* 26 ; pp 303-309

Edler, R. (2001). "Background considerations to facial aesthetics" *JO vol 28 n°2, june*; pp 159-168

Edler, R; Agarwal, P; Wertheim, D; Greenhill, D. (2006): "The use of anthropometric proportion indices in the measurement of facial attractiveness" *European Journal of Orthodontics* 28; pp 274–281.

Edler, R; Wertheim, D; Greenhill, D. (2001): "Clinical and computerized assessment of mandibular asymmetry". *European Journal of Orthodontics, Vol 23, pp 485-494*

Farrer, F; Minaya, G; Niño,J; Ruiz, M (1995): *Capítulo 2: Biomecánica ocupacional: antropometría y geometría del puesto de trabajo. 1995*, Editorial MAPFRE. Pp 174 -180

Fernández, J (2005): "El equipamiento para la fotografía digital" *Rev.Esp. Ortod.;* 35: pp 75-84

Fernández, P; Smyth, E; Suárez, D; Suárez, M. (2003): "Angular photogrammetric analysis of the soft tissue facial profile" *European Journal of Orthodontics, Vol. 25; pp 393–399.*

Fernández, P; Suárez, D, Smyth, E; Suárez, M. (2002): "Linear photogrammetric analysis of the soft tissue facial profile" *Am J Orthod Dentofacial Orthop.;*122:59-66

Good, S; Edler, R; Wertheim,D; Greenhill, D. (2006): "A computerized photographic assessment of the relationship between skeletal discrepancy and mandibular outline asymmetry". *European Journal of Orthodontics, Vol 28, pp 97–102.*

Graber, T; Vanarsdall, R; Vig, K (2006): *Parte I: Diagnóstico y planificación terapéutica en Ortodoncia. Principios y Técnicas actuales*. Cuarta Edición, Editorial Elsevier, España.

Graber, T; Vanarsdall, R (2003): *Ortodoncia, Principios generales y Técnicas*. Tercera edición. Editorial médica Panamericana. Págs 344-345.

Henderson, J; Larrabee, W; Krieger, B.(2005): "Photographic Standards for Facial Plastic Surgery". *Arch Facial Plast Surg, Vol 7, sep/oct*

Hernández, R; Fernández, C; Baptista, L (2003): "Capítulo 8: Selección de muestra. En Metodología de la Investigación." Tercera Edición. Editorial McGraw-Hill

Hollander, M ; Wolfe, D (1998): Nonparametric Statistical Methods. John Wiley & Sons, Inc., Segunda edición, 1998.

Hutton, T; Cunningham, S; Hammond, P. (2000): "An evaluation of active shape models for the automatic identification of cephalometric landmarks" *European Journal of Orthodontics*, Vol 22, pp 499-508.

Jain, S; Anand, C; Ghosh, S. (2004): "Photometric Facial Analysis - A Baseline Study". *J.Anat. Soc. India*; 53 (2); pp 11-13

Klarkson, H. (2003): *Capítulo 1: Principios y métodos en Procesos evaluativos músculo-esquelético*. Editorial Paidotribo, España.

Lee, R, Kyi, C; Mack, J.(2007): "A controlled clinical trial of the effects of the Twin Block and Dynamax appliances on the hard and soft tissues". *European Journal of Orthodontics*, Vol. 29, pp 272–282

Legan,H; Burstone, Ch. (1980): "Soft tissue Cephalometric analysis for Orthognatic Surgery" *Journal of Oral Surgery*, Vol. 38, October, pp 714- 752

Lundström, A; Lundström, L; Lebret, L; Moorrees, C (1995): "Natural head position and natural head orientation: basic considerations in cephalometric analysis and research". *European journal of orthodontics*, Vol. 17, pp 111-120

Manual de usuario AutoCAD® 2005, Autodesk

Martins, D; Miranda, F (2009): "Anthropometric orofacial measurements of children from Sao Paulo and from North America: comparative study" *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. jan-mar; 21(1) pp 25-29

MiKTeX Project Page: Typesetting beautiful documents, www.miktex.org. MiKTeX v2.7, 2008

Muñoz, D (2007): "Images distortion correction for optical devices by means of splines and image possessing techniques" *Scientia et Technica Año XIII*, No 35; pp 383-388

Namura, M.; Motoyoshi, M. ; Namura, Y. (2008): "The effects of PNF Training on the facial profile". *Journal of Oral Science*, Vol 50, N 1, pp 45-51.

Narea, S; Rojas, R; Vrsalovic, M; Weiss, F (1998): *Análisis Fotográfico y Cefalométrico del Perfil Ideal en Adultos Jóvenes*. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano-Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso.

