



**Universidad de Valparaíso**  
**Facultad de Odontología**  
**Escuela de Odontología**  
**Cátedra de Ortodoncia**

# “Análisis comparativo digital y manual del índice de Tanaka y Johnston mediante fotografía digital estandarizada y no estandarizada”

Trabajo de Investigación  
Requisito para optar al  
Titulo de Cirujano Dentista

**Alumnos:**

Eduardo Cáceres Jara  
Pilar Fernández Díaz

**Docente Guía:**

Dr. Jaime Ramírez Tornatore

Seminario de Tesis  
2008

## Índice

---

<b>Introducción</b>	1
<b>Marco Teórico</b>	
Evolución de la dentición temporal y permanente	3
Secuencia de erupción	4
Análisis del sector lateral	5
Pérdida prematura de dientes temporales	8
Caries proximales	9
Componente mesial de erupción de las piezas posteriores.	9
Mantenedores de espacio	10
Recuperación de espacio	12
Análisis de Modelos	13
Análisis de Moyers	13
Análisis de Tanaka-Johnston	15
Análisis de Bolton	18
Fotografía Digital	20
Sensores	20
Eficiencia Cuántica	21
Filtros	21
Interpolación	21
Parámetros de rendimiento	22
Conteo de Píxeles	22
Resolución	22
El Lente	23
Distancia Focal	23
Lente	24
Distancia Focal	26
Tamaño de la imagen	26
Luminosidad de la Imagen	29
<b>Hipótesis</b>	
Hipótesis	30
Hipótesis nula	30
<b>Objetivos</b>	
Objetivo general	30
Objetivos específicos	30
<b>Materiales y Método</b>	
Tipo de estudio	31
Universo de estudio	31
Muestra	31

Determinación de la muestra	31
Criterios de inclusión	32
Definiciones operacionales	32
Instrumentos	32
Fuentes de información	33
Definición de variables	33
Análisis estadístico de la información	33
Metodología o procedimiento	33
<b>Resultados</b>	<b>37</b>
<b>Discusión</b>	<b>42</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>46</b>
<b>Resumen</b>	<b>47</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>48</b>
<b>Anexos</b>	
Anexo 1	52
Anexo 2	55
Anexo 3	57
Anexo 4	59
Anexo 5	60
Anexo 6	61
Anexo 7	64

## **Introducción**

---

En la actualidad la tecnología avanza vertiginosamente sorprendiéndonos cada día con algún adelanto electrónico que nos pueda ayudar con las tareas cotidianas. Es dentro de este marco de avances tecnológicos donde nace el gran capítulo de la Imagenología Digital. Ya en la década de los 70 Steve Sasson presentaría un prototipo de su cámara digital, trabajando para Eastman Kodak Company, Gareth A. Lloyd, patenta su invento, pero difícilmente podría ser un aparato que pudiera ser desarrollado para su uso masivo, ya que su gran tamaño, peso, baja calidad y largo tiempo de exposición, sin mencionar que sólo podía realizar fotografías en blanco y negro, lo hacía una pobre competencia para las cámaras análogas de la época. Sin embargo su principal dispositivo para captar una imagen sigue siendo utilizado, un sensor electrónico denominado CCD. La tecnología digital avanzó rápidamente y hoy en día podemos encontrar cámaras incluso adheridas a dispositivos de uso diario como los celulares o relojes de pulsera.

En el campo de la odontología la tecnología también ha avanzado rápidamente y no es raro encontrar que en la práctica clínica diaria utilizemos dispositivos de última tecnología que nos puedan ayudar en nuestro quehacer.

Específicamente en el ámbito de la Ortodoncia, el registro de datos relacionados con los pacientes, es un área en que la computación ha sido de gran ayuda, de hecho, alrededor del mundo encontramos que ya es rutina el almacenar en forma digital tanto radiografías como fotografías, las que están gradualmente reemplazando los sistemas análogos al entregarnos una excelente imagen para diagnóstico a un precio razonable (Quimby, M. 2004), eliminando de paso, la necesidad de un espacio físico para almacenar tanto fichas como fotografías. Uno de los avances que actualmente se puede encontrar al realizar una simple búsqueda en bibliografía especializada, es la digitalización de modelos dentales, o incluso de la creación de modelos digitales a partir de una impresión (Quimby M., 2004).

Las fotografías, radiografías, exámenes clínicos y el estudio de modelos proveen la información necesaria para diagnosticar una maloclusión y desarrollar un plan de tratamiento ortodóntico (Han K. 1991). Son los modelos de estudio los que nos entregan información en tres dimensiones sobre la oclusión de nuestros pacientes y algunos investigadores reportan que en la mayoría de los casos, el sólo estudio de modelos provee información adecuada para tomar decisiones de tratamiento (Han K. 1991). En pacientes con dentición temporal la predicción del tamaño de los caninos y premolares son un objetivo importante para el diagnóstico en ortodoncia (Paredes V. 2006) y es por esto que muchos investigadores han proporcionado elementos para su estudio y han desarrollado distintos métodos de predicción de estas medidas.

Como lo mencionamos anteriormente, la tecnología digital ha avanzado vertiginosamente hasta el punto de poder realizar estudios en tres dimensiones (3D) digitales para poder obviar el uso de un modelo real que use espacio o que este expuesto a fracturas de diversos tipos (Tomassetti J. 2001). Pero esta tecnología actualmente es difícil de encontrar a un costo razonable o que incluso la mayoría de los ortodontistas posean los instrumentos necesarios. Existen diversos estudios donde se avala la realización de mediciones a partir de una imagen en

dos dimensiones de un modelo (Paredes V. 2006), ya sea escaneando un modelo, o utilizando un caliper digital.

Actualmente el mercado de venta de cámaras digitales nos lleva a suponer que la gran mayoría de los profesionales de la salud poseen una cámara digital compacta o incluso los más entusiastas, cámaras semiprofesionales digitales.

En la facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso podemos encontrar una oficina de fotografía donde contamos con una cámara digital compacta y una cámara semiprofesional digital. Estas están al servicio de la investigación, docencia y aprendizaje diario de nuestros alumnos.

Tomando como base lo anteriormente expuesto es que decidimos realizar un estudio donde pudiéramos establecer la posibilidad de entregar a la Universidad una herramienta más en el desarrollo del aprendizaje. Es así que compararemos la medición manual de modelos dentales, con la medición computacional de una fotografía digital de un modelo de estudio.

## Marco Teórico

---

### Evolución de la dentición temporal y permanente

El ser humano presenta dos denticiones, una temporal y una definitiva, por lo que se conoce como mamífero difiodonte.

La fórmula temporal se inicia a los 6 meses de vida, con una desviación estándar de +/- 6 a 9 meses y culmina a los 3 años. El primer diente en aparecer en boca es el incisivo central inferior alrededor de los 6 meses, seguido por el incisivo central superior, lateral superior y lateral inferior, todo este proceso se termina a los 12 meses de vida. Luego aproximadamente a los 15 meses erupcionan los primeros molares tanto superiores como inferiores. Los caninos, por su parte, erupcionan a los 18 meses. Finalmente el proceso de erupción de los dientes temporales termina con la aparición en boca del segundo molar, superior e inferior, a los 2 años y medio de vida. (Escobar F., 2004)

Entre los 3 y 6 años se establece el primer período de reposo, en donde no hay eventos eruptivos en este lapso de tiempo. El proceso fisiológico importante que ocurre en este período es la ganancia en altura de la cara, con elongación de la rama mandibular.

El primer período de recambio, en donde se instaura una dentición mixta comienza a los 6 años de edad, con la erupción de los primeros molares definitivos y continúa al poco tiempo con la erupción de los incisivos definitivos. Por lo general, el orden más frecuente es, primero los incisivos centrales inferiores, seguido por los primeros molares inferiores y los superiores, incluso es una variante normal que los molares hagan erupción poco antes que los incisivos. Luego a la edad dental de 7 años, erupcionan los incisivos centrales superiores y los laterales inferiores, a los 8 años lo hacen los incisivos laterales superiores (Proffit W.R. y Ackerman JL, 2001).

Es importante destacar los movimientos eruptivos que presentan los primeros molares tanto superiores como inferiores. El molar superior presenta un movimiento eruptivo pendular hacia abajo y adelante. En la etapa previa a la perforación de la mucosa, toma contacto con la cara distal del segundo molar temporal, verticalizándose y dirigiéndose al plano oclusal. El molar inferior, antes de comenzar el proceso eruptivo tiene su cara oclusal dirigida hacia delante, arriba y un poco hacia adentro, se dirige oblicuamente hacia delante y arriba, en relación con el segundo molar temporal, con esta referencia cambia de posición lo que lo conduce al plano oclusal. (Escobar F, 2004). Es por esto que la mantención del segundo molar temporal en boca hasta su exfoliación natural es de gran importancia para conservar espacio para los futuros premolares, en caso de pérdidas prematuras es importante considerar el uso de mantenedores de espacio.

Entre los 8 y 9.5 años viene el segundo período de reposo, también llamado período intertransicional, el cual termina cuando se inicia el recambio de los caninos y molares temporales.

La última fase, corresponde al llamado segundo período de recambio. En donde se reemplaza a los caninos y molares temporales por caninos y premolares definitivos, terminando esta fase a los 12 años con la erupción de los segundos molares definitivos. (Escobar F, 2004; Proffit W.R. y Ackerman J.L., 2001)

Los movimientos eruptivos comienzan cuando se ha terminado la formación de la corona, la cresta alveolar es perforada cuando se alcanza un estadio típico del desarrollo radicular. (Moyers R, 1992). Una vez que el diente definitivo logra el contacto oclusal, las raíces necesitan de 2 a 3 años más para completar su desarrollo, es así como en la edad dentaria de 13, 14 y 15 años se caracteriza por la culminación del desarrollo radicular de estos dientes. (Proffit W.R. y Ackerman J.L., 2001)

Entre los 17 y 20 años aproximadamente ocurre la erupción de los terceros molares definitivos.

### Secuencia de erupción

La secuencia dentaria corresponde al orden de los dientes en el momento que emergen en la cavidad bucal.

Existen secuencias que clínicamente son muy favorables para la correcta ubicación de las piezas permanentes en el arco, pero existen otras que son desfavorables (Escobar F, 2004; Moyers R., 1992), debido a que pueden causar un prematuro cierre de espacios, lo que es crítico cuando este espacio es reducido.

La secuencia más frecuente y favorable para el maxilar superior es primer molar, incisivo central, incisivo lateral, primer premolar, canino, segundo premolar, segundo molar, también puede ocurrir que el segundo premolar erupcione antes que el canino. Para el maxilar inferior es la siguiente, primer molar, incisivo central, incisivo lateral, canino, primer premolar, segundo premolar, segundo molar. En este caso también puede ocurrir que el canino erupcione antes que el segundo premolar. (Burdi A.R. y Moyers R, 1992; Escobar F, 2004). Por otro lado hay casos en que el incisivo central erupciona antes que el primer molar, pero no debe adjudicarse gran significancia clínica, debido a que, la velocidad a la que erupcionan los incisivos es mucho más rápida que la de los molares desde el momento que aparecen en boca. Puede parecer que el incisivo aparece primero pero en verdad el molar lo precede, pero su movimiento es lento y el incisivo lo adelanta. (Burdi A.R. y Moyers R., 1992)

Por su parte, es de gran utilidad que el canino inferior erupcione primero, debido a que tiende a mantener el perímetro del arco y a impedir la inclinación lingual de los incisivos. (D'Escrivan de S. L, 2006 citado por Djuricic A, 2007)

Otra variación de importancia clínica es la erupción de los segundos molares antes que los premolares en el arco mandibular y la erupción de los caninos antes que los premolares en el maxilar superior y también hay que considerar las asimetrías de erupción entre el lado derecho y el izquierdo.

Cuando ocurre la erupción adelantada del segundo molar inferior con respecto al segundo premolar, tiende a disminuir el espacio necesario para la correcta ubicación de los segundos premolares y se puede dar lugar a un bloqueo parcial de éstos en el arco mandibular. Por su parte, el canino superior, cuando erupciona prácticamente al mismo tiempo que el primer premolar superior, probablemente será desplazado hacia vestibular (Moyers R, 1992), al igual que cuando en el maxilar hay una falta evidente de espacio, debido a que este diente es el último en erupcionar.

El desarrollo favorable de la oclusión en la región de canino y premolares depende mayormente de cuatro factores:

- Una secuencia de erupción favorable.
  - Una relación tamaño dentario versus el espacio disponible satisfactoria.
  - El logro de una relación molar normal con disminución mínima del espacio disponible para los premolares.
  - Una relación bucolingual favorable de los procesos alveolares.
- (Moyers R, 1992)

Los dientes definitivos están influenciados por sus predecesores temporales, a excepción de los molares. Las alteraciones en los dientes primarios, tales como caries, usualmente llevan a una reabsorción radicular anormal, en donde algunas veces retarda o altera la erupción de los dientes permanentes. Hoy en día diferentes estudios y autores coinciden que una serie de factores tales como sexo, raza, herencia, nivel socioeconómico, factores ambientales, las extracciones prematuras de dientes primarios, el desarrollo esquelético, la edad radicular, la edad cronológica y algunos factores de desarrollo intrauterino y postnatal, pueden influenciar la secuencia y tiempo de erupción. (Braskar S.N, 1981 citado por Morón A y cols, 2004; Sato, S. (1992) citado por Djurisc A., 2007)

### Análisis del sector lateral

#### **Espacio primate**

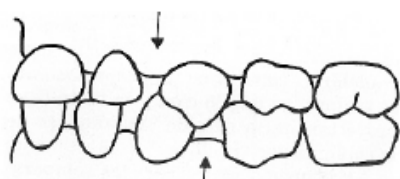


Imagen 1: espacios primates

Hay que mencionar que en general la dentición temporal presenta espacios interdentarios, pequeños entre los incisivos y molares y más notorios en relación a los caninos, estos últimos se denominan espacios primates, los cuales son diastemas localizados por distal de los caninos temporales inferiores y mesial de los superiores (Imagen 1). Se aprovechan generalmente para solucionar pequeñas discrepancias anteriores. (Escobar F, 2004, Menassa de Lucia F)

Los espacios interincisivos superiores tienen gran importancia porque permiten en el sector anterior, la ubicación de los dientes permanentes de mayor diámetro mesiodistal, mientras que el espacio primate de la mandíbula ayuda a lograr la relación de neutroclusión, (González y cols, 1999) al permitir el movimiento mesial de los molares.

La falta de diastemas interincisivos o primates será un signo que nos permitirá un diagnóstico precoz de futuras anomalías de los dientes permanentes, esto puede ser considerado como una variación normal, pues no todos los niños presentan dichos espacios, pero se necesitará de una respuesta de crecimiento mayor que la promedio, o deberá haber dientes permanentes pequeñísimos, o éstos tendrán que asumir una posición más anterior que la que elige por lo corriente la naturaleza para lograr la alineación ideal de los dientes en edad madura. (González y cols, 1999).

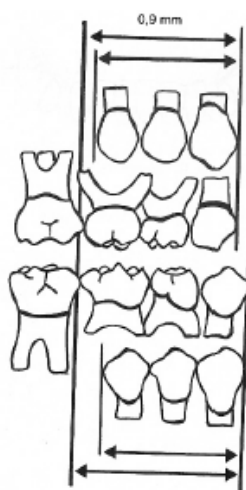


Imagen 2: Espacio deriva

El espacio deriva o de Nance resulta de la diferencia de tamaño tras el reemplazo de caninos y molares temporales por sus homólogos permanentes, (Imagen 2 y 3) caninos y premolares, este espacio se calcula que es de 1.7 mm. en la hemiarcada superior y de 2.3 mm. en la hemiarcada inferior. (Lucea y Echarry, 2002). El canino permanente siempre será mayor que el temporal, mientras que el primer y segundo premolar serán de un tamaño mesiodistal más pequeño que sus homólogos temporales (1° y 2° molares temporales); sobre todo, entre el segundo premolar y el segundo molar temporal.