Ngeow, W; Aljunid, (2009): "Craniofacial anthropometric norms of Malays" *Singapore Med June; 50(5): 525-528*

Norton, K; Olds,T (2004): " Anatomía esencial para antropometristas". En: *Antropométrica*. Editorial Biosystem. 2004. Pp.1-5

Norton, K; Olds,T (2004): " Técnicas de medición en antropometría". En: *Antropométrica*. Editorial Biosystem. 2004. Pp. 23-27

Norton, K; Olds,T (2004): " Error en la medición antropométrica " En: *Antropométrica*. Editorial Biosystem.2004. Pp. 61-63

Norton, K; Olds,T (2004): " Ergonomía: Aplicación de la Antropometría al Diseño del Lugar de trabajo". En: *Antropométrica*. Editorial Biosystem. Pp. 173-177

Palomino, H; Guzmán, C.; Urzúa, S; Aranda, P; Villanueva, P. (2006): "Parámetros de estética facial y gradiente sociogenético en niños chilenos". *Rev CEFAC, São Paulo, oct-dec, Vol 8, n 4, pp 477-84.*

Paredes, V; Gandia, JL; Cibrián, R. (2006): "Registros diagnósticos digitales en ortodoncia. Situación actual". *Med Oral Patol Oral Cir Bucal, Vol 11, pp 88-93.*

Parker, J; Olson, K. (2001): "Anthropometric Facial Analysis of the African American Woman" *Arch Facial Plast Surg Vol 3, july/sep; pp 191-197.*

Proffit, W; Fields, H (2001): "Diagnóstico ortodóncico: establecimiento de un listado de problemas" En: *Ortodoncia Contemporánea, Teoría y práctica*. Tercera Edición. Pp 156-163

Rodríguez, J (1994): "Introducción a la Antropología Forense: Análisis e identificación de restos óseos humanos", *Universidad de Colombia, pp 67-68, 78, 103, 133*

Romana, F; Ciusa, V; Sforza, S; Ferrario, V. (2007): "Photographic soft-tissue profile analysis in children at 6 years of age". *Am J Orthod Dentofacial Orthop, 132: pp 475-80.*

Rosero, K. (2000): "Medios Diagnósticos Digitales en Ortodoncia y Cirugía Ortognática: Revisión de Literatura". *Revista estomatológica, Vol 9, N 1, julio.*

Salkind, N (1998): "Capítulo 4: Muestreo y generalizabilidad. En *Métodos de Investigación*." Tercera Edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.

Sánchez, M; Arias, B; González, D; Gómez, J.(2004): "*Análisis aplicado de métodos de calibración de cámaras para usos Fotogramétricos*" Topcart.

Sforza, C; Dimaggio, F; Dellavia, C; Grandi,G; Ferrario, V. (2007): "Two dimensional versus Three dimensional assesment of soft tissue facial profile: a non invasive study in 6 years old healthy children" *Minerva Stomatol* , Vol 56, pp 253-265.

Silva, R. Guía de Estudios: Procesos tecnológicos, USACH. En línea: <http://www.ceat.cl/ceathome/archivos//40/0/EI%20pie%20de%20metro.pdf>

Simon, Dan. (2004). "Chapter 7: Let There be Light" en *Digital Photography Bible*. Editorial Wiley Publishing, Inc. 2004. Págs. 91- 99.

StataCorp LP: Software Practice and Experience, www.stata.com. Intercooled Stata 9.1 for Windows, 2006.

Tollefson, T; Sykes, J. (2007): "Computer Imaging Software for Profile Photograph Analysis" *Arch Facial Plast Surg*, Vol 9,mar/apr

Von Bülow, Heinz (2003) "Introducción a la fotografía digital" en *Curso básico de Fotografía Digital*. Editorial Susaeta. 2003. Pp 8-17.

Von Bülow, Heinz (2003) "Fundamentos Técnicos" en *Curso básico de Fotografía Digital*. Editorial Susaeta. Pp 30-49.

Young, P; Sinha, U; Rice, D; Stucker, F. (2006): "Circles of Prominence, A New Theory on Facial Aesthetics" *Arch Facial Plast Surg*, Vol 8, july/aug

Zamora, C (2004): "Análisis de tejidos blandos de Legan y Burstone" En: *Compendio de cefalometría, análisis clínico y práctico*. Editorial Amolca; 5: pp 47-63.

Zamora, C (2004): "Análisis de tejidos Ricketts" En: *Compendio de cefalometría, análisis clínico y práctico*. Editorial Amolca; 9: 119-124

Zamora, C (2004): "Análisis de tejidos blandos de Arnett y Bergman" En: *Compendio de cefalometría, análisis clínico y práctico*. Editorial Amolca; 14: 241-261

Zamora, C (2004): "Fotografía clínica" En: *Compendio de cefalometría, análisis clínico y práctico*. Editorial Amolca; 25: pp 435-445

Zamora, C (2004): "Análisis de tejidos blandos de Legan y Burstone" En: *Compendio de cefalometría, análisis clínico y práctico*. Editorial Amolca; 5: pp 47-63.

ANEXO 1



**Universidad de Valparaíso
Facultad de Odontología
Escuela de Odontología
Cátedra de Seminario de Tesis II**

CONSENTIMIENTO INFORMADO

La presente tiene por objetivo informar y recibir la autorización del paciente para la obtención de imágenes fotográficas enmarcado en el seminario de tesis de la Universidad de Valparaíso “Análisis Comparativo entre Medición Directa Facial versus Medición sobre Fotografía Digital en Software AutoCAD” con el fin de comparar las mediciones sobre estas imágenes con un programa computacional a aquellas obtenidas a partir de la medición en forma directa en el paciente.

Los resultados serán confidenciales.

Fecha: _____

Firma del paciente

ANEXO 2

Selección de características para la fotografía del estudio

Para conseguir una fotografía correcta con las mínimas distorsiones se revisaron distintas imágenes obtenidas con la misma cámara digital, modelo Sony Cybershot DSC-H3, de 8.1 megapíxeles, a diferentes distancias y con diferentes acercamientos.