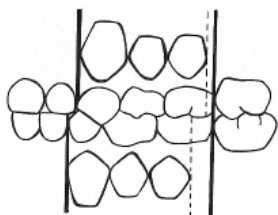


Imagen 3: Espacio deriva

Por término medio, el segundo molar inferior temporal es 2 mm. mayor en sentido mesiodistal que el segundo premolar mientras que en el maxilar el segundo molar temporal es 1.5 mm. mayor. El primer molar temporal es sólo algo mayor que el primer premolar, dejando en la mandíbula 0.5 mm. más que en el maxilar. Como consecuencia de ello, existen a cada lado de la mandíbula unos 2.5 mm. a los que se denominan espacio de deriva, mientras que en el arco maxilar hay 1.5 mm. por término medio. (Proffit W.R. y Ackerman J.L., 2001)

Cuando se pierden los segundos molares temporales, los primeros molares definitivos se adelantan con una relativa rapidez utilizando el espacio de deriva. Esto reduce la longitud y circunferencia del arco.

Los primeros molares permanentes ocuparían el libre de Nance si se desplazaran hacia mesial, en caso de ser necesario para el establecimiento de una clase I molar en la que la cúspide mesiovestibular del primer molar superior permanente coincide con el surco vestibular del primer molar inferior permanente. Cuando existe una relación de escalón terminal recto al comienzo de la dentición mixta, necesitará un desplazamiento anterior de los molares de unos 3.5 mm. en relación a los superiores para conseguir una transición sin problemas de la dentición definitiva a una relación molar clase I. (Proffit W.R. y Ackerman J.L., 2001)

Lo anteriormente mencionado se relaciona directamente con la longitud de la arcada, que se define geométricamente como la distancia desde el punto más distal del último diente presente de un lado hasta el extremo opuesto. De especial importancia es la medición de la cara mesial del primer molar definitivo de un lado a la cara mesial del contralateral, debido a que es el verdadero terreno en la clínica de ortodoncia. (Canut J. A., 1999). Esta medida debería denominarse longitud clínica de la arcada, pero por su importancia clínica se conoce como longitud de la arcada.

La erupción de los incisivos permanentes pueden variar la longitud de arco, debido a su mayor inclinación hacia vestibular, es decir, más hacia fuera de lo que lo hicieron en su momento los dientes temporales, mientras que la prolongación de los ejes axiales de los incisivos temporales superiores e inferiores al cruzarse forman un ángulo mucho más abierto, de unos 150°, los permanentes forman uno mucho más cerrado de unos 125° lo que permite alcanzar una mayor longitud de arcada, lo que determina un arco de círculo más amplio (Imagen 4). Hay que destacar que añade 1 a 2 mm. de espacio adicional en un niño normal y ayuda a resolver el apiñamiento. (Proffit W.R. y Ackerman J.L., 2001; Escobar F, 2004 y Menassa de Lucia F.)

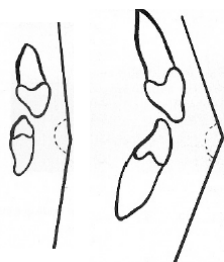


Imagen 4: Ejes axiales de los incisivos temporales y definitivos

Las principales formas por las que puede ocurrir pérdida de espacio y el consiguiente acortamiento del arco dentario durante la dentición mixta son:

- Pérdida prematura de dientes temporales.
- Caries con la consecuente pérdida de diámetro mesio-distal de los dientes temporales.
- Componente mesial de erupción de los dientes posteriores.

También puede haber pérdida de espacio por anquilosis de algún diente temporal, agenesia de algún diente permanente y obturaciones defectuosas. (Rodríguez y cols, 2005)

Hay que tener en claro que existen procedimientos que nos ayudan a interceptar estos problemas como son los mantenedores y recuperadores de espacio.

#### Pérdida prematura de dientes temporales:

El principal problema que ocurre tras una pérdida prematura es la posibilidad de que los dientes restantes se movilizan hacia las regiones donde se ha discontinuado el arco dentario, con el consiguiente acortamiento de la longitud de éste y cambio de posición dentaria tanto por movimientos en bloque o por inclinación.

Existen criterios para determinar el grado de afección:

- *Etapas de desarrollo de la dentición:* una pérdida prematura durante la dentición temporal no resulta en cambios de posición de las restantes piezas temporales, debido a que no existe un componente mesial de las fuerzas oclusales. No ocurre lo mismo cuando empieza la erupción del primer molar, sobre todo inferior, donde la fuerza eruptiva rompe el equilibrio que existía hasta ese momento.
- *Lugar de la pérdida:* las consecuencias serán distintas dependiendo del arco que afecte, siendo estas más rápidas cuando ocurren en el maxilar superior, debido a que posee un tejido óseo más esponjoso y una cortical más delgada. También es importante el tipo de pieza dentaria afectada. La pérdida de los incisivos superiores temporales no reviste gran problema si es que se mantienen los caninos en una oclusión normal. La pérdida del

primer molar temporal es menos significativa que la del segundo, sobre todo si ya han erupcionado los molares definitivos. Pero durante la erupción de éstos ambas pérdidas son relevantes porque las fuerzas eruptivas producen una rápida ocupación de la zona del primer molar por mesialización del segundo.

- *Oclusión*: si el paciente presenta neutroclusión sólida a nivel de los molares permanentes, es poco probable que exista migración de las piezas dentarias. (Escobar F, 2004).

### Caries proximales:

Las piezas dentarias contactan entre ellas por una zona llamada punto de contacto, el cual es un punto de máxima convexidad. Cuando se pierde, las piezas dentarias tienden a desplazarse hacia mesial y ello puede producir el desplazamiento de todo un sector dentario, incluso de piezas permanentes si las hay ya erupcionadas. Esta alteración en la posición de las piezas dentarias se transmite cuando el paciente cambia las piezas temporales por las permanentes, llegando en la mayoría de los casos a una posición anómala de las piezas dentarias, instaurándose una maloclusión.

Es por esto que las caries proximales deben ser restauradas de manera rápida y oportuna para prevenir la pérdida de espacio. (Especialidades Odontopediatría, 2001)

### Componente mesial de erupción de las piezas posteriores.

El patrón muscular influye en la erupción dentaria, cuando el diente erupciona en un entorno tónico tiende a mesializarse por el componente en sentido mesial que el potencial muscular crea a través de la oclusión. (Ustrell J. y Duran J., 2002).

Es importante señalar que el patrón de erupción del primer molar superior es diferente del inferior. El molar superior por su trayectoria erupcional, realiza un movimiento bascular, resultando en desplazamiento corporal, con inclinación y rotación en base a su raíz palatina. Esto es por el relieve anatómico de la poderosa cúspide mesiolingual del primer molar superior que ocluye en la fosa del primer molar inferior, esta relación es tan rígida y efectiva que resiste el movimiento en bloque de la pieza, obligando a la cúspide vestibular a girar alrededor de la palatina, contribuye a esto la potente raíz palatina, desplazándose hacia mesial. Este molar al girar ocupa más espacio en el arco por su forma romboidal y condiciona un acortamiento de la longitud de la arcada con la consiguiente pérdida de espacio para la erupción de las futuras piezas definitivas. (Canut J. A., 1999)

Los molares superiores ejercen su fuerza eruptiva en los periodos finales de la erupción, debido a que, en esta etapa se produce el contacto con el diente temporal más distal del arco.

Por su parte, el primer molar inferior comienza su movimiento intraalveolarmente, resultando en erupción desplazada hacia mesial. El hueso más denso del cuerpo mandibular

determina un menor movimiento corporal, con un gran componente de inclinación mesial. Éstos ejercen una fuerza eruptiva desde muy temprano y continua, a poco de iniciar la erupción establecen este contacto intraóseamente, usando la cara distal del segundo molar temporal como guía. (Escobar F, 2004)

Esto puede tener como consecuencia pérdida en la longitud de arco, lo que conducirá a una falta de espacio para la erupción de los dientes definitivos

### Mantenedores de espacio:

La pérdida de piezas dentarias temporales antes de tiempo, sea por extracción o por traumatismos, produce desplazamientos ocupando espacio que corresponden a otros dientes y cuando por cronología les corresponde erupcionar, al no tener su espacio, en la mayoría de los casos se producen apiñamientos dentarios, o bien erupciones ectópicas. (Especialidades Odontopediatría, 2001).

Por estos motivos se utilizan los mantenedores de espacio, para la prevención de la pérdida de longitud de arcada facilitando la erupción de los dientes subyacentes y sin interferir en la erupción de los antagonistas.

Están indicados entonces ante la pérdida prematura de molares temporales con tendencia al cierre del espacio. En caso que ésta sea detectada tardíamente, el mantenedor de espacio no siempre está indicado, debido a que es posible que la situación se encuentre en equilibrio, con o sin pérdida de espacio. (Escobar F, 2004)

### **Los mantenedores deben cumplir con las siguientes condiciones:**

- Debe mantener el espacio proximal deseado.
- Permitir la erupción y la evolución normal de los dientes permanentes.
- Restablecer la función masticatoria, en lo posible.
- No interferir en las funciones de deglución, fonación y si es posible recuperara la estética.
- No debe interferir con los dientes antagonistas.
- Preservar la salud de los tejidos blandos y duros relacionados con él.
- Deben ser de diseño sencillo.
- Deben ser fáciles de limpiar y conservar.
- Estables y resistentes.

(Escobar F, 2004; Lucea y Echarry, 2002; Rodríguez y cols, 2005)

**Está contraindicado:**

- Ante la ausencia de tejido óseo sobre la corona de la pieza a erupcionar.
- Cuando hay una discrepancia dento-alveolar es muy positiva, es decir, el espacio disponible es superior a la dimensión mesiodistal requerida para la erupción.
- Si se presenta agenesia de la pieza definitiva y ésta no se va a reponer.

(Lucea y Echarry, 2002; Rodríguez y cols, 2005)

**Los factores que influyen en la planificación de un mantenedor de espacio:**

- *Tiempo transcurrido desde la ausencia:* cuando se produce la pérdida dentaria el espacio disponible suele ocuparse dentro de los 6 meses siguientes a la extracción. En lo posible, lo ideal es confeccionar el mantenedor antes de la extracción.
- *Edad dental del paciente:* cuando se produce la pérdida de la pieza temporal antes del estado de 7 de Nolla se produce un retraso en la erupción de la pieza definitiva, lo contrario ocurre si se produce sobre este estadio de desarrollo dentario. (Escobar,2004)
- *Arcada dentaria:* el cierre de espacio es más lento en la mandíbula que en el maxilar superior.
- *Grosor de la capa de hueso que cubre al diente permanente:* cuando existe un desarrollo radicular adecuado para la erupción y además existe pérdida ósea por infección del diente predecesor temporal se acelera el proceso de erupción del definitivo. En cambio cuando el hueso cubre las coronas se puede predecir que la erupción ocurrirá transcurrido varios meses.
- *Retraso en la erupción del diente permanente:* existen casos en que los dientes permanentes están parcialmente impactados, con alteraciones en la evolución de su proceso eruptivo que dan lugar al retraso anómalo de la erupción. Aquí es recomendable hacer la extracción del diente temporal y confeccionar un mantenedor.
- *Agenesia diente definitivo:* es muy importante decidir si se debe mantener el espacio durante muchos años para luego sustituirlo mediante prótesis fija plural o implante, o bien si se permite el cierre del espacio.  
(Escobar F, 2004; Lucea y Echarry, 2002; McDonald R., Hennon D. y Avery D., 1995)

Hay que tener en cuenta que se debe utilizar, en lo posible, siempre el aparato más sencillo para facilitar la higiene de la zona por parte del niño y para minimizar las molestias que ocasiona su utilización.

Los mantenedores de espacio se pueden clasificar en fijos y removibles.

Dentro de los aparatos fijos encontramos:

- Mantenedor de espacio Banda y asa.
- Mantenedor de espacio Corona y asa.
- Mantenedor de espacio Arco transpalatino o de Goshgarian.
- Mantenedor de espacio Arco lingual.
- Mantenedor de espacio Intraalveolar.

Por otro lado se encuentran los mantenedores de espacio removibles

- Mantenedor de espacio Placa de Hawley modificada.
- Mantenedor de espacio termomaleables.  
(Lucea y Echarry, 2002)

(Para mayor información ver Anexo 1)

### Recuperación de espacio

Mediante los procedimientos de recuperación de espacio se permite reobtener espacio perdido ya sea por caries o por pérdidas prematuras, no es en consecuencia para obtener espacio donde no existía al momento de examinar al paciente. Los movimientos son más fáciles de obtener en la maxila que en la mandíbula por los diferente valores de anclaje en estos arcos.

### Tornillos de expansión:

La ubicación de los tornillos es por palatino o por lingual en aparatos de acrílico, con los sistemas de retención convencionales. La activación de estos se realiza semanalmente.

### Resortes

Los alambres utilizados son de 0.06mm de diámetro con formas helicoidales o de ocho con la base acrílica hendida. (Escobar F, 2004)

## Análisis de Modelos

Los modelos dentales son una de las fuentes de información más completas e importantes para poder hacer estudios en los 3 planos del espacio que finalmente nos proporcionarán elementos para diagnosticar ya sean anomalías de posición, relación intermaxilar, e incluso como un predictor del espacio disponible y el espacio necesario futuro.

Existen varios análisis que nos ayudan a preveer el espacio requerido para la correcta posición de los caninos y de los premolares superiores e inferiores. Algunos autores utilizan tablas para llegar a los resultados, otros radiografías, otros sólo las fórmulas diseñadas ahorrando tiempo clínico valioso para el tratamiento.

La odontometría relaciona matemáticamente el ancho y longitud de las arcadas dentales en función del tamaño de los dientes presentes. Esta relación matemática ha sido establecida por distintos autores que generan un método de determinación y un valor medio de la relación, mediante los cuales se puede determinar la relación existente entre la cantidad de espacio en el arco alveolar y la cantidad de espacio exigida para poder alinear los dientes definitivos de la mejor manera, determinando si existirá algún tipo de desarmonía dento-maxilar.

A continuación se mencionarán tres análisis de gran relevancia en el área de la ortodoncia, siendo el índice de Tanaka y Johnston uno de los más utilizados en la clínica por su rapidez y fidelidad en los resultados.

## Análisis de Moyers

Este método de predicción de dentición mixta se basa en una tabla de referencia con valores estadísticos. Para su análisis Moyers dividió el arco en dos segmentos, uno anterior, que corresponde a los incisivos definitivos y uno posterior, que comprende a los caninos y a los molares temporales. (Salles A, 2004). En estas condiciones se obtiene dos espacios requeridos, para estos es necesario hacer una serie de cálculos, utilizándose las siguientes definiciones de puntos de medición:

**Espacio disponible anterior (EDa):** se mide el ancho tomando como referencia la línea media y mesial del canino. Para la medición total entonces se mide desde la línea media hasta uno de los extremos mesiales de un canino y luego lo mismo hacia el lado opuesto obteniendo el total.

**Espacio Requerido Anterior (ERa):** se suman todos los anchos mesio-distales de los incisivos definitivos.

**Espacio Disponible Posterior (EDp):** se mide desde mesial del primer molar definitivo hasta mesial del canino temporal.

**Espacio Requerido Posterior (ERp):** se utiliza la tabla propuesta por Moyers, basándose en el ancho mesiodistal de los incisivos inferiores.

La tabla de Moyers (Imagen 5 y 6) presenta en la línea horizontal superior el valor de la suma de los cuatro incisivos definitivos inferiores y en la columna vertical los porcentajes que varía de 5% a 95%.

Esta tabla se divide en dos. La tabla A es para calcular la discrepancia del maxilar superior y la B la del maxilar inferior. A modo de ejemplo, si tenemos una suma incisiva inferior de 21.5 mm., éste valor se busca en la primera fila de la tabla correspondiente al maxilar, y buscamos el porcentaje con el cual vamos a trabajar, por ejemplo el 95%, que en la tabla B corresponde a 22.3 mm., es decir el espacio que se requiere a cada lado de la arcada para los caninos y premolares que aún no erupcionan. Esto significa que de todas las personas que tienen suma interincisiva de 21.5 mm. el 95% de ellos tienen un diámetro mesio distal de caninos y premolares de 22.3 mm. (Salles A, 2004).

Hay que destacar que el valor del 75% (Tootla R y Fayle SA, 2003; Vellini F., 2004) fue elegido como estimativo, se convino este valor, pues se estima que es el más práctico desde el punto de vista clínico.

$\Sigma$	21.12	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0
95%	21.6	21.8	22.1	22.4	22.7	22.9	23.2	23.5	23.8	24.0	24.3	24.6	
85%	21.0	21.3	21.5	21.8	22.1	22.4	22.6	22.9	23.2	23.5	23.7	24.0	
75%	20.6	20.9	21.2	21.5	21.8	22.0	22.3	22.6	22.9	23.1	23.4	23.7	
65%	20.4	20.6	20.9	21.2	21.5	21.8	22.0	22.3	22.6	22.8	23.1	23.4	
50%	20.0	20.3	20.6	20.8	21.1	21.4	21.7	21.9	22.2	22.5	22.8	23.0	
35%	19.6	19.9	20.2	20.5	20.8	21.0	21.3	21.6	21.9	22.1	22.4	22.7	
25%	19.4	19.7	19.9	20.2	20.5	20.8	21.0	21.3	21.6	21.9	22.1	22.4	
15%	19.0	19.3	19.6	19.9	20.2	20.4	20.7	21.0	21.3	21.5	21.8	22.1	
5%	18.5	18.8	19.0	19.3	19.6	19.9	20.1	20.4	20.7	21.0	21.2	21.5	

Imagen 5: Tabla de predicción de la suma del ancho del canino y premolares superiores a partir de la suma del ancho mesiodistal de los cuatro incisivos inferiores.

$\Sigma$ 21/12	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0
95%	21.1	21.4	21.7	22.0	22.3	22.6	22.9	23.2	23.5	23.8	24.1	24.4
85%	20.5	20.8	21.1	21.4	21.7	22.0	22.3	22.6	22.9	23.2	23.5	23.8
75%	20.1	20.4	20.7	21.0	21.3	21.6	21.9	22.2	22.5	22.8	23.1	23.4
65%	19.8	20.1	20.4	20.7	21.0	21.3	21.6	21.9	22.2	22.5	22.8	23.1
50%	19.4	19.7	20.0	20.3	20.6	20.9	21.2	21.5	21.8	22.1	22.4	22.7
35%	19.0	19.3	19.6	19.9	20.2	20.5	20.8	21.1	21.4	21.7	22.0	22.3
25%	18.7	19.0	19.3	19.6	19.9	20.2	20.5	20.8	21.1	21.4	21.7	22.0
15%	18.4	18.7	19.0	19.3	19.6	19.8	20.1	20.4	20.7	21.0	21.3	21.6
5%	17.7	18.0	18.3	18.6	18.9	19.2	19.5	19.8	20.1	20.4	20.7	21.0

Imagen 6: Tabla de predicción de la suma del ancho del canino y premolares inferiores a partir de la suma del ancho mesiodistal de los cuatro incisivos inferiores.

Luego para el cálculo de la Discrepancia de Modelo se utiliza la siguiente fórmula:

$$DM = (EDa + EDp) - (ERa + ERp) \longrightarrow \text{EDp y ERp para la fórmula se multiplican por dos, debido a que representan a ambos segmentos del maxilar.}$$

### Análisis de Tanaka-Johnston

Este análisis fue creado por los doctores Lysle Johnston y Marvin Tanaka.

Este método de medición nos presenta la ventaja de no utilizar tablas de comparación ni radiografías. La predicción de espacio requerido posterior se basa en el ancho mesio-distal de los incisivos inferiores. (Moyers R, 1992; Salles A, 2004)

Tanaka y Johnston para idear este método utilizaron 506 modelos dentales de pacientes ortodónticos de Cleveland. Lograron recopilar modelos desde 1966, los modelos tenían que tener los dientes a medir completamente erupcionados y sin fracturas, caries ni restauraciones.

Utilizando el ancho mesio-distal de los incisivos inferiores desarrollaron una ecuación de regresión para predecir el tamaño de los dientes definitivos aún no erupcionados, caninos y premolares. Las mediciones se realizaron con un calibrador con una certeza de 0.05mm. (Tanaka y Johnston, 1974). La ecuación de regresión es la siguiente:

$$Y = A + B(X)$$

Y: representa la predicción del tamaño de los dientes que no han erupcionado (caninos y premolares).

X: representa la suma de los ancho mesio-ditales de los 4 incisivos inferiores.

A y B son constantes. A para el arco inferior y B para el arco superior.

Cabe destacar que dentro de la muestra que seleccionaron para este análisis muy pocos modelos tenían suma interincisiva inferior menor de 20.5 mm. y mayor a 27.0 mm.

Realizaron una tabla de porcentajes de predicción de tamaño de caninos y premolares superiores e inferiores que va del 95% al 5% y se utilizaron como extremos los valores mencionados anteriormente 20.5 mm. y 27.0 mm. (Imagen 7 y 8)

	Mandibular lateral and central incisors													
95%	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0
85%	22.2	22.5	22.7	23.0	23.2	23.5	23.7	24.0	24.2	24.5	24.7	25.0	25.2	25.5
75%	21.7	21.9	22.2	22.4	22.7	22.9	23.2	23.4	23.7	24.0	24.2	24.5	24.7	25.0
65%	21.4	21.6	21.9	22.1	22.4	22.6	22.9	23.1	23.4	23.6	23.9	24.1	24.4	24.7
50%	21.1	21.4	21.6	21.9	22.1	22.4	22.6	22.9	23.1	23.4	23.6	23.9	24.2	24.4
35%	20.8	21.0	21.3	21.5	21.8	22.1	22.3	22.6	22.8	23.1	23.3	23.6	23.8	24.1
25%	20.5	20.7	21.0	21.2	21.5	21.7	22.0	22.2	22.5	22.7	23.0	23.2	23.5	23.7
15%	20.2	20.5	20.7	21.0	21.2	21.5	21.7	22.0	22.2	22.5	22.7	23.0	23.2	23.5
5%	19.9	20.1	20.4	20.7	20.9	21.2	21.4	21.7	21.9	22.2	22.4	22.7	22.9	23.2
	19.4	19.6	19.9	20.1	20.4	20.6	20.9	21.1	21.4	21.7	21.9	22.2	22.4	22.7

Imagen 7: Tabla de probabilidades para predecir el ancho de caninos y premolares superiores a partir de los incisivos inferiores.

	Mandibular lateral and central incisors													
95%	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0
85%	21.6	21.9	22.1	22.4	22.7	22.9	23.2	23.5	23.7	24.0	24.3	24.5	24.8	25.1
75%	21.1	21.3	21.6	21.9	22.1	22.4	22.7	23.0	23.2	23.5	23.8	24.0	24.3	24.6
65%	20.8	21.0	21.3	21.6	21.8	22.1	22.3	22.6	22.9	23.2	23.4	23.7	24.0	24.3
50%	20.5	20.8	21.1	21.3	21.6	21.9	22.1	22.4	22.7	22.9	23.2	23.5	23.7	24.0
35%	20.2	20.5	20.7	21.0	21.3	21.5	21.8	22.1	22.3	22.6	22.9	23.1	23.4	23.7
25%	19.9	20.1	20.4	20.7	20.9	21.2	21.5	21.7	22.0	22.3	22.5	22.8	23.1	23.3
15%	19.6	19.9	20.1	20.4	20.7	21.0	21.2	21.5	21.8	22.0	22.3	22.6	22.8	23.1
5%	19.3	19.6	19.8	20.1	20.4	20.6	20.9	21.2	21.5	21.7	22.0	22.3	22.5	22.8
	18.8	19.0	19.3	19.6	19.9	20.1	20.4	20.7	20.9	21.2	21.5	21.7	22.0	22.3

Imagen 8: Tabla de probabilidades para predecir el ancho de caninos y premolares inferiores a partir de los incisivos inferiores.

Además crearon una tabla de comparación del Tanaka Johnston al 75% y de Moyers al 75%. (Imagen 9).

Width of mandibular incisors (mm)	Width of maxillary canines, first premolars, and second premolars (mm)			Width of mandibular canines, first premolars, and second premolars (mm)		
	Moyers	CWRU*	Approximation	Moyers	CWRU*	Approximation
20.5	21.2	21.4	21.3	20.7	20.8	20.8
21.0	21.5	21.6	21.5	21.0	21.0	21.0
21.5	21.8	21.9	21.8	21.3	21.3	21.3
22.0	22.0	22.1	22.0	21.6	21.6	21.5
22.5	22.3	22.4	22.3	21.9	21.8	21.8
23.0	22.6	22.6	22.5	22.2	22.1	22.0
23.5	22.9	22.9	22.8	22.5	22.3	22.3
24.0	23.1	23.1	23.0	22.8	22.6	22.5
24.5	23.4	23.4	23.3	23.1	22.9	22.8
25.0	23.7	23.6	23.5	23.4	23.2	23.0
25.5	24.0	23.9	23.8	23.7	23.4	23.3
26.0	24.2	24.1	24.0	24.0	23.7	23.5
26.5	24.5	24.4	24.3	24.3	24.0	23.8
27.0	24.8	24.7	24.5	24.6	24.3	24.0

Imagen 9: Comparación de tablas de probabilidades de Moyers y Tanaka y Johnston de caninos y premolares al 75%.

Se puede concluir que no hay diferencias significativas entre la investigación de Tanaka y Johnston y la realizada por Moyers. Por lo que se recomienda usar el nivel del 75% en la predicción del ancho mesio-distal de caninos y premolares no erupcionados. (Tanaka y Johnston, 1974).

Estos investigadores determinaron que las mediciones del 75 % pueden ser predecidas tomando la mitad de la suma incisiva inferior y agregando 11.0 mm al maxilar superior y 10.5 mm al maxilar inferior (Carbonell O. y cols, 1999; Gardner, 1979), quedando la fórmula de la siguiente manera:

Ancho estimado de caninos y premolares inferiores =  $\frac{\text{ancho 4 incisivos inferiores}}{2} + 10,5\text{mm}$



Corresponde a la constante A para el cálculo del 75%

Ancho estimado de caninos y premolares superiores =  $\frac{\text{ancho 4 incisivos inferiores}}{2} + 11,0\text{mm}$



Corresponde a la constante B para el cálculo del 75%

Mediante este cálculo se obtiene el ancho de caninos y premolares de un cuadrante del arco correspondiente.

Los incisivos inferiores son los elegidos para estos análisis, debido a que son los primeros en erupcionar en la dentición mixta, además se miden fácilmente, con exactitud y están directamente relacionados con la mayoría de los problemas relacionados con apiñamiento. (Moyers, 1996)

En un estudio realizado el año 2005 por Bernabé y cols en Perú se reportó que la suma de los incisivos inferiores no son el mejor predictor para la dentición mixta, determinando que la combinación de incisivos centrales superiores e inferiores y el primer molar superior son el mejor predictor para la suma de los anchos de los caninos y premolares no erupcionados.

En un estudio realizado por Alhaija A y Qudeimat el año 2006 se comparó el método de ecuación de Tanka y Johnston y la tabla de probabilidades de Moyers en niños jordanos y concluyeron que la primera subestima los anchos mesio-distales de los caninos y premolares permanentes a excepción del maxilar superior en hombres. Además se determinó que no hay diferencias significativas entre los anchos mesio-distales de caninos y premolares analizados con la tabla de Moyers al 65% y 75% para ambos maxilares en hombres y al 85% para ambos maxilares en mujeres, por lo tanto el porcentaje a utilizar en hombres y mujeres es distinto, según estos autores.

En otro estudio realizado por Flores-Mir C y cols el año 2003 en Perú, sus resultados coinciden con el estudio mencionado anteriormente, debido a que concluyen que el análisis del Tanaka y Johnston no es preciso excepto para el maxilar superior en hombres. Para mujeres la tabla de Moyers es fidedigna al 95% en el arco superior y al 65% en el arco inferior, para los hombres al 65% en el arco inferior y no es específico bajo ningún nivel de porcentajes para el maxilar superior.

### Análisis de Bolton

Este análisis nos permite obtener el ancho mesio-distal de los dientes definitivos y comparar la proporcionalidad en el tamaño de los dientes antagonistas, (Canut JA, 1999) esto es de gran importancia debido a que cualquier desproporción en el tamaño de la dentición superior con la inferior, o lo inverso, impide lograr una normooclusión final.

Este es un índice práctico para el análisis de la proporción en el tamaño dentario. Para calcular el índice completo se suman los anchos mesio distales de los doce dientes, de primer molar a primer molar y el total se divide por la suma de los doce dientes superiores y se multiplica por cien. Hay que tener presente que este índice debe ser hecho en dientes definitivos. (Canut JA, 1999). De acuerdo con Bolton una relación de 91.3, resulta de una relación de sobre mordida, resalte ideal, al igual que la oclusión posterior. Si esta relación total excede los 91.3 la discrepancia se debe a un exceso de material dentario inferior. Si por el contrario es menor de 91.3 se debe a un exceso de material dentario superior. (Moyers R., 1992)

Todas las mediciones deben ser pasadas a una cartulina y luego se debe medir la longitud total directamente en ella (Imagen 10). Luego se puede comparar la dimensión de las doce piezas superiores con las doce inferiores en una tabla de valores, (Canut JA, 1999) teniendo como resultados un déficit, un exceso o una proporción exacta entre el material dentario de ambas arcadas.

Si existe desproporción pero esta no es mayor a 1 milímetro, no se debe tener en cuenta porque debe ser producto de errores en el cálculo de la cartulina, cuando excede los 2 milímetros es necesario tratar esta anomalía para lograr una buena relación interdentaria. (Canut JA, 1999)

Estudios demuestran que **no hay un análisis de** discrepancia de dentición mixta superior en cuanto a la predicción de espacio. Todos bien utilizados podrían dar la información suficiente.

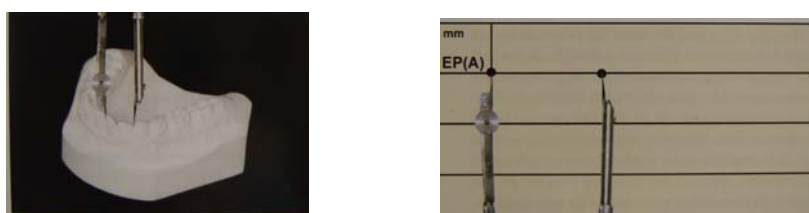


Imagen 10: Medición con compás punta seca de espacio disponible anterior y su transferencia a la cartulina

## Fotografía Digital

La Fotografía Digital es una forma de fotografía que aprovecha la tecnología computacional para fabricar imágenes digitales de un objetivo. Es tan solo una forma más de Imágenes Digitales; otro tipo de éstas pueden ser obtenidas con aparatos como scanner, tomografías computarizadas o radio telescopios (Benchimol D. 2004). Estas imágenes digitales pueden ser mostradas, impresas, guardadas, transmitidas, y tal vez una de las más importantes, ser manipuladas.