Con el fin de conocer esta distorsión tanto en una imagen plana como en una tridimensional, se seleccionó como objeto a fotografiar un hoja de papel milimetrado donde se marcaron un segmento de 20 mm y un ángulo de 45° y un individuo ajeno a la muestra.

a) Papel milimetrado:

1° Se colocó el papel en un fondo azul oscuro.

2° Se tomaron una serie de fotografías:

- A 0,5 metros: macro, sin zoom, mitad de zoom y zoom completo (Fig.1a)
- A 1 metro: macro, sin zoom, mitad de zoom y zoom completo
- A 1,5 metros : macro, sin zoom, mitad de zoom y zoom completo (Fig 2a)

3° Se almacenaron las imágenes y posteriormente, se importaron al programa AutoCAD.

4° Se realizó el escalado fotográfico en el programa. (Fig. 1b) (Fig.2b)

5° Se midieron el segmento y el ángulo, registrando los valores obtenidos.

Posterior a las mediciones, se revisó cual de las imágenes obtenidas se acercaba mayormente a la realidad y con menor distorsión.

La menor distorsión con respecto a la realidad se consiguió con la cámara posicionada a 1,5 metros del papel, con la mitad del zoom y en calidad 5M (2592x 1944).



Fig. 1a: Imagen fotográfica obtenida a 0,5 metros, sin zoom y en tamaño 5M

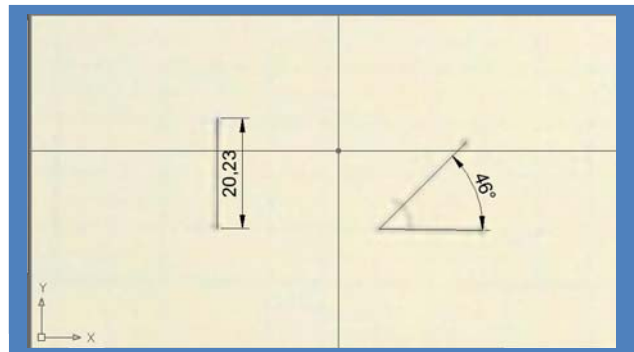


Fig. 1b: Análisis en AutoCAD de imagen a 0,5 metros, sin zoom y en tamaño 5M.

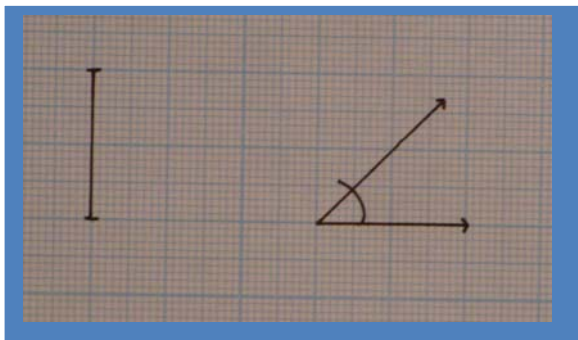


Fig. 2a: Imagen fotográfica obtenida a 1,5 metros, zoom a la mitad y en tamaño 5M

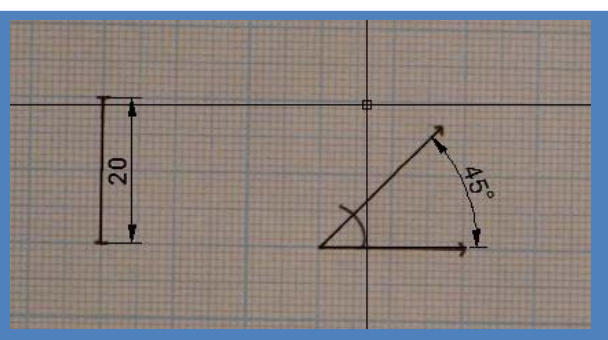


Fig. 2b: Análisis en AutoCAD de imagen fotográfica obtenida a 1,5 metros, zoom a la mitad y en tamaño 5M

b) Individuo

1° Se situó al individuo de pie en posición natural de la cabeza y oclusión céntrica de perfil.

2° Se marcó una línea de 20 mm en la sien derecha.

3° Se tomaron una serie de fotografías:

- A 0,5 metros: macro, sin zoom, mitad de zoom y zoom completo
- A 1 metro: macro, sin zoom, mitad de zoom y zoom completo (Fig.3a)
- A 1,5 metros : macro, sin zoom, mitad de zoom y zoom completo (Fig.4a)
-

4° Se almacenaron las imágenes y posteriormente, se importaron al programa AutoCAD.

5° Se realizó el escalado fotográfico en el programa. (Fig.3b) (Fig.4b)

6° Se midieron el segmento y el ángulo, registrando los valores obtenidos.

La línea de 20 mm se marcó en esta zona ya que ofrece una menor cantidad de depresiones y elevaciones que influirían directamente en el escalado.

Posterior a las mediciones, se revisó cual de las imágenes obtenidas se acercaba mayormente a la realidad y con menor distorsión.

Al igual que en la fotografías del papel milimetrado, la con menor distorsión con respecto a la realidad se consiguió con la cámara posicionada a 1,5 metros del individuo, con la mitad del zoom y en calidad 5M (2592x 1944).