Para entender cómo las cámaras usan la tecnología para poder crear estas imágenes debemos conocer la anatomía de una cámara a grandes rasgos. Básicamente una Cámara Digital no difiere mucho de una cámara fotográfica compacta analógica, encontrando dispositivos básicos como un lente, un disparador y un diafragma por el que se regula la abertura del lente. Sin embargo es en la forma de almacenar una imagen donde se ven los cambios: la antigua película fotográfica es reemplazada por un sensor y a su vez la mayoría de las cámaras llamadas point-and-shoot o cámaras compactas digitales, traen un procesador de imágenes. A continuación revisaremos los sistemas más importantes de una cámara digital que nos ayudarán a conocer lo que es realmente una Imagen Digital.

## Sensores

Los sensores de las cámaras básicamente leen la intensidad de la luz que les llega, este sensor genera una corriente eléctrica de acuerdo a la cantidad de luz que recibe en cada uno de sus puntos fotosensibles (Benchimol D. 2004).

Este sensor sólo distingue las variaciones de luz, pero no de colores, por lo tanto una vez que la luz atraviesa el lente, esta llega a un filtro con colores rojo, verde y azul. Esta información obtenida por el sensor es enviada a un procesador de imagen denominado DAC (Digital-Analog Converter o Conversor Analógico-Digital). Finalmente esta información es almacenada en un dispositivo de memoria digital incluido en la cámara. En este punto es cuando interviene un proceso denominado interpolación en donde se rellenan los huecos de información que no han podido ser completados originalmente por el sensor.

Existen 2 tipos de sensores principales que podemos encontrar en una cámara digital:

- CCD (del inglés Charge-Couple Device)
- CMOS (del inglés Complementary Metal Oxide Semiconductor)

Ambos sensores cumplen con la función de capturar la luz y convertirla en información electrónica. Las CCD son unos dispositivos análogos que captan la luz cuando ésta golpea el chip, esta energía es almacenada como cargas eléctricas de cada sensor de fotones, las cargas son convertidas en voltaje. Este proceso se realiza un pixel a la vez a medida que van siendo leídos en el chip. Finalmente un circuito extra transforma este voltaje en información digital. Los CMOS utilizan circuitos adheridos a cada sensor convirtiendo la luz en voltaje directamente. Al igual que los CCDs, estos sensores necesitan de un dispositivo que transforme el voltaje en información.

## Eficiencia Cuántica

Los sensores utilizados poseen una Eficiencia Cuántica relativamente alta. Se define como el porcentaje de fotones convertidos en electrones al chocar con una placa fotosensible (García E. 2007).

## Filtros

Como lo mencionamos anteriormente los sensores solo leen la luz como fotones para ser convertidos en electrones. El sensor se comporta como un dispositivo monocromático y necesita de un filtro para captar los colores, es decir que si el filtro no estuviera captaríamos solo imágenes en blanco y negro.

El filtro más utilizado por las cámaras actuales son los Filtro Bayer, básicamente una red de fotosensores en una matriz de colores Verde, Rojo y Azul, en una proporción de 50% verde, 25% rojo, 25% azul, que finalmente organizaran los pixeles para entregar la información de color en una información en bruto o \*.raw

## Interpolación

Para completar la explicación de cómo funciona una Cámara Digital, debemos explicar el proceso de interpolación cromática o algoritmo de interpolación, en inglés llamado Demosaic.

Si analizamos lo anteriormente expuesto, debemos pensar que cada fotón que atraviese el filtro y que finalmente choca con el sensor, va a tener una sola opción de color. Básicamente la cámara interpreta los voltajes obtenidos como información en bruto o \*.raw data. Esta información digital finalmente debe ser interpolada para entregar una imagen nítida de lo que estamos captando.

El algoritmo es un proceso digital utilizado para interpolar una imagen completa a partir de la información \*.raw entregada por el sensor de imagen ya filtrado en colores.

Como cada pixel del sensor está detrás de un filtro de color, la organización de los valores de los pixeles indicaría una información en bruto de la intensidad de cada uno de los tres colores primarios. Por lo tanto hace falta un algoritmo que estime los niveles de color para cada pixel para todos los componentes del color.

Para reconstruir una imagen ahora, es necesario completar aquellos espacios donde no se obtuvo información de color. Cada cámara trae su propio algoritmo de interpolación que difiere uno de otro en cuanto a la calidad de imagen que nos entregará. Algunas cámaras pueden entregarnos su información en bruto o \*.raw y por medio de un programa computacional recrear la imagen nosotros mismos utilizando un algoritmo de interpolación.

## Parámetros de rendimiento

Como podemos ver, la calidad de imagen es la suma de varios factores, muchos de los cuales son similares entre cámaras. El conteo de píxeles (comúnmente llamado megapíxeles de una cámara) es sólo uno de estos factores, pero es uno de los más promocionados cuando hablamos de la comercialización de estos dispositivos (Benchimol D. 2004). De hecho, según Benchimol en 2004, el factor más crítico es el tipo de procesamiento de las imágenes dentro de la misma cámara, que transformará una información en bruto a una imagen bien balanceada en colores y es por esto que algunas cámaras de 4 megapíxeles se comportan igual o mejor que unas de mayor conteo.

Entre los factores tenemos:

- Calidad del lente: resolución, distorsión, dispersión
- Método de captura: CMOS o CCD
- Formato de captura: conteo de píxeles, tipo de archivo digital
- Procesamiento

## Conteo de Píxeles

El número de píxeles para una máxima resolución dada (píxeles horizontales por píxeles verticales) es el producto de esta multiplicación. Por ejemplo daría como resultado 1,92 megapíxeles a una imagen de 1600 x 1200. La mayoría de las cámaras digitales compactas tienen una razón de 4:3 en las imágenes formadas (ancho/alto) (Mellado JM. 2006).

## Resolución

La resolución provee una indicación de la cantidad de detalles que son capturados en la imagen. Siendo uno más de los factores asociados a la calidad de imagen entregada por la cámara, ya que el hecho de que éstas posean distintas maneras de crear una imagen, hace imposible comparar las resoluciones entregadas por distintas cámaras solo basándonos en la cantidad de píxeles producidos por el sensor. Por ejemplo, la cámara Sigma SD14 dice ser una cámara de 14 megapíxeles, pero el hecho de utilizar tecnología Foveon, hace que su capacidad de captura de detalles sea incluso peor que una cámara de 9 megapíxeles que utilice un sensor con filtro Bayer.

El aumento relativo de detalles resultante de aumentar la resolución se puede apreciar al hacer un conteo de los píxeles totales de una imagen. Por ejemplo un sensor de 2560 x 1600 es descrito como 4 megapíxeles, al aumentarlo a 3200 x 2048, aumenta el total de píxeles en la imagen a 6 megapíxeles, un factor de 1,6. Pero los píxeles por cm en la imagen (en una imagen del mismo porte) aumentan solo en 1,25.

Por otra parte la resolución final de la imagen dependerá en una medida del tipo de formato en que será almacenada la imagen. Recordemos que la imagen digital es solo

información y como tal puede ser modificada para poder comprimir su cantidad de información en archivos más pequeños que finalmente nos permitirán almacenar más fotografías.

Así vemos que, para obtener una fotografía digital de alta fidelidad, es importante saber como es que un archivo que en su estado \*.raw de varios megabytes se convierte en un archivo de solo kilobytes. Nuevamente entran en juego los algoritmos creados para almacenar la información; existen 2 grandes tipos de compresión uno con pérdida de información y otro sin pérdida de información. Básicamente difieren en lo que se quiere lograr con estas: en el algoritmo de compresión con pérdida (el más utilizado, por ejemplo archivos \*.jpeg) lo que se hace es reducir la información al codificar fragmentos de información que se consideran redundantes y reemplazándolos al ser descomprimidos. Ejemplo: en una foto del mar existen varios pixeles de la imagen que tienen distintos azules, luego al guardar la imagen en \*.jpeg la codificación decide eliminar pixeles similares y al abrir el archivo la descompresión llevará a inventar esos espacios con valores similares de azul, nunca el mismo original.

## El Lente

Es el componente que se ocupa de captar la luz de la escena y enviarla al sensor. Es una de las piezas más delicadas de la cámara y posee características propias que debemos conocer.

## Distancia Focal

Básicamente es “cuánto puede ver” la cámara. En las cámaras digitales encontramos un número que nos indica la distancia focal y su relación con la distancia focal de una cámara analógica (de 35mm). Técnicamente la distancia focal es la distancia que existe entre el punto de enfoque y el centro del lente. Esta distancia varía con una cámara analógica de 35mm en cuanto el sensor es mucho más pequeño y por lo tanto el ángulo de reflexión de la imagen debe ser modificado.

Por lo tanto, si el sensor de la cámara es más pequeño que la típica película de 35mm, entonces el campo visual es “recortado” por el sensor a un tamaño más pequeño que el formato de vista completa de la cámara de 35mm. Esta reducción es comúnmente llamado “factor de recorte”, factor que puede ser modificado con un lente de distancia focal más largo para compensar esta diferencia.

Si el sensor digital tiene aproximadamente la misma resolución que la superficie de las películas de 35mm (24 x 36mm), el resultado será similar a tomar la imagen de la cámara fotográfica y cortarla al porte del sensor. Para los sensores APS-C, esta reducción sería de aproximadamente el 50% central de la imagen. Las cámaras que no usan este tipo de sensor, y típicamente más baratas, utilizan sensores más pequeños y por lo tanto la reducción sería aún más grande.

Ahora, si el sensor digital posee una mayor o menor cantidad de densidad de pixeles por unidad de área que su equivalente en película, entonces la cantidad de información capturada diferirá correspondientemente.

Tal vez se podría solucionar este problema al aumentar el número de píxeles por área, pero normalmente los sensores registran 1 color por píxel y por lo tanto se obtendrían imágenes con mayor distorsión (Benchimol D. 2004). Para compensar esta reducción se crearon lentes que para una cámara convencional serían de un ángulo muy ancho. El problema de este mayor ángulo es el objetivo a fotografiar que efectivamente estén muy cercanas al sensor van a sufrir un corte de imagen reduciendo el campo visual a fotografiar. Esto también es compensado por las cámaras al utilizar un lente “ojo de pescado”, que luego la cámara al realizar la función de procesamiento, lo retransforma a su forma original para simular un lente rectilíneo.

A continuación detallamos aspectos de óptica que debemos tener en cuenta. Para esto nos basamos en el trabajo encontrado en *Fundamentos de fotografía digital* (García E. 2007)

### Lente

Se define al lente como una sustancia transparente y refringente que posee dos caras, una curva y la otra plana o curva. Los centros de curvatura se presentan en el mismo eje y por lo tanto al ser atravesados por un rayo de luz, este hace que los rayos converjan o diverjan regularmente. (Imagen 11).

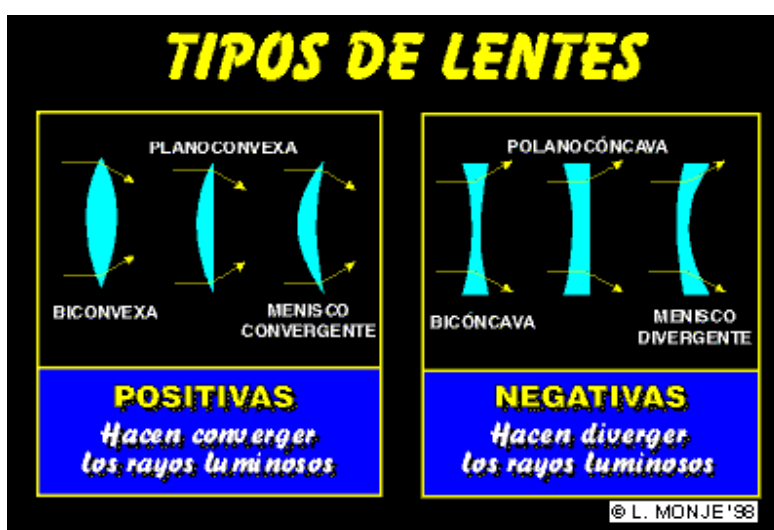


Imagen 11: Tipos de Lente

Lente Positivo: aquel lente que al ser atravesado por un rayo de luz, este hace que el rayo converja en un punto. Al menos una de sus caras es convexa. Puede haber tres tipos: biconvexas, planoconvexas y de menisco convergente.

Lente Negativo: aquel lente que hace divergir un conjunto de rayos de luz. Una de sus caras al menos es cóncava. Se dividen en tres tipos: bicóncavas, planocóncavas y de menisco divergente.

Objetivo: es el lente, o conjunto de lentes por los que penetra la luz en un instrumento óptico (microscopio, telescopio, cámara fotográfica, etc.).

El comportamiento de los lentes está basado en los fenómenos de transmisión y refracción.

Al penetrar oblicuamente un rayo de luz en un bloque de vidrio de caras paralelas, se refracta acercándose a la normal. Por el contrario, al salir del bloque, el rayo se acelera, al pasar a otro medio menos denso, por lo que el rayo se separa de la normal y, en conjunto, las trayectorias aunque se han desplazado, resultan paralelas.

Si se pierde el paralelaje de las caras, el comportamiento respecto a la normal resulta idéntico, pero la trayectoria deja de ser paralela, y el rayo resulta desviado.

Si las superficies son esféricas cada punto se comporta como un plano con su propia normal y desvía el rayo en una dirección. En conjunto, si el radio de la cara es constante y su superficie convexa, ocurrirá que todos los rayos convergerán en el mismo punto. Sólo un rayo que pase perpendicularmente a las dos caras del vidrio, lo atravesará sin desviarse ni refractarse; es el que coincide con el eje óptico del lente. En este caso estaremos ante un objetivo convergente o positivo.

Eje óptico: o principal, es la línea que pasa por los centros de curvatura de las dos caras.

Foco: punto focal, o foco principal, es el punto del eje óptico, situado en el plano focal, donde se reúnen los rayos de luz cuando el objetivo está enfocado al infinito.

Plano focal: es el plano que contiene el punto focal y es perpendicular al eje óptico.

Distancia Focal: es la distancia comprendida entre el centro del lente y el punto focal. (Imagen 12)

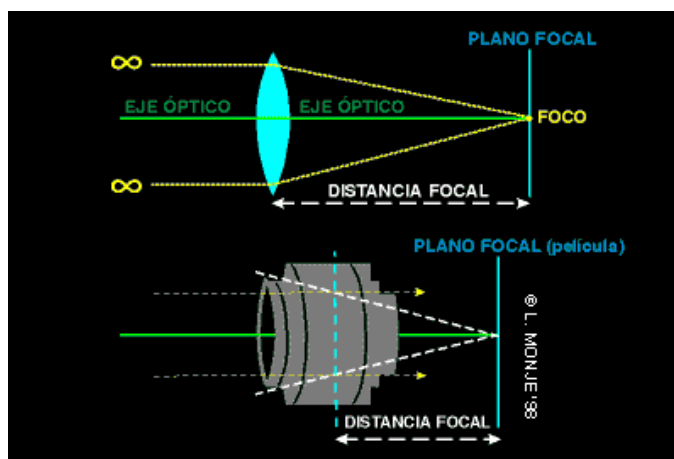


Imagen 12: Esquema explicativo de conceptos teóricos

### Distancia Focal

Define la potencia o poder de desviación de una lente u objetivo. Su valor puede expresarse directamente en milímetros, como distancia focal; o bien por dioptrías.

Una Dioptría es el valor inverso de la distancia focal expresado en metros. Esta unidad la encontraremos únicamente en fotografía cuando tratemos de lentes de aproximación en macrofotografía ya que es la unidad que describe su potencia o aumento.

Es decir una lente de 50 mm. de distancia focal, tendría un valor en dioptrías de  $1/0,050 = 20$ . Para resolver el caso contrario, o sea averiguar la distancia focal de una lente conociendo las dioptrías, basta dividir 1000 entre las dioptrías, el cociente obtenido será la distancia focal en milímetros.

El poder de desviación o distancia focal de un objetivo, es una combinación de todos los factores que determinan la refracción de la luz: el índice de refracción, el ángulo de incidencia y la longitud de onda de la luz. Para fabricar un objetivo de una distancia focal dada, han de tenerse en cuenta los efectos de los factores anteriores:

- A. El efecto sobre las distintas longitudes de onda o colores, queda compensado en los objetivos compuestos actuales con la combinación de lentes convergentes y divergentes con múltiples revestimientos reunidas en grupos muy complejos. Hoy en día existen objetivos corregidos contra todas las aberraciones cromáticas y se denominan Apocromáticos.
- B. El índice de refracción puede variarse, dentro de ciertos límites, modificando la composición química del vidrio.

Entre los vidrios ópticos de bajo poder de refracción tenemos por ejemplo el vidrio Crown de borosilicato ( $IR = 1,51100$ ), y el extraligero de la serie Flint con un  $IR = 1,52301$ ; y entre los de mayor refracción actuales el EK-45 con  $1,80367$ .

- C. Finalmente, el ángulo de incidencia es lo más fácil de modificar pues está en función del radio de curvatura de las caras. A mayor radio de curvatura menor distancia focal y viceversa.

### Tamaño de la imagen

A igual distancia del sujeto al lente, un objetivo de distancia focal corta produce una imagen más próxima, y por lo tanto más pequeña que uno de mayor distancia focal. Por lo tanto el tamaño de la imagen está en función de la distancia focal.

Por otra parte, la distancia de formación de la imagen, y por tanto su tamaño, depende de la distancia a que se halla el sujeto del lente. A medida que el sujeto se acerca al objetivo, los rayos luminosos llegan al lente con un ángulo de incidencia cada vez mayor, por lo que el lente hace converger los rayos cada vez más lejos del objetivo y por lo tanto la imagen aumenta de tamaño a medida que el sujeto se acerca.

La relación entre la altura de la imagen y la altura del sujeto se denomina Factor de Ampliación.

$$\text{Factor de Ampliación (M)} = \frac{\text{Altura de la Imagen}}{\text{Altura del Sujeto}}$$

En cuanto a la posición del sujeto, respecto al lente, y por tanto a la ampliación de la imagen, pueden darse varias situaciones generales:

1. Al Infinito: Sujetos muy lejanos o situados en la marca de infinito del objetivo. En este caso los rayos que inciden sobre el objetivo son paralelos entre ellos. La imagen se forma muy pequeña, invertida y exactamente a la distancia focal del objetivo. (Imagen 13).

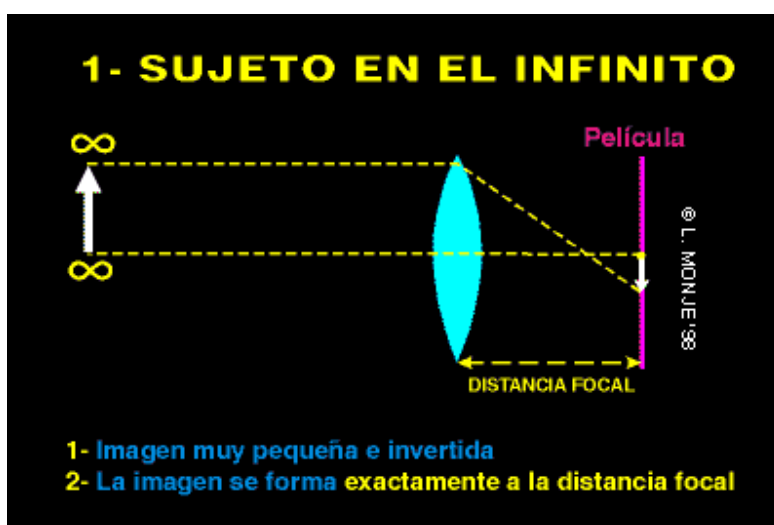


Imagen 13: Posición del sujeto en el infinito.

2. Fotografía Distante: La situación más corriente es que el sujeto esté entre el infinito y la distancia mínima de enfoque. Es decir que esté situado a más de dos veces la distancia focal del objetivo, entonces la imagen se forma también invertida, detrás del objetivo entre una y dos veces su distancia focal.

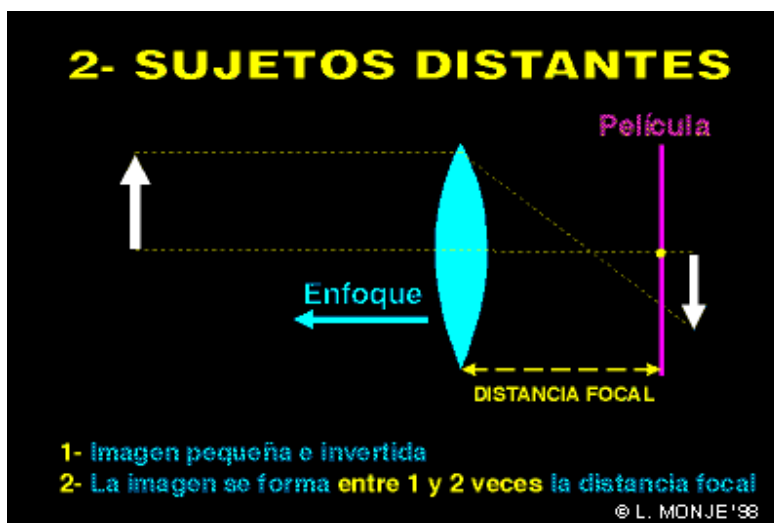


Imagen 14: Posición del sujeto distante.

3. Fotografía al Mismo Tamaño. En el caso único y concreto de un sujeto situado justo a dos veces la distancia focal del objetivo, éste forma una imagen invertida del mismo tamaño que el sujeto, y se sitúa detrás del objetivo a exactamente dos veces su distancia focal. Es decir el sujeto y su imagen equidistan del lente (Imagen 15). En esta posición es en la que se obtiene la escala 1:1.

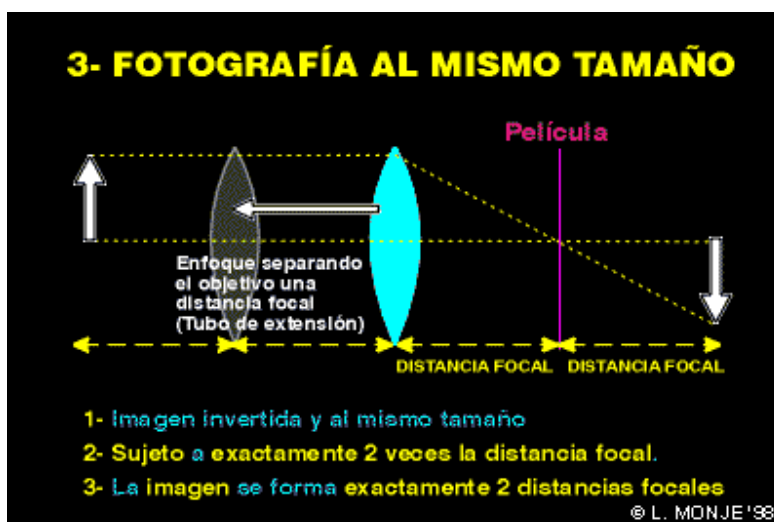


Imagen 15: Posición del sujeto equidistante del lente.

4. Ampliaciones: Los sujetos situados entre una y dos veces la distancia focal del objetivo, son reproducidos invertidos a más de dos veces la distancia focal por detrás del objetivo, y aparecen ampliados de tamaño.



Imagen 16: Sujetos situados al doble de la distancia focal del objetivo

### Luminosidad de la Imagen

La mayor o menor luminosidad de la imagen conseguida con un objetivo, depende principalmente de dos factores:

1. La distancia entre el objetivo y la imagen proyectada.
2. El diámetro del haz de luz que penetra por el objetivo.

El primer factor está en función de la distancia focal del objetivo, y el segundo depende de su diseño y construcción.

Al diámetro del haz de luz que penetra por el objetivo con el diafragma totalmente abierto se le llama Abertura Relativa.

Relacionando ambos factores (apertura efectiva y distancia focal), podemos definir la luminosidad de un objetivo.

Se denomina Luminosidad, Apertura Relativa, o Número  $f/$ , al cociente entre la distancia focal de un objetivo y el diámetro de su apertura efectiva.

$$\text{Número } f/ = \frac{\text{Distancia focal}}{\text{Diámetro de la apertura efectiva}}$$

## Hipótesis y Objetivos

---

### Hipótesis

- Una medición digital de índices de discrepancia de modelos de dentición mixta difiere en cuanto a una medición del mismo índice realizada en forma manual.

### Hipótesis nula

- Una medición digital de índices de discrepancia de modelos de dentición mixta no difiere en cuanto a una medición del mismo índice realizada en forma manual.

### Objetivo general:

- Verificar si una medición digital del análisis de dentición mixta de Tanaka y Johnston, es homologable a una medición manual.

### Objetivos específicos:

- Establecer si una medición en una fotografía digital tomada en forma estandarizada es comparable a una medición realizada en forma manual.
- Establecer si una medición en una fotografía digital tomada en forma no estandarizada es comparable a una medición realizada en forma manual.
- Establecer si existen diferencias entre las mediciones en fotografías digitales tomadas en forma estandarizada con aquellas no estandarizadas.
- Validar la utilización de un programa computacional diseñado para el cálculo de índices de discrepancia en dentición mixta.

## Materiales y Métodos

---

### Tipo de estudio:

El presente estudio es de tipo analítico. Estadísticamente corresponde a un estudio de contraste de varianza.

### Universo de estudio:

El universo a estudiar corresponde a modelos dentales de pacientes del curso de Odontología Integral Infantil, de cuarto y quinto año de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, almacenados en la misma institución.

### Muestra:

Se analizaron 40 sets de modelos correspondientes a la arcada superior e inferior de un paciente, seleccionados al azar. Para esto se recolectaron 80 modelos, los cuales debían cumplir con todos los criterios de inclusión, estos fueron rotulados para luego seleccionar 40 de ellos por medio de una tabla de números aleatorios.

### Determinación de la muestra:

Para calcular la muestra se realizó un estudio piloto de manera de obtener los datos de varianza. (Anexo 2 y 3). Se realizaron mediciones manuales en 5 modelos por parte de los operadores.

Se calculó el número de la muestra según la siguiente formula:

$$n = \frac{2 (Z_a + Z_b)^2 * S^2}{d^2}$$

Donde:

$Z_a$  = Valor Z correspondiente al nivel de confianza (1,96)

$Z_b$  = Valor Z correspondiente al nivel de potencia (1,282)

$S^2$  = Varianza de la variable cuantitativa

$d$  = Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar

### Criterios de inclusión:

Del universo de modelos almacenados, se seleccionaron sólo aquellos que poseían las siguientes características:

- Modelos en dentición mixta que presenten: caninos temporales, incisivos centrales y laterales definitivos tanto del maxilar superior como del inferior completamente erupcionados, primeros molares definitivos y molares temporales.
- Los molares temporales no deben presentar caries proximales ni desgastes selectivos de estudio, a fin de que todos los modelos presenten una longitud de arco mantenida de manera de uniformar la selección.
- Modelos íntegros: Consideramos un modelo íntegro aquel que este libre de burbujas y excesos de yeso en las áreas proximales de los dientes a medir. Que el modelo no presente fracturas ni reparaciones.

### Definiciones operacionales:

Las mediciones se basaron en el análisis de dentición mixta de Tanaka y Johnston. En este se utilizó la constante del 75%.

Como estandarización utilizó un aparato creado para tal propósito descrito más adelante.

La iluminación debe eliminar luz diurna directa y eliminar sombras duras.

Para las fotografías de modelos, las cámaras deben estar en modo macro y sin flash, sin zoom óptico ni digital. Todo esto a una distancia de 20cms del objetivo.

### Instrumentos:

Se utilizaron para las mediciones manuales:

- Un set de modelos, correspondiente a la arcada superior e inferior de un paciente
- Un pie de metro con una certeza de 0.02 mm.
- Una ficha de registro para cada set de modelos, confeccionada para este fin. (anexo 4)

Se utilizaron para las mediciones digitales:

- Una cámara digital Samsung Digimax V4 de 4 Megapíxeles.
- En el caso de las fotografías estandarizadas, se utilizó un dispositivo diseñado especialmente para esto. El dispositivo será descrito a continuación.

- Para analizar las fotografías digitales se utilizó un programa computacional diseñado para este fin.
- Un cubo de silicona de 1cm de ancho, medido con el mismo pie de metro utilizado en las mediciones manuales.

#### Fuentes de información:

La información requerida para la realización de este estudio fue extraída de los set de modelos de yeso en dentición mixta, ficha de registro de datos (Anexo 4) y un programa computacional específico para tal fin.

#### Definición de variables:

Las variables que se analizaron en este estudio son de tipo cuantitativas continuas y corresponden a las siguientes:

- Medida de cada ancho mesio distal de cada incisivo tanto superior como inferior.
- Medida de los espacios disponibles laterales y anteriores.

#### Análisis estadístico de la información:

Los datos se recopilaron en una plantilla del programa Excel, para el análisis de los datos se utilizaron los programas Minitab 14.0 y las herramientas de Excel DataDesk y XLStat.

Los tipos de análisis estadísticos elegidos para interpretar los datos fueron:

- Análisis de normalidad: Prueba de Shapiro Wilk, Prueba de Anderson Darling, Prueba de Lilliefors y Prueba de Jarque –Bera.
- Estadística analítica: Prueba de Friedman y Prueba de Wilcoxon.

#### Metodología o procedimiento

Para cada modelo dental seleccionado se realizó una medición del índice de Tanaka y Johnston para calcular el espacio disponible y el ancho mesio-distal de los incisivos. Para llevar a cabo esto, cada modelo dental seleccionado fue medido 3 veces bajo 3 formatos distintos.

El estudio piloto realizado permitió calibrar a los operadores, debido a que cada medición de modelos fue realizada por ambos individualmente.

Primero se realizó una medición manual del índice sobre el modelo, para esto se utilizó un pie de metro de 0.02 mm de certeza. Los datos obtenidos fueron registrados en la ficha de

registro. Cada operador midió 20 sets de modelos. La medición fue realizada 2 veces para cada set de modelos en distintos tiempos, una vez en la mañana y una segunda en la tarde para poder corroborar que el primer cálculo fue correcto.

Para medir el espacio requerido anterior se tomó como referencia el ancho mesiodistal de cada incisivo en la unión del tercio incisal con el tercio medio, para así obtener la Suma Incisiva tanto superior como inferior al sumar los 4 totales de cada maxilar. Luego se midió el espacio disponible en el sector anterior, para esto se utilizó el pie de metro desde la línea media hasta la cara mesial del canino para cada lado. Se midió entonces la discrepancia anterior al comparar estos 2 resultados.

Para medir los sectores laterales de cada arcada y su espacio disponible, se midió desde mesial del primer molar definitivo hasta la cara mesial de cada canino. De esta manera se obtuvo el espacio disponible real en la arcada. Luego con el cálculo del espacio requerido se calculó la discrepancia de modelos del sector lateral.

Para realizar las mediciones digitales se tuvo que desarrollar un programa computacional junto con el Departamento de Informática de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso. Este software (Imagen 17) debía contar con las siguientes características para resolver los objetivos del presente estudio:

- Que permita realizar las 14 mediciones necesarias para el análisis de los sets de modelos.
- Que tuviera una interfaz de usuario simple y amigable para que cualquier persona pudiese utilizarlo.
- Que permita instalarse en cualquier sistema operativo.
- Que permita manejar el programa con fotografías digitales en formato JPG.
- Que permita seleccionar los puntos para las mediciones.
- Que calcule en centímetros la distancia de los puntos seleccionados.
- Que permita una calibración antes de realizar una nueva medición.