Fig.3a: Imagen a 1 metro, sin zoom y tamaño 5M



Fig.3b: Análisis en AutoCAD de imagen fotográfica obtenida a 1 metro, sin zoom y en tamaño 5M



Fig.4a: Imagen fotográfica obtenida a 1,5 metros, zoom a la mitad y en tamaño 5M

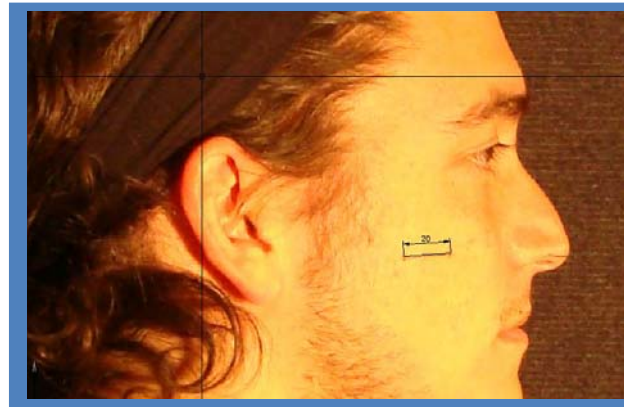
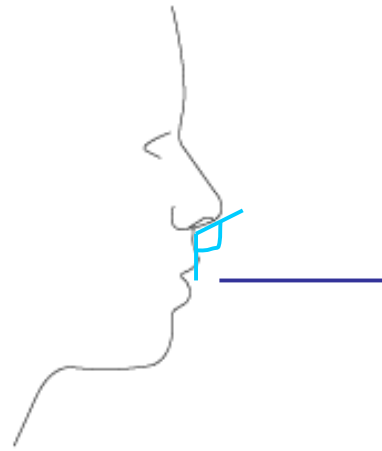
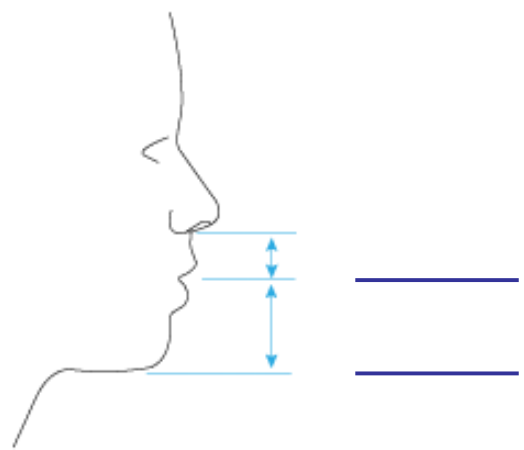
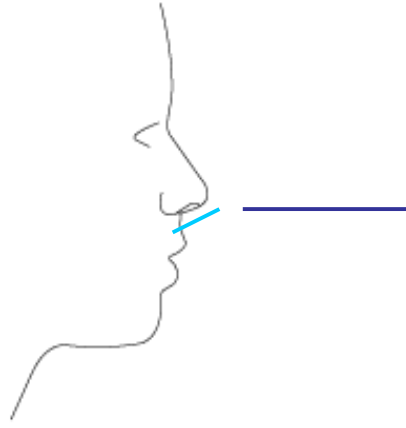
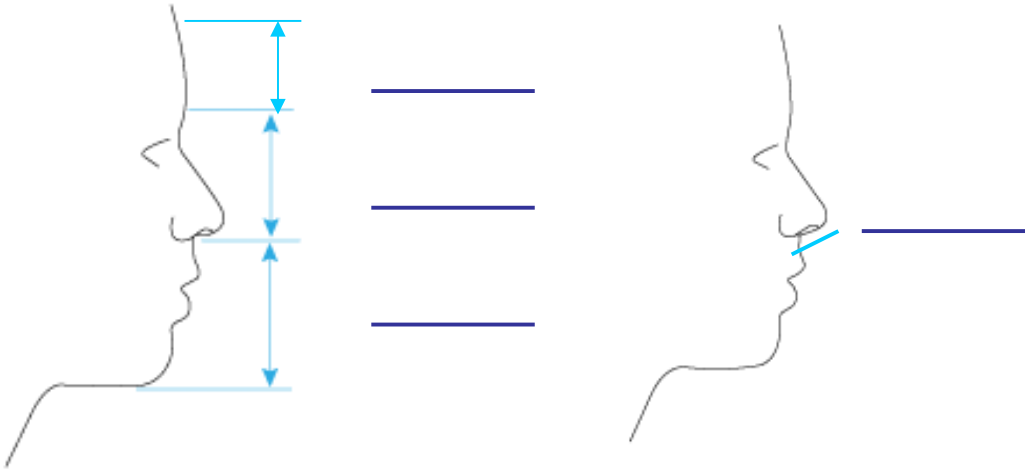


Fig.4b: Análisis en AutoCAD de imagen fotográfica obtenida a 1,5 metros, zoom a la mitad y en tamaño 5M

ANEXO 3



Nombre: _____

Curso: _____

Fecha: _____

Medido por: _____

Puntos realizados por: _____

ANEXO 4

FOTOGRAFÍAS ANALIZADAS EN SOFTWARE AUTOCAD®

Ejemplos de mediciones lineales y angulares realizadas en algunos individuos de la muestra:

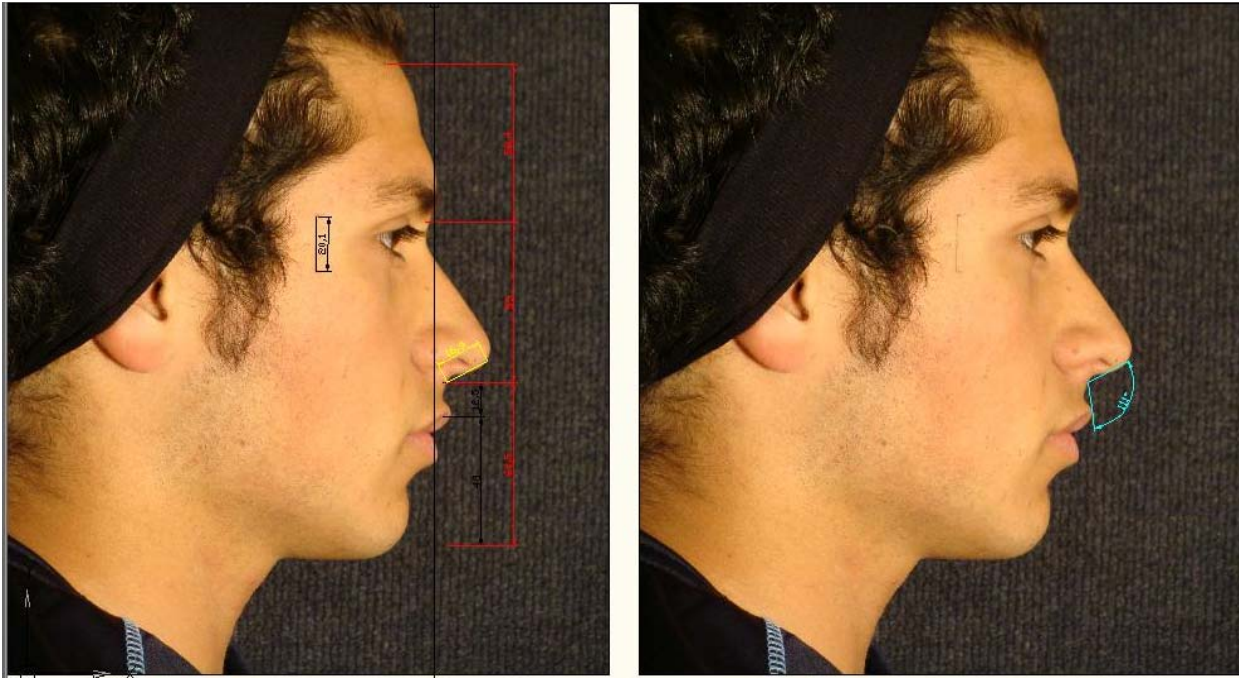


Fig. 1: Fotografía n° 15

Tabla 1: Mediciones realizadas en forma manual y en

Mediciones	Manual	AutoCAD
Tr-N	58,5	58,4
N-Sn	58,5	59
Sn-Me	61	60,5
Sn-Ls	14	12,5
Ls-Me	47	48
Columela	17	16,9
Ángulo nasolabial	108	111