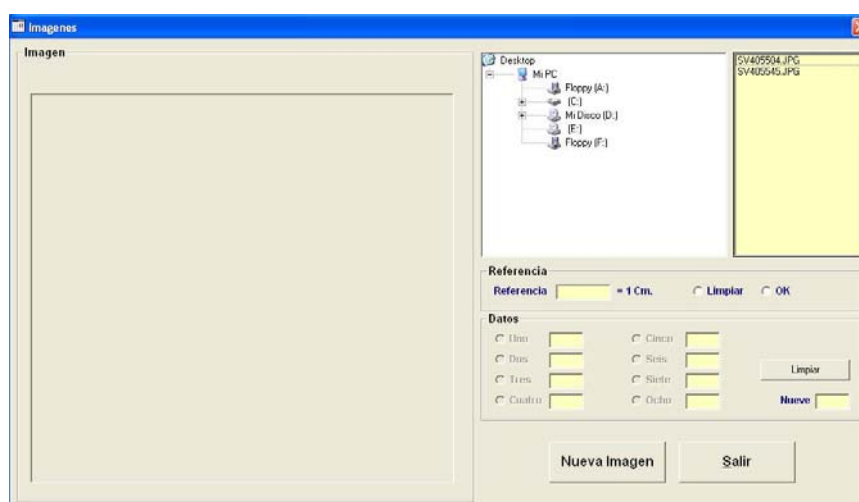


Imagen 17: Programa desarrollado por el departamento de Informática Facultad de Odontología, UV. Interfaz de usuario.

Con este programa se pudieron realizar las mediciones digitales del índice de Tanaka y Johnston tomando los mismos parámetros para el cálculo que en una medición manual. Para esto en vez de utilizar un pie de metro, se utilizaron las herramientas proporcionadas por el programa diseñado para tal propósito. (Anexo 5).

Se realizaron 2 mediciones digitales para cada set, una con una fotografía tomada bajo parámetros de estandarización, y la otra con una fotografía digital no estandarizada (puede ser tomada bajo cualquier parámetro que el clínico considere necesario).

Para poder diseñar un aparato que permitiera estandarizar la fotografía de un modelo dental, se establecieron una serie de parámetros que éste debía cumplir, con éstos se pretende que cualquier cámara digital puesta en él pueda tomar una foto reproducible las veces que sea necesario. (Imagen 18)

Primero debe ser un soporte universal para cualquier cámara fotográfica, para esto es necesario que contenga un tornillo universal de  $\frac{1}{4}$ . En este caso no se necesita de sofisticación por lo tanto no es necesario que sea compatible con los soportes automáticos deslizantes que se pueden encontrar en el mercado.

Esta base de soporte debe ser capaz de soportar el peso de una cámara fotográfica digital compacta. Al mismo tiempo la base debe ser ajustable en sentido horizontal, es decir, capaz de movilizar la cámara hacia los lados y en profundidad, de esta manera la distancia que exista entre el atache universal y el lente de la cámara, que puede ser distinto entre cámaras, pueda ser corregida. También debe existir un soporte que movilice la cámara en sentido vertical por si fuese necesario realizar este movimiento para corregir alguna discrepancia que produzca un efecto en la fotografía y, por si fuera necesario, agrandar el campo visual.

Esta base enfrentará una placa de vidrio en  $90^\circ$ , de esta manera una fotografía siempre será tomada en la misma angulación. Esta placa de vidrio estará soportada por el aparato y poseerá una marca que permita ajustar la línea media de cada modelo para permitir que no existan modificaciones en la posición de los modelos al querer repetir una fotografía. La distancia entre ambas bases será de 40cm, distancia suficiente para que cualquier cámara pueda funcionar en su modo "Macro" sin presentar distorsiones. De cualquier forma un ajuste vertical puede ser realizado en el soporte de la cámara como lo explicamos anteriormente. Para paralelizar ambas bases se posicionó un nivel sobre la cámara, el que luego fue retirado.

Una base móvil en  $360^\circ$  en los 3 ejes del espacio soportará los modelos. La idea es que el plano oclusal del modelo se enfrente a la placa de vidrio y por lo tanto la fotografía incidirá en  $90^\circ$  con respecto a este plano evitando así cualquier cambio de angulación al querer reproducir una fotografía tomada. Esta base móvil también se ajustará en sentido vertical para poder enfrentar directamente el plano oclusal con la placa de vidrio, esto porque no todos los modelos poseen la misma distancia vertical entre el plano oclusal y la base del zócalo del modelo de yeso. (Anexo 6).

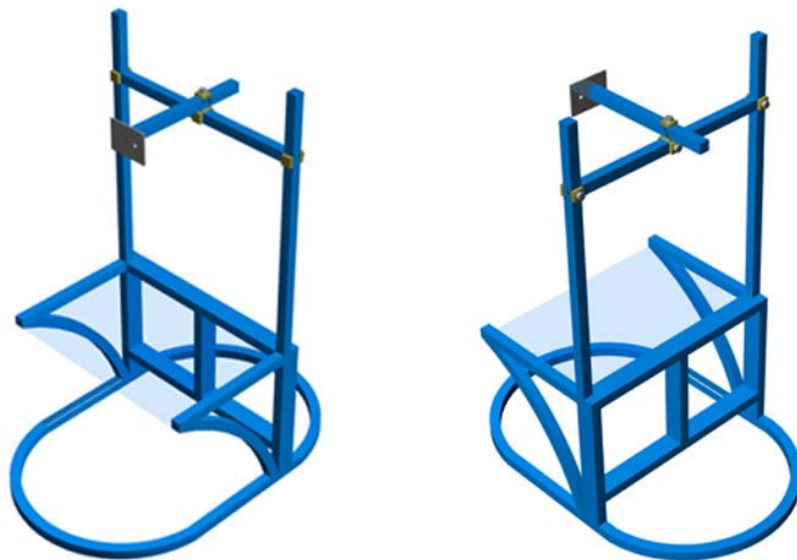


Imagen 18: Proyecto realizado en AutoCad

## Resultados

---

A continuación se expondremos el proceso estadístico efectuado. Se caracterizará a los datos, se definirá los análisis aplicados, y se expondrá los resultados del procesamiento estadístico de los datos.

### Caracterización de Datos

Los datos no agrupados se tabularon según el número correlativo de cada observación, construyéndose una matriz de 3 columnas de *datos pareados*, una columna por cada variable cuantitativa y continua en estudio, *sin división de submuestras* (Anexo 7). Los datos obtenidos son cuantitativos y pertenecientes al dominio de los números reales.

Las columnas de variables fueron denominadas de la siguiente forma:

MAN : mediciones manuales.

EST : mediciones estandarizadas.

NES : mediciones no estandarizadas.

Procesadas las observaciones de cada variable ( $N = 560$ ), un aspecto interesante de destacar es que la variable MAN presenta un rango de dispersión menor (*Amplitud*) que el rango de las variables NES y EST, el valor que divide a la mitad de sus datos también es menor (*Mediana*), tal como se representa en el Gráfico de cajas (Gráfico nº 1) y que se lee en la Tabla nº I, en *Mínimo y Máximo, Cuartil 1 y Cuartil 3*, más la línea que representa a la *Mediana*.

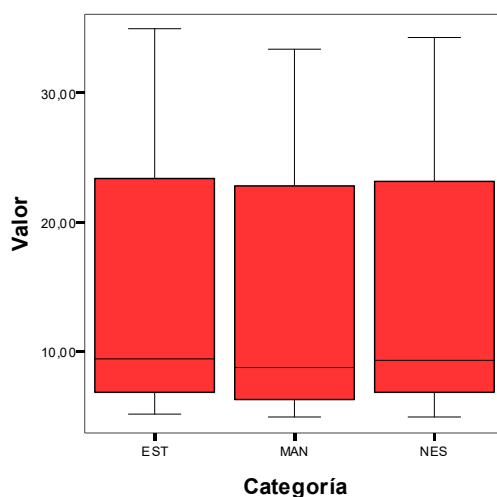


Gráfico nº 1: Grafico de cajas, medianas de las variables en estudio

No obstante lo dicho, la variabilidad relativa de la variable MAN es mayor, tal como lo refleja el *Coficiente de Variación* obtenido a partir de la *Desviación estándar* y de la *Media* correspondiente, expuestas en la Tabla n° I, que muestra las estadísticas descriptivas de centralidad y dispersión que caracterizan a los datos de este trabajo.

Entendiendo que las gráficas no reemplazan un procedimiento de prueba, es útil ocuparlas para ayudar al análisis y para comunicar evidencias, por lo cual, aún cuando no existen reglas precisas en el uso de las gráficas, se estima que este tipo de gráficas proporcionan evidencia significativa entre las diferencias de medias, siempre y cuando la línea del percentil 25 para una de las muestras, exceda la línea mediana de otra muestra en comparación. A la luz de los resultados expuestos, este no es el caso, lo que explica también las diferencias que se producen al utilizar en el análisis uno u otro estadístico.

<b>Estadística</b>	<b>MAN</b>	<b>EST</b>	<b>NES</b>
Datos	560	560	560
Mínimo	5,00	5,20	5,00
Máximo	33,40	34,90	34,30
Amplitud	28,40	29,70	29,30
1° Cuartil	6,37	6,90	6,90
Mediana	8,82	9,45	9,35
3° Cuartil	22,81	23,40	23,13
Media	14,30	14,78	14,67
Desviación estándar	8,74	8,80	8,65
Coficiente de variación	0,61	0,59	0,59

Tabla n° I. Estadísticas descriptivas por método de medición

Reafirmando lo expresado, si se trabaja con los datos agrupados y se organizan en una tabla de frecuencia, aplicando la Regla de Sturges para determinar la cantidad de intervalos, se obtiene las gráficas de datos siguientes, para cada variable:

Gráfico N° 2

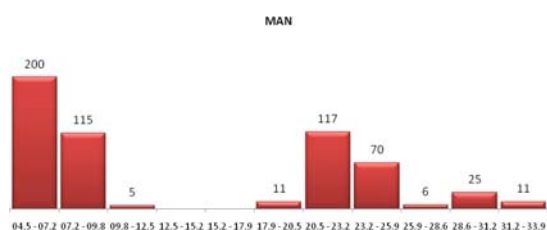


Gráfico N° 3

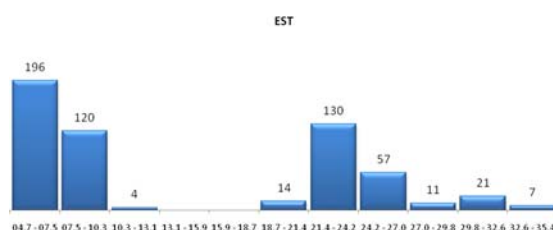
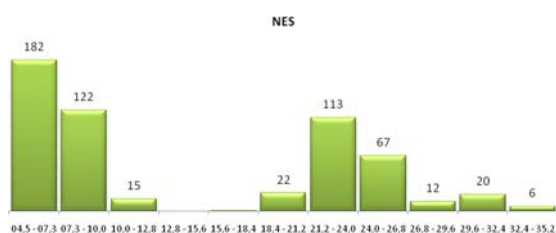


Gráfico N° 4



Gráficos n° 2, 3 y 4: Regla de Sturges para cada variable.

Considerando que cada variable es agrupada en 11 clases y que cada una de las variables posee sus propios valores límites, la distribución de los datos es similar, lo que se puede apreciar claramente en el siguiente gráfico (Gráfico n° 5):

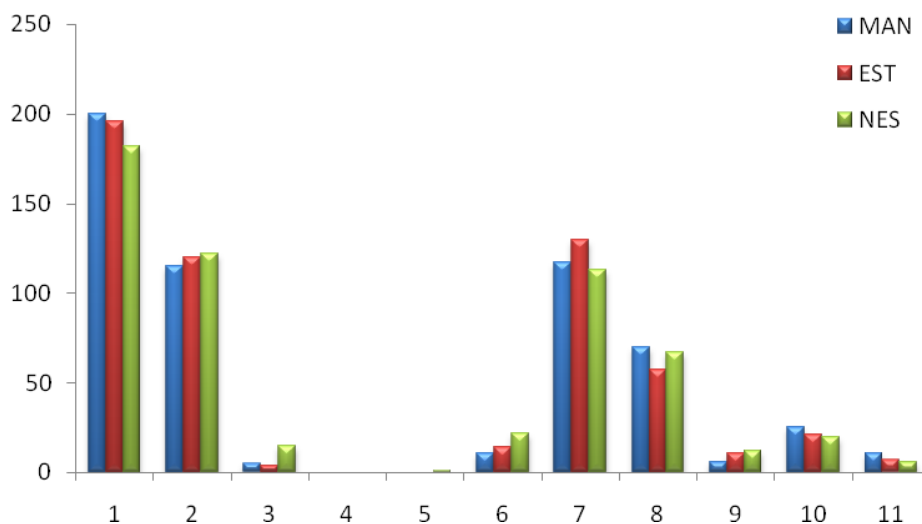


Gráfico n° 5: Variables agrupadas en 11 clases.

### Test de normalidad

Con el objeto de determinar que test de significancia se le puede aplicar a los datos, se les realizó una prueba que permitiera determinar la normalidad de la distribución de ellos. Con este objetivo, se aplicó el test Shapiro-Wilk, considerado uno de las más exigentes dentro del conjunto de pruebas pertinentes, de acuerdo a la teoría estadística.

El test Shapiro-Wilk somete a prueba la hipótesis nula de que un conjunto de datos proviene de una población normal, por lo tanto, la hipótesis alternativa recoge la no normalidad de los datos.

<b>Test Shapiro-Wilk</b>	<b>MAN</b>	<b>EST</b>	<b>NES</b>
W	0,808	0,810	0,818
p-valor	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
□	0,05	0,05	0,05

Tabla n° II. Resultados de la prueba de normalidad

Realizada la prueba señalada a los datos de cada una de las variables, el resultado obtenido es que en todos los casos se rechaza la hipótesis nula (de normalidad) y se acepta la hipótesis alternativa de no normalidad (tal como se visualiza en las Gráficas 2 al 5), con una posibilidad de no rechazar la hipótesis nula cuando ésta es falsa de 0,01% (error tipo II). Por lo anteriormente expuesto, a los datos sólo se les aplica *pruebas no paramétricas*.

### Comparación de variables

Con el objeto de determinar si es posible concluir que los datos de las tres variables consideradas provienen de la misma población, se efectuará el análisis, de tipo no paramétrico, de comparación de muestras a través del Test de Friedman, con comparación múltiple por pares y corrección del nivel de significancia de Bonferroni.

En este caso, Friedman comprueba la hipótesis nula de que las variables relacionadas provienen de la misma población; como hipótesis alternativa, existen diferencias significativas entre los datos. (Tabla n° III y IV)

Prueba de Friedman:	
Q (Valor observado)	299,970
Q (Valor crítico)	5,991
GDL	2
<b>p-valor (bilateral)</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
Alfa	0,05

Tabla n° III: Prueba de Friedman

Muestra	Frecuencia	Suma de los rangos	Media de los rangos
<b>MAN</b>	560	793,500	<b>1,417</b>
<b>NES</b>	560	1240,500	<b>2,215</b>
<b>EST</b>	560	1326,000	<b>2,368</b>
Tabla de diferencias por pares:			
	MAN	EST	NES
MAN	0	-0,951	-0,798
EST	0,951	0	0,153
NES	0,798	-0,153	0
Diferencia crítica:			
<b>0,1431</b>			

Tabla n° IV: Diferencia de los datos en la hipótesis alternativa.

Las muestras son todas significativamente diferentes entre sí a un nivel de significancia corregido de 0,0167 (para n=3).

## **Discusión**

---

Con el presente estudio analítico pretendemos demostrar si las mediciones en modelos realizadas en forma manual, son homologables a las mediciones digitales realizadas sobre los mismos modelos, al realizar en ellos el análisis de Tanaka y Johnston. Nuestros resultados demuestran que ambos métodos no pueden ser reemplazados uno por el otro, debido a que existen diferencias estadísticas entre ellos.

Para la ejecución de este estudio fue necesario la creación e implementación de un software para poder realizar las mediciones digitales, no utilizamos un programa ya creado con este fin, ya que abarcan otros aspectos como las mediciones cefalométricas y por lo general la parte de estudio de modelo no cumplía con los requerimientos necesarios para nuestra investigación, es decir, no permitían realizar el análisis de Tanaka y Johnston. Si bien podríamos haber utilizado otros programas computacionales que permitieran hacer mediciones, estos por lo general no están hechos con fines odontológicos ni médicos, por ejemplo el programa AUTOCAD. Por lo tanto preferimos utilizar una interfase de usuario que cualquier odontólogo o estudiante pudiese manejar sin problemas, basándonos en los requerimientos elementales de un programa que permitiese realizar las 14 mediciones requeridas para el análisis de Tanaka y Johnston. Este se desarrolló junto con el departamento de Informática de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

Por otra parte también fue necesaria la fabricación de un aparato que nos permitiera estandarizar las fotografías digitales. Si bien es cierto existen aparatos en el comercio que permiten tomar fotografías digitales, éstos no cumplían con el primer requisito planteado para nuestro estudio, es decir, que cualquier odontólogo o estudiante que tuviera una cámara digital pudiese tomar fotografías estandarizadas ya que la gran mayoría trae un aparato de digitalización adherido. El otro gran problema fue encontrar en el mercado nacional algún aparato que cumpliera con nuestros requisitos de manejo y regulación de éste, debido a que difícilmente existen empresas que fabriquen estos aparatos en forma masiva. En el mercado internacional encontramos algo similar a lo que buscábamos, pero estos no nos permitían regularlos y por lo tanto estábamos sujetos a los parámetros de construcción del mismo, dificultando de esta manera el realizar tomas fotográficas estandarizadas.

También quisimos ver si la estandarización de las fotografías era realmente necesaria para obtener una medición digital acertada, o si sólo era necesario tener una buena fotografía digital del objetivo. De esta forma podríamos haber avalado el que cualquier persona con una cámara digital y el programa computacional pudiese haber obtenido resultados fidedignos de las mediciones digitales del análisis de Tanaka y Johnston y que no fuese necesario el tener el aparato para estandarizar las tomas fotográficas. Como anteriormente lo expusimos, los resultados de nuestro estudio no avalan el uso tanto de estandarizaciones como de no estandarizaciones ya que las mediciones digitales son estadísticamente distintas a una medición tradicional manual.

Al comparar nuestros resultados con los de otros autores podemos pesquisar diferencias, debido a que la metodología utilizada no es la misma. Paredes y cols, 2005 utilizaron otros métodos de digitalización de los modelos, y por lo tanto no se adecuaban a nuestro propósito inicial de la investigación, el poder crear un método de estandarización para tomas fotográficas digitales con cualquier cámara y cualquier operador. Ellos digitalizaban los modelos con un scanner, lo que a nuestro juicio no permite estandarizar las digitalizaciones ya que el modelo puede estar en cualquier posición dentro del scanner, sin un parámetro fijo de ubicación. Si bien el punto fijo puede ser uno de los extremos del scanner, no todos los modelos presentan el mismo corte de zócalo a nivel posterior, lo que cambiaría la posición de un modelo de otro, en cambio nosotros en nuestro estudio decidimos fijar un punto de referencia universal para cualquier modelo posicionado en él, realizando para esto una marca en la base de vidrio que permitiera ubicar la línea media de cualquier modelo y basar la posición horizontal del modelo en esta línea. Además tomamos en cuenta la diferencia que podía existir en la altura y nivelación del zócalo de los modelos, por esto creamos una base de soporte del modelo que fuera móvil en 360° y que fuese ajustable en sentido vertical. Con estos parámetros aseguramos que todas las fotos tomadas con este sistema puedan ser repetibles en el tiempo. Otro gran problema que encontramos al escanear los modelos, es la luz que digitaliza lo que se posiciona en el scanner, ya que interfiere en la resolución de las imágenes obtenidas, es decir, la gran iluminación otorgada por el scanner, sin una tapa superior (se entiende que un modelo no puede ser tapado por el scanner debido a su altura e irregularidad) sumado con la luz del lugar donde se este digitalizando la imagen, y el color de los yesos que generalmente se usan en odontología, provocaban una distorsión de la imagen real, lo que no ocurre con una toma fotográfica de un objetivo porque se pueden regular estos parámetros sin alterar la imagen final. Alguien podría rebatir esto diciendo que una imagen sobre iluminada puede ser manipulada para obviar dicha iluminación, pero con los programas normalmente utilizados, esto puede traducirse en una alteración de la imagen.

Por otro lado, en la literatura que hemos revisado sobre imagenología digital en 2 dimensiones para el estudio de modelos, no existen estudios digitales acerca del análisis de Tanaka y Johnston. La mayoría de los estudios digitales fueron basados en el análisis de Bolton, por lo que creemos que nuestra investigación presenta una innovación en cuanto al uso de otros tipos de análisis digitales para el estudio de modelos. Elegimos como método de análisis el de Tanaka y Johnston ya que es el utilizado en nuestra Universidad en la clínica de pregrado de la cátedra de Ortodoncia y Odontología Integral Infantil. Este método de análisis es sencillo y rápido de realizar a diferencia del análisis de Bolton que puede resultar engorroso de realizar.

La diferencia entre los métodos de medición utilizados en nuestro estudio pueden ser explicados de la siguiente forma: un objeto de 3 dimensiones puede ser medido en ancho, altura y profundidad reales, es decir, puedo manipular el objeto a voluntad de manera de tener los datos reales. Un objeto en 2 dimensiones solo puede entregar información de ancho y alto y emular la profundidad, pero de ninguna manera entregar este último dato de manera real, siendo ésta una de las limitantes más relevantes del estudio realizado, lo que se puede ejemplificar claramente cuando existen mal posiciones dentarias, lo que complica la determinación de los puntos de medición en la fotografía digital. Otro problema que pudo haber surgido fue la calibración del programa computacional. Si bien tratamos de realizarlo al poner un tope de silicona de exactamente 1cm, éste pudo haber variado en digitalizar la imagen. Otra dificultad de las tomas fotográficas es el formato de almacenamiento de información, ya que las cámaras comúnmente

vendidas en el mercado nacional, almacenan la información en formatos que utilizan algoritmos con pérdida de información, es decir, formatos \*.jpg básicamente esto quiere decir, que al almacenar la información, la cámara elimina “píxeles redundantes” en color, que luego al descomprimir la imagen (visualizarla con algún gestor de imagen) la rellena con datos irreales.

Una falla encontrada en nuestro modelo computacional, fue el hecho de no fabricar una herramienta que fuera más sensible para determinar los puntos de referencia para las mediciones. Otro problema fue la sensibilidad con la que determinábamos los límites del tope de silicona, nuestro método de calibración, ya que una variación en éste, afecta inversamente proporcional al resto de las mediciones, es decir, si elegíamos límites mayores en el porte del tope de silicona, los valores del resto de las mediciones en el modelo serían menores a los de la realidad.

Por lo anteriormente expuesto sugerimos para futuros estudios, lo siguiente:

- El desarrollo de herramientas más sensibles en el programa computacional para las mediciones.
- Calibrar de forma más sensible el programa computacional. Sugerimos tal vez la utilización de un papel milimetrado como lo hicieron en el estudio de Paredes y cols, 2005 sobre calibración, tomando en cuenta que de todas formas debe estar el programa capacitado para otorgar este tipo de sensibilidad al ser calibrado.
- Lograr desarrollar un sistema que permita representar en 3 dimensiones el objeto a medir, que sea barato para que este al alcance de todos. De hecho existen investigadores de otras áreas que han intentado desarrollar esto en forma virtual con el uso de fotografías en 2 dimensiones para luego renderizar una imagen en 3 dimensiones del objeto, pero es un método largo y engorroso de realizar, lo que no sirve para que lo use cualquier persona. Y tampoco asegura una imagen fidedigna.

De manera de finalizar este capítulo, creemos pertinente que el aparato y el programa desarrollados, sean puestos a disposición de la Universidad. Si bien no cumplieron con los objetivos planteados, utilizados en forma independientes puede cumplir un rol en el continuo desarrollo de la enseñanza en nuestra facultad.

El aparato para estandarizar fotografías por si sólo no tiene problemas en cumplir con este objetivo, por lo que puede servir para estudios futuros, para la toma de fotografías de modelos para las distintas cátedras o bien para fines pedagógicos. El aparato permite la manipulación total de sus partes de manera de proporcionar un sistema para tomar fotografías de cualquier objeto requerido, a distintas distancias focales, con distintas angulaciones, o con distintas cámaras fotográficas. Por ejemplo sugerimos el desarrollar marcas en otro vidrio para poder poner radiografías sobre éste y poder tomar fotografías digitales de estas, ya que el sistema de sujeción del vidrio permite que éste sea intercambiable.

El sistema computacional, por su parte, puede ser utilizado de forma pedagógica en la Facultad de Odontología, al enseñar la realización del análisis de Tanaka y Johnston a una clase completa utilizando los apoyos audiovisuales de los Data Show de manera de modernizar la enseñanza de este análisis. También sirve de base para futuros cambios en su formato y

funcionamiento para tener un programa mas apto para realizar mediciones digitales y a lo mejor poder realizar este mismo estudio para verificar las diferencias obtenidas.

## **Conclusiones**

---

De acuerdo a los resultados obtenidos, rechazamos la Hipótesis Nula, la cual plantea que no existe diferencia entre los métodos de medición empleados, aceptando la Hipótesis Alternativa, es decir: existe diferencia estadísticamente significativa entre los métodos de medición empleados. Verificamos entonces que una medición digital, según nuestro estudio, no es homologable a una medición manual.

Al comparar una medición digital realizada a un modelo fotografiado en forma estandarizada con la misma medición del modelo en forma manual, existen diferencias significativas lo que explica que estos métodos no son homologables entre si.

Lo mismo ocurre al comparar una medición digital de un modelo fotografiado en forma no estandarizada con la medición del mismo modelo en forma manual, estableciendo que tampoco se pueden homologar estos métodos de medición.

El programa computacional desarrollado con el fin de realizar mediciones digitales cumple con los objetivos planteados para su diseño, nos permite hacer las mediciones de cada variable, es amigable en cuanto a las interfases de usuario, es fácil de utilizar y puede ser instalado en cualquier sistema operativo, por lo tanto la utilización del programa esta validada.

## **Resumen**

---

Los modelos dentales son una de las fuentes de información más completas e importantes para poder hacer estudios en los 3 planos del espacio que finalmente nos proporcionarán elementos para el diagnóstico. Estos tienen gran utilidad para analizar la dentición mixta. Existen una serie de métodos para esto, uno de ellos es el análisis de Tanaka y Johnston, para predecir el tamaño de los caninos y premolares definitivos aún no erupcionados. Hasta el momento no existe un sistema computacional basado en fotografías digitales en el cual se pueda realizar este análisis.

Es por esto que se realizó un estudio analítico en el cual se recolectaron 40 sets de modelos (arcada superior e inferior), a los cuales se le tomaron fotografías estandarizadas con un aparato creado para este fin y otras no estandarizadas, luego se analizan por medio de un sistema computacional el cual fue confeccionado para esta investigación. Además se realizó una medición manual de estos modelos, para ver si existe similitud con los resultados obtenidos por el sistema computacional.

Los resultados arrojaron que las muestras son todas significativamente diferentes entre sí a un nivel de significancia corregido de 0,0167.

De acuerdo a los resultados obtenidos, rechazamos la Hipótesis Nula, la cual plantea que no existe diferencia entre los métodos de medición empleados, aceptando la Hipótesis Alternativa, es decir: existe diferencia estadísticamente significativa entre los métodos de medición empleados. Verificamos entonces que una medición digital, según nuestro estudio, no es homologable a una medición manual.

## Bibliografía

1. Aquino C., Tirre de Sousa M., de Oliveira A (2005). "Mandibular permanent first molar and incisor width as predictor of mandibular canine and premolar" en *American Journal of Orthodontics and Orthopedics*, vol 132, n° 3.
2. Benchimol D. (2004). "La cámara digital". En: *Fotografía Digital*. 1ª Edición. Editorial MP Ediciones. Buenos Aires, Argentina. Cap 1 pp 15-53.
3. Bernabé E y Flores C. (2005) "Are the lower incisors the best predictors for the unerupted canine and premolar sums? An analysis of a Peruvian Sample" en *Angle Orthodontist*, vol 75, n° 2.
4. Brook A, Pitts N, Yau F y Sandar P. (1986) "An image analysis system for the determination of tooth dimensions from study casts: comparison with manual measurements of mesiodistal diameter" en *J Dent Res*, vol 65, n° 3. Marzo 1986 pp: 428-31
5. Burdi AR y Moyers R.E. (1992). "Desarrollo de la dentición y la oclusión". En: *Manual de Ortodoncia*. 4ª Edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires, Argentina. Cap 6 pp 102-150.
6. Canut JA. (1999). "Exploración del paciente". En: *Ortodoncia clínica*. 6ª Edición. Editorial Masson. Barcelona, España. Cap 7 pp 105-127
7. Carbonell O. y González G. y Céspedes R.(1999). "Estudio comparativo entre la tabla de Moyers nivel 50% y los valores predictivos de Tanaka y Johnston" en *Rev Cubana Ortod* vol 4, n° 1, Enero 1999, pp:18-21
8. Djuricic A. y cols (2007). Alteración de la secuencia de erupción entre canino y primer premolar en el maxilar inferior en pacientes de la facultad de Odontología de la U.G.M.A. con edades comprometidas entre 9 y 11 años. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*. Disponible en: [http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/alteracion\\_secuencia\\_erupcion.asp](http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/alteracion_secuencia_erupcion.asp)
9. Escobar F. (2004). "Desarrollo de la dentición". En: *Odontología Pediátrica*. 1ª Edición. Editorial AMOLCA. Caracas, Venezuela. Cap 15 pp 369-407
10. Escobar F. (2004). "Diagnóstico Ortodóncico en Odontología Pediátrica". En: *Odontología Pediátrica*. 1ª Edición. Editorial AMOLCA. Caracas, Venezuela. Cap 16 pp 411-431
11. Escobar F. (2004). "Ortodoncia preventiva e interceptiva en Odontología Pediátrica". En: *Odontología Pediátrica*. 1ª Edición. Editorial AMOLCA. Caracas, Venezuela. Cap 17 pp 435-504

12. Especialidades Odontopediatría (2001) disponible en:  
<http://www.odontocat.com/odontoped.htm>
13. Fabián Menassa de Lucia. Odontólogo. Disponible en:  
<http://www.extensionuniversitaria.com/num72>
14. Garcia E., Osuna R. (2007). Fundamentos de fotografía digital. España.
15. Gardner R.B. (1979). “ A comparison of four methods of predicting arch length” en *Am J. Orthod*, vol 75 n° 4, Abril 1979, pp: 387-98
16. Gonzalez D, Gonzalez M.y Marín G. (1999). “Prevalencia de diastemas en la dentición temporal” en *Rev Cubana Ortod*; vol 14, n° 1, Enero 1999, pp:22-6
17. Guerrero F y Magaña R. Elaboración del manual descriptivo de los procedimientos para la elaboración de los mantenedores de espacio. Facultad de Odontología. Universidad autónoma de México. Disponible en :  
[http://www.odonto.unam.mx/ortodoncia/P5\\_mant\\_espacio.html](http://www.odonto.unam.mx/ortodoncia/P5_mant_espacio.html)
18. Han UK, Vig KW, Weintraub JA, Vig PS, Kowalski CJ (1991). “Consistency of orthodontic treatment decisions relative to diagnostic records” en *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol 100 n° 3 Sep 1991, pp 212-219.
19. Hunter W., Priest W.(1960). “Errors and discrepancy in measurement of tooth sizes” en *J Dent Res*. vol 39, n° 2.
20. Lucea A. y Echarri P.(2002). “Mantenedores y recuperadores de espacio” en *Ortodoncia Clínica*, vol 5, n° 2, pp: 88-98.
21. McDonald R, Hennon D y Avery D. (1995). “Tratamiento de los problemas de espacio”. En: *Odontología Pediátrica y del Adolescente*. 6ª Edición. Editorial Mossby Doyma Libros. Madrid, España. Cap 26, pp 677- 711.
22. Mellado, José María (2006). *Fotografía Digital de alta Calidad*. 2ª Edición. Artual S.L. Ediciones. Barcelona, España.
23. Morón A, Santana Y, Pirona M, Rivera L, Rincón M, Pirela A. (2006). “Cronología y Secuencia de Erupción de Dientes Permanentes en Escolares Wayúu Parroquia Idelfonso Vásquez Municipio Maracaibo - Estado Zulia” en *Acta Odontológica Venezolana* n° 44-1-2006. Disponible en:  
[http://www.actaodontologica.com/ediciones/2006/1/erupcion\\_dientes\\_permanentes.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2006/1/erupcion_dientes_permanentes.asp)
24. Moyers R.E. (1992). “Análisis de la dentición y la oclusión”. En: *Manual de Ortodoncia*. 4ª Edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires, Argentina. Cap 11 pp 223-248.

25. Paredes V., Gandia J., Cibrian R. (2006). "A new, accurate and fase digital method to predict unerupted tooth size" en *Angle Orthodontist*, vol 76, nº 1.
26. Paredes V, Gandia JL, Cibrian R (2005). New, fast, and accurate procedure to calibrate a 2- dimensional digital measurement method. En *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, vol 127, pp: 518-9
27. Proffit W.R. y Ackerman J.L. (2001). "Fases iniciales del desarrollo". En: *Ortodoncia Contemporánea*. 3ª Edición. Editorial Harcourt. Madrid, España. Cap 3 pp 76-93
28. Quimby M., Vig K., Rashid R., Firestone A. (2004). "The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models" en *Angle Orthodontist*, vol 74, nº 3, Junio 2004, pp: 298-303.
29. Rodríguez I. Diez J. Quintero E. Céspedes R. "El mantenedor de espacio. Técnica preventiva al alcance del estomatólogo general integral". *Rev Cubana Estomatol* v.42 n.1 Cuiudad de La Habana Enero-abri. 2005
30. Salles A. (2004). "Análisis de modelos". En: *Ortodoncia Diagnóstico y Planificación clínica*. 2ª Edición. Vellini F (ed). Editorial Artes Medicas Latinoamericana. Sao Paulo, Brazil. Cap 8 pp 161-169
31. Schimer U., Wiltshire W. (1997). "Manual and computer-aided space analysis. A comparative study" en *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. Vol 112, nº 6, Diciembre 1997, pp: 676-80..
32. Tanaka M.M y Johnston L.E. (1974). "The prediction of the size of unerupted canines and premolars in a contemporary orthodontic population" en *JADA* vol.88, nº 4, Abril 1974, pp:798-801.
33. Tomassetti J., Taloumis L., Denny J., Fischer J.(2001) "A comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method" en *Angle Orthodontist*, vol 71, nº 5, Octubre 2001, pp:351-7.
34. Tootla R y Fayle SA.(2003). "Comparison of two methods of space prediction in the mixed dentition" en *Pediatr Dent*. vol 25, nº 4, Julio-agosto 2003, pp:350-6.
35. Ustrell J. y Duranm J. (2002). "Etiopatogenia de las maloclusiones". En: *Ortodoncia, Textos Docentes*. 2ª Edición. Editorial Universidad de Barcelona. Barcelona, España. Cap 4 pp 109-129.
36. Abu Es, Qudeimat MA. (2006). „Mixed dentition space analysis in a Jordanian population: comparison of two methods" en *Int J Paediatr Dent*, vol 16, nº 2, Marzo 2006, pp: 104-10.

37. Flores-Mir, Bernabé E, Camus C, Carhuayo MA, Major PW. (2003). "Prediction of mesiodistal canine and premolar tooth width in a sample of Peruvian adolescents" en *Orthod Craniofac Res*, vol 6, n° 3, Agosto 2003, pp:173-6

## Anexos

---

### Anexo 1:

#### Mantenedores de espacio

##### Mantenedor de espacio Banda y asa:

Es el más frecuentemente utilizado debido a su fácil diseño y ejecución. El asa debe tener un apoyo en la cara proximal de la pieza adyacente al espacio, para así evitar la inclinación del mantenedor de espacio hacia el espacio de la extracción, además debe estar en contacto ligero con la mucosa y tener una amplitud que permita la erupción de la pieza sucesora. Este no restaura la función ni impide la extrusión del antagonista.



##### Mantenedor de espacio Corona y asa

Este aparato se utiliza cuando los dientes adyacentes posteriores presentan grandes caries y requieren de la restauración de la corona, o bien cuando presentan tratamientos pulpares en el que es recomendable hacer corona con cobertura completa.



##### Mantenedor de espacio Arco transpalatino o de Goshgarian

Este consiste en un alambre forjado con la curvatura del paladar, soldado a bandas cementadas en los molares. Se utiliza en casos de pérdidas bilaterales o múltiples de molares temporales que no requieren mayor anclaje.

El arco de Nance sigue el diseño de la curva palatina de un molar a otro, se realiza un doblez en la zona media en el alambre y se coloca un botón de acrílico por detrás de la papila incisiva. Se indica en pacientes con requerimiento máximo de anclaje.



### Mantenedor de espacio Arco lingual

Se utiliza cuando hay pérdida de múltiples piezas temporales o estas son bilaterales, para su confección deben estar erupcionados los incisivos y molares definitivos. Este aparato debe ser completamente pasivo para prevenir movimientos indeseados sobre los dientes de apoyo.



(Guerrero F y Magaña R, UNAM)

### Mantenedor de espacio Intraalveolar

Es utilizado principalmente ante la pérdida del segundo molar temporal inferior antes o durante la erupción del primer molar permanente. Se necesita forjar un alambre que contacte intraalveolarmente con la cara mesial del molar definitivo a fin de guiar su erupción. Después de la erupción del molar se puede cambiar por un mantenedor de tipo banda y asa. (Escobar F, 2004)

Por otro lado se encuentran los mantenedores de espacio removibles

### Mantenedor de espacio Placa de Hawley modificada

Es una placa activa a la que se añade un diente de prótesis que mantiene el espacio. Se incluye un tornillo de expansión para acompañar el crecimiento. Están indicadas en pérdidas dentarias múltiples, bilaterales, grupo anterior, y para recuperar funciones (masticación, deglución, pronunciación) y cuando la placa activa esté indicada ortodóncicamente. (Lucea y Echarry, 2002)

### Mantenedor de espacio termomaleables

Se construyen con una lámina de policarbonato de 1mm de espesor y cubren todo el diente y 2 mm de encía palatina. En vestibular no tiene contacto con la encía marginal. Se coloca

un diente de prótesis en la zona de extracción y su construcción es inmediata a la extracción.  
(Lucea y Echarry, 2002)

Anexo 2

<b>Jan Han</b>		<b>1,2/4.2</b>	<b>1,1/4.1</b>	<b>2,1/3.1</b>	<b>2,2/3.2</b>	<b>ED i</b>	<b>ED d</b>	<b>ED ant</b>
Operador								
1	superior	7	8,5	9	7	24	24,5	31
	inferior	6	5,5	5,5	6	24	24	21,5
Operador								
2	superior	7	9	9	7	23	24	31,5
	inferior	6	5,5	5,5	6	23	23	21

<b>M<sup>a</sup> Ignacia Marquez</b>		<b>1,2/4.2</b>	<b>1,1/4.1</b>	<b>2,1/3.1</b>	<b>2,2/3.2</b>	<b>ED i</b>	<b>ED d</b>	<b>ED ant</b>
Operador								
1	superior	8,5	10	9,5	8	24	25	36
	inferior	8	7	6,5	7	26,5	27,5	26
Operador								
2	superior	8,5	9,5	9,5	8	23	24,5	36
	inferior	7,5	7	6,5	7	27	26	25,5

<b>Nadia CH.</b>		<b>1,2/4.2</b>	<b>1,1/4.1</b>	<b>2,1/3.1</b>	<b>2,2/3.2</b>	<b>ED i</b>	<b>ED d</b>	<b>ED ant</b>
Operador								
1	superior	7,5	9	9	5	23,5	24	30
	inferior	6	5,5	5	6	25	24,5	22
Operador								
2	superior	7,5	9	9	5	23,5	24	30
	inferior	6	5	5	6	24,5	24	22,5

<b>Ana Olivares</b>		<b>1,2/4.2</b>	<b>1,1/4.1</b>	<b>2,1/3.1</b>	<b>2,2/3.2</b>	<b>ED i</b>	<b>ED d</b>	<b>ED ant</b>
Operador								
1	superior	7	9	9	6	23,5	24	26,5
	inferior	6	6	5,5	6,5	21	26	21,5

Operador								
2	superior	6,5	8,5	9	6	24,5	23,5	26,5
	inferior	6	5,5	5,5	6,5	20	25	22

### Luis

Osorio		1,2/4.2	1,1/4.1	2,1/3.1	2,2/3.2	ED i	ED d	ED ant
Oprador 1	superior	7,5	9,5	9,5	7,5	24	24,5	31,5
	inferior	7	6	6,5	6,5	25	25	24,5

Operador								
2	superior	7,5	9,5	9,5	7,5	24	24,5	30
	inferior	6,5	6,5	6	6,5	24,5	24,5	24,5



					9,00	8,50	
					9,00	9,00	
					9,50	9,50	
					9,50	9,50	
					9,50	9,50	
					10,00	9,50	
	<b>Segmentos</b>				<b>Dientes</b>		
	op1	op2			op1	op2	
6% error	1,515			6% error	0,383	0,379	
5% error	1,26	1,25	Dif	5% error	0,32	0,32	Dif
media	25,25	24,94	<b>0,31</b>	media	6,39	6,32	<b>0,07</b>
varianza	9,55	9,68		varianza	2,152	2,197	
var comb	9,504			var comb	2,153		

	<b>Segmentos</b>		<b>Dientes</b>
	2	Fórmula	2
	10,511	(za+zb)2	10,511
	9,504	varianza	2,153
	2,295225	(val_mín_dif)2	0,1444
<b>n</b>	87,044		313,424
<b>modelos</b>	14,507		<b>39,178</b>

Anexo 4:

N° de set modelos: \_\_\_\_\_

mm	1.2/4.2	1.1/4.1	2.1/3.1	2.2/3.2
Superior				
Inferior				

Suma incisiva (mm)

Superior	
Inferior	

	ED izq	ED der	ED ant
Superior			
Inferior			

Espacio Requerido:

Superior

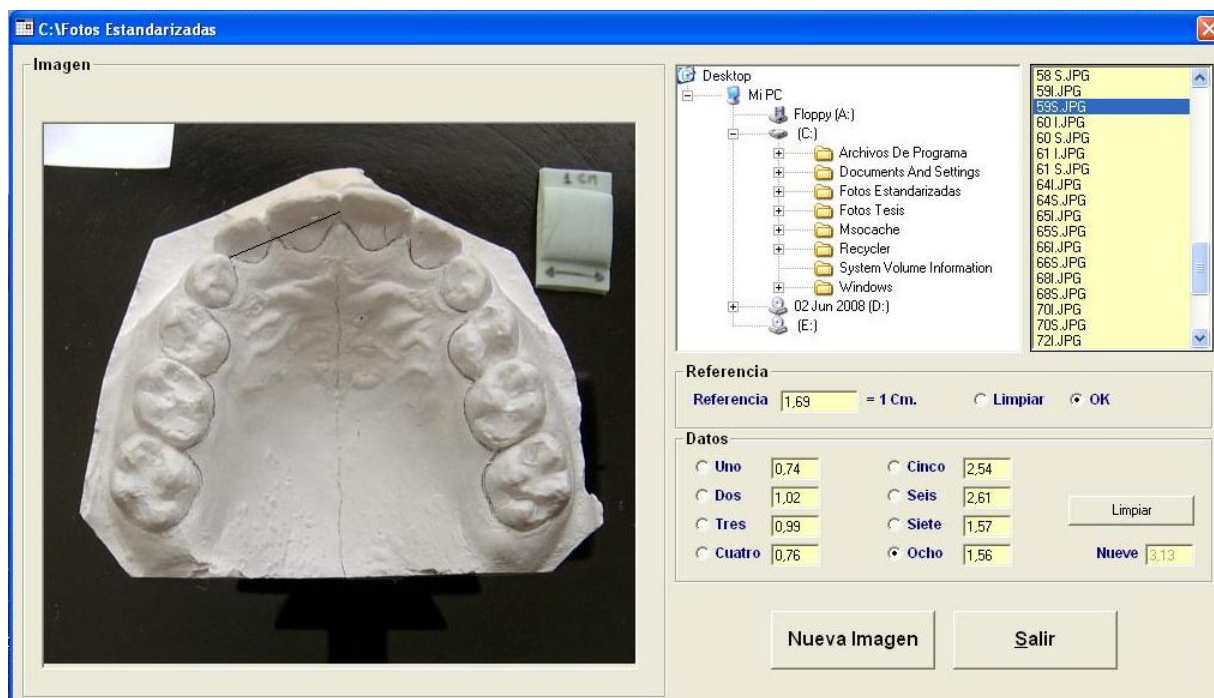
$$\frac{SII}{2} + 11 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Inferior

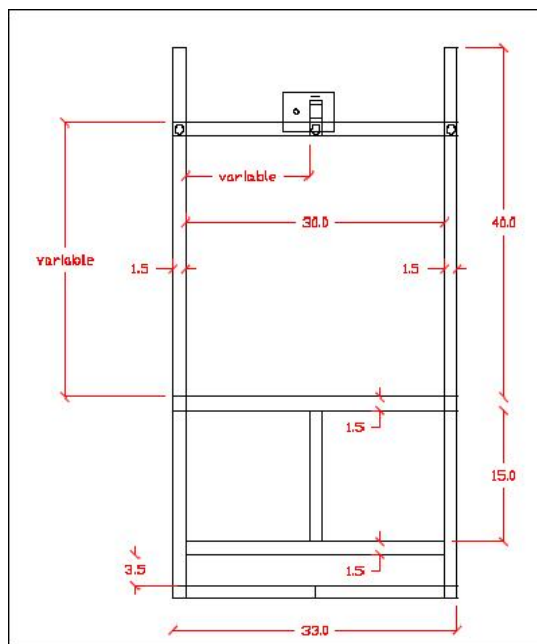
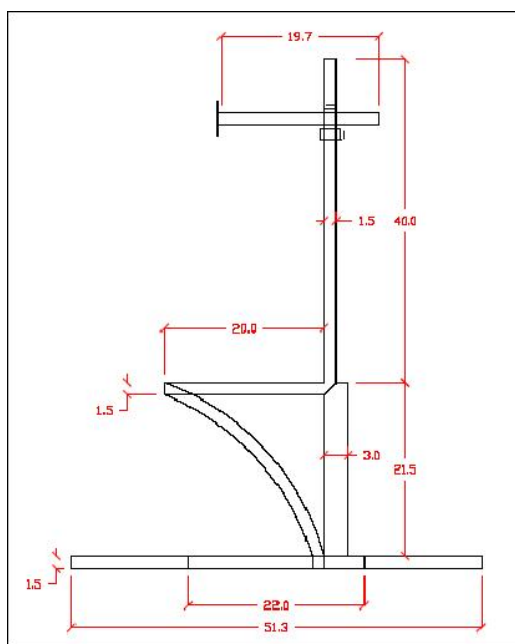