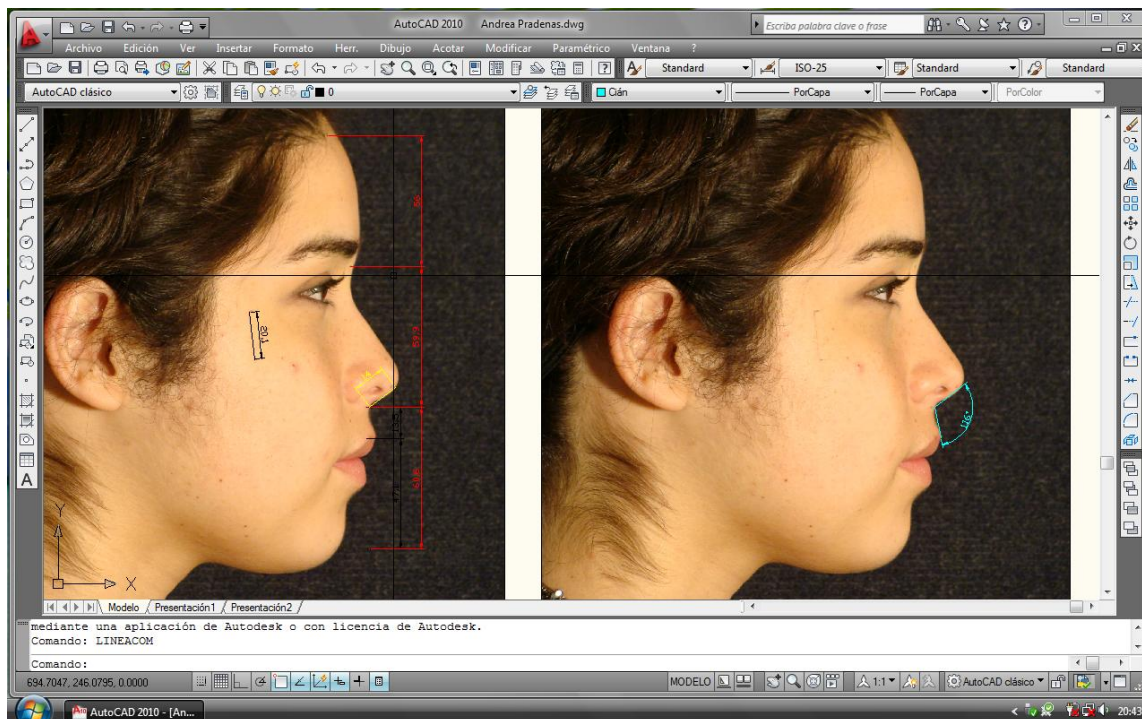


Fig. 2: Fotografía n° 35

Tabla 2: Mediciones realizadas en forma manual y AutoCAD®

Mediciones	Manual	AutoCAD
Tr-N	57	56
N-Sn	59	59,9
Sn-Me	60	60,6
Sn-Ls	13	13,5
Ls-Me	47	47,1
Columela	15	14
Ángulo nasolabial	112	116

ANEXO 5

Base de datos

N°	MEDICIONES	MANUAL	AUTOCAD
1	Tr-N	63	65
	N-Sn	51	53,3
	Sn-Me	57	57,5
	Sn-Ls	12	12,5
	Ls-Me	45	45
	Columela	13	14,4
	Ángulo	103	107
2	Tr-N	61	65,3
	N-Sn	51,5	53,2
	Sn-Me	71	75,4
	Sn-Ls	16	16,5
	Ls-Me	55	58,9
	Columela	12,5	15,6
	Ángulo	100	103
3	Tr-N	63	64
	N-Sn	57,5	56,9
	Sn-Me	74	72,4
	Sn-Ls	17,5	17,4
	Ls-Me	56,5	55,1
	Columela	15,5	15,4
	Ángulo	101	107
4	Tr-N	54	56
	N-Sn	56	55,7
	Sn-Me	73,5	72,4
	Sn-Ls	15	14,5
	Ls-Me	58,5	57,9
	Columela	16,5	17
	Ángulo	102	105
5	Tr-N	65	64
	N-Sn	59	61,3
	Sn-Me	63	64,4
	Sn-Ls	13	12,7
	Ls-Me	50	51,6
	Columela	15,5	16,3
	Ángulo	110	115
6	Tr-N	65	63
	N-Sn	60	60
	Sn-Me	70	69,6
	Sn-Ls	18	17,7

7	Ls-Me	52	51,9
	Columela	15	14,2
	Ângulo	116	118
	Tr-N	41	43,9
	N-Sn	51	51,4
	Sn-Me	58	59,8
	Sn-Ls	11	11,6
8	Ls-Me	47	48,2
	Columela	15	14,3
	Ângulo	114	120
	Tr-N	67	65
	N-Sn	55	57,9
	Sn-Me	56,5	53,2
	Sn-Ls	11,5	11,5
9	Ls-Me	45	41,7
	Columela	16,5	17,7
	Ângulo	117	121
	Tr-N	53	53,7
	N-Sn	51	51,2
	Sn-Me	63	59,6
	Sn-Ls	14	13,8
10	Ls-Me	55	45,7
	Columela	15	17,1
	Ângulo	114	119
	Tr-N	62,5	64,6
	N-Sn	57,5	59,7
	Sn-Me	59	60,2
	Sn-Ls	13	13,6
11	Ls-Me	47	46,6
	Columela	15,5	17,1
	Ângulo	110	117
	Tr-N	69	67,6
	N-Sn	58	58,3
	Sn-Me	70	72,1
	Sn-Ls	16	14,6
12	Ls-Me	54	57,5
	Columela	15	14,4
	Ângulo	114	118
	Tr-N	55,5	56,9
	N-Sn	53	54,4
	Sn-Me	62	60,5
	Sn-Ls	12	11,7
	Ls-Me	50	48,8
	Columela	16	15,3
	Ângulo	109	113

13	Tr-N	65	67,3
	N-Sn	55	56,2
	Sn-Me	68	70,1
	Sn-Ls	17	19,4
	Ls-Me	51	50,6
	Columela	16	15,1
	Ángulo	108	112
14	Tr-N	57	58,7
	N-Sn	56	57,6
	Sn-Me	62	62,8
	Sn-Ls	17	18,2
	Ls-Me	45	44,6
	Columela	18	18
	Ángulo	117	121
15	Tr-N	58,5	58,4
	N-Sn	58,5	59
	Sn-Me	61	60,5
	Sn-Ls	14	12,5
	Ls-Me	47	48
	Columela	17	16,9
	Ángulo	108	111
16	Tr-N	50	50,1
	N-Sn	55	53,9
	Sn-Me	73	71,8
	Sn-Ls	14	14,4
	Ls-Me	59	57,3
	Columela	17	16,2
	Ángulo	109	114
17	Tr-N	51,5	52,5
	N-Sn	50	50,2
	Sn-Me	66	64,1
	Sn-Ls	16	14,7
	Ls-Me	50	49,3
	Columela	16	16,1
	Ángulo	112	119
18	Tr-N	52	57,4
	N-Sn	50,5	47,9
	Sn-Me	69	68,9
	Sn-Ls	16	14,7
	Ls-Me	53	54,1
	Columela	16	17,1
	Ángulo	103	99
19	Tr-N	52,5	52,1
	N-Sn	55	57,2

20	Sn-Me	57	57
	Sn-Ls	17	16,2
	Ls-Me	40	40,7
	Columela	13,5	14,9
	Ángulo	110	115
	Tr-N	51	49,4
	N-Sn	52	53,1
	Sn-Me	58	59,1
	Sn-Ls	15	14,4
	Ls-Me	43	44,7
21	Columela	14,5	14,1
	Ángulo	116	120
	Tr-N	54	54
	N-Sn	57	56,2
	Sn-Me	62	63,5
	Sn-Ls	14	14,1
	Ls-Me	48	49,4
	Columela	14	15,4
22	Ángulo	109	115
	Tr-N	62	63,2
	N-Sn	58	60,5
	Sn-Me	65	62,7
	Sn-Ls	18	14,8
	Ls-Me	47	47,9
	Columela	15	15
	Ángulo	108	109
23	Tr-N	60	61,5
	N-Sn	55	55,9
	Sn-Me	65	66,7
	Sn-Ls	15	16,8
	Ls-Me	50	49,9
	Columela	14	14,5
	Ángulo	116	120
	24	Tr-N	76,5
N-Sn		62	61,1
Sn-Me		64	63,5
Sn-Ls		16	14
Ls-Me		50	49,4
Columela		18	17,2
Ángulo		112	114
25		Tr-N	44
	N-Sn	54	53,1
	Sn-Me	70	70,8
	Sn-Ls	16	17,5
	Ls-Me	54	53,3

26	Columela	18	17,8
	Ángulo	102	108
	Tr-N	53	50,8
	N-Sn	51	48,8
	Sn-Me	67	65,1
	Sn-Ls	18	16,8
	Ls-Me	49	48,3
	Columela	14,5	13,5
27	Ángulo	119	115
	Tr-N	59	61,5
	N-Sn	56	55,5
	Sn-Me	56	56,9
	Sn-Ls	11	11,9
	Ls-Me	45	45
	Columela	18	17,1
	Ángulo	115	112
28	Tr-N	61	59,5
	N-Sn	54	53,7
	Sn-Me	67	62,6
	Sn-Ls	20	20,1
	Ls-Me	47	42,5
	Columela	15	14,5
	Ángulo	130	136
	29	Tr-N	71
N-Sn		59	58,4
Sn-Me		76	73,9
Sn-Ls		16	14,5
Ls-Me		60	59,3
Columela		17,5	17,4
Ángulo		112	107
30		Tr-N	51,5
	N-Sn	59	58
	Sn-Me	62	61
	Sn-Ls	13	11,6
	Ls-Me	49	49,4
	Columela	12	14,1
	Ángulo	113	109
	31	Tr-N	67
N-Sn		53	51,8
Sn-Me		66	64,5
Sn-Ls		14	12,9
Ls-Me		52	51,6
Columela		14	14,5
Ángulo		105	105

32	Tr-N	68,5	67,9
	N-Sn	60,5	61,1
	Sn-Me	71	68,8
	Sn-Ls	15	14,8
	Ls-Me	56	54
	Columela	21	20,1
	Ángulo	117	121
33	Tr-N	53,5	53,1
	N-Sn	52,5	52
	Sn-Me	61,5	61,6
	Sn-Ls	15	14,3
	Ls-Me	46,5	47,3
	Columela	16,5	16,9
	Ángulo	108	103
34	Tr-N	62	60,1
	N-Sn	59	60,1
	Sn-Me	55	55,8
	Sn-Ls	11	12,5
	Ls-Me	44	43,3
	Columela	17,5	16,6
	Ángulo	118	122
35	Tr-N	57	56
	N-Sn	59	59,9
	Sn-Me	60	60,6
	Sn-Ls	13	13,5
	Ls-Me	47	47,1
	Columela	15	14
	Ángulo	112	116
36	Tr-N	58	57
	N-Sn	52	53
	Sn-Me	59	62
	Sn-Ls	13	15,1
	Ls-Me	46	47
	Columela	17,5	16,8
	Ángulo	124	133
37	Tr-N	52	54
	N-Sn	55	56,9
	Sn-Me	56	55,9
	Sn-Ls	11	11
	Ls-Me	45	44,9
	Columela	15	15,2
	Ángulo	121	129
38	Tr-N	54	50,4
	N-Sn	49	47,8
	Sn-Me	53	51,6

39	Sn-Ls	11	10,1
	Ls-Me	42	41,5
	Columela	19	16,9
	Ángulo	115	107
40	Tr-N	54	52
	N-Sn	56	53,1
	Sn-Me	56	54,4
	Sn-Ls	14	12,7
	Ls-Me	42	41,7
	Columela	17	15,5
	Ángulo	112	119
41	Tr-N	56	55,7
	N-Sn	51	49,9
	Sn-Me	51	48,7
	Sn-Ls	11	10,7
	Ls-Me	40	38
	Columela	19,5	17,3
	Ángulo	112	112
42	Tr-N	62,5	61,8
	N-Sn	53	51,9
	Sn-Me	56	56,1
	Sn-Ls	13	13,6
	Ls-Me	43	42,5
	Columela	16,5	14,3
	Ángulo	108	109
43	Tr-N	71	69,4
	N-Sn	61,5	63,5
	Sn-Me	66	67,8
	Sn-Ls	14	12,9
	Ls-Me	52	54,9
	Columela	17,5	18
	Ángulo	113	117
44	Tr-N	61	58,6
	N-Sn	50	51,5
	Sn-Me	65	67,5
	Sn-Ls	15	15,2
	Ls-Me	50	52,3
	Columela	14,5	13,9
	Ángulo	116	111
44	Tr-N	62	62,2
	N-Sn	51	51,2
	Sn-Me	55	56,1
	Sn-Ls	16	18,5
	Ls-Me	39	37,6
	Columela	18	16,1

	Ángulo	112	119
45	Tr-N	66	65,9
	N-Sn	61	60,9
	Sn-Me	69	67,8
	Sn-Ls	15	14,6
	Ls-Me	54	53,2
	Columela	16,5	16,1
	Ángulo	101	96
46	Tr-N	70	67,6
	N-Sn	60	58,3
	Sn-Me	71	69,9
	Sn-Ls	18	19,1
	Ls-Me	53	50,8
	Columela	19	17,7
	Ángulo	120	120
47	Tr-N	58	57,5
	N-Sn	54	54,8
	Sn-Me	60	62,8
	Sn-Ls	13	14,6
	Ls-Me	47	48,2
	Columela	16	16
	Ángulo	116	122
48	Tr-N	56	54,1
	N-Sn	57,5	58,7
	Sn-Me	60	62,2
	Sn-Ls	12	13,8
	Ls-Me	48	48,4
	Columela	20	18,2
	Ángulo	103	109
49	Tr-N	56	54,7
	N-Sn	52	50,5
	Sn-Me	62	63,5
	Sn-Ls	14	13,9
	Ls-Me	48	49,6
	Columela	17	15,4
	Ángulo	110	106
50	Tr-N	53	50
	N-Sn	49	49,4
	Sn-Me	62	63,1
	Sn-Ls	14	14,8
	Ls-Me	48	48,2
	Columela	15	13,1
	Ángulo	117	115
51	Tr-N	64,5	63

52	N-Sn	50	49,9
	Sn-Me	54	56,8
	Sn-Ls	14	13
	Ls-Me	40	43,8
	Columela	15,5	14,1
	Ángulo	110	104
	Tr-N	57	56,2
53	N-Sn	56	58,3
	Sn-Me	61,5	63,6
	Sn-Ls	14,5	15,5
	Ls-Me	47	48,1
	Columela	19	19,2
	Ángulo	116	117
	Tr-N	58,5	56,7
54	N-Sn	57	55,5
	Sn-Me	62	62,8
	Sn-Ls	12	13,1
	Ls-Me	50	49,7
	Columela	18,5	16,5
	Ángulo	109	104
	Tr-N	66,5	67,2
55	N-Sn	53	54,2
	Sn-Me	57	57
	Sn-Ls	14	14,5
	Ls-Me	43	42,5
	Columela	19	17,3
	Ángulo	119	125
	Tr-N	65	65,7
56	N-Sn	45	46,4
	Sn-Me	53	54
	Sn-Ls	10	10,7
	Ls-Me	43	43,3
	Columela	15,5	15,9
	Ángulo	112	107
	Tr-N	63,5	64,9
57	N-Sn	58	60,4
	Sn-Me	62	62,6
	Sn-Ls	15	15,3
	Ls-Me	47	47,2
	Columela	20	19,5
	Ángulo	114	111
	Tr-N	68	68,2
57	N-Sn	53,5	52,2
	Sn-Me	69	68,3
	Sn-Ls	15	16,8

58	Ls-Me	54	51,5
	Columela	16	13,8
	Ángulo	116	114
	Tr-N	55,5	55,7
	N-Sn	50	49,2
	Sn-Me	56	55
	Sn-Ls	13	13,2
59	Ls-Me	43	41,8
	Columela	17,5	15,5
	Ángulo	120	124
	Tr-N	63	63,3
	N-Sn	55	55,9
	Sn-Me	56	57,4
	Sn-Ls	13	14,4
60	Ls-Me	43	43
	Columela	17,5	16,7
	Ángulo	122	123
	Tr-N	60,5	61,9
	N-Sn	56,5	55,8
	Sn-Me	72	73,2
	Sn-Ls	19	20,4
61	Ls-Me	53	52,8
	Columela	17	18,1
	Ángulo	119	122
	Tr-N	65	63,6
	N-Sn	59	58,5
	Sn-Me	56	58,8
	Sn-Ls	11	11,7
62	Ls-Me	45	47,2
	Columela	19	18,4
	Ángulo	118	112
	Tr-N	68	69,4
	N-Sn	54	53,8
	Sn-Me	62	63,8
	Sn-Ls	15	15,8
63	Ls-Me	47	48
	Columela	17,5	17,6
	Ángulo	101	97
	Tr-N	72	73,1
	N-Sn	54	55,6
	Sn-Me	59	59
	Sn-Ls	11	12,9
	Ls-Me	48	46
	Columela	20	18,4
	Ángulo	122	126

64	Tr-N	55	57,6
	N-Sn	52	53,4
	Sn-Me	70	68
	Sn-Ls	16	15,2
	Ls-Me	54	52,8
	Columela	18	17,8
	Ángulo	113	110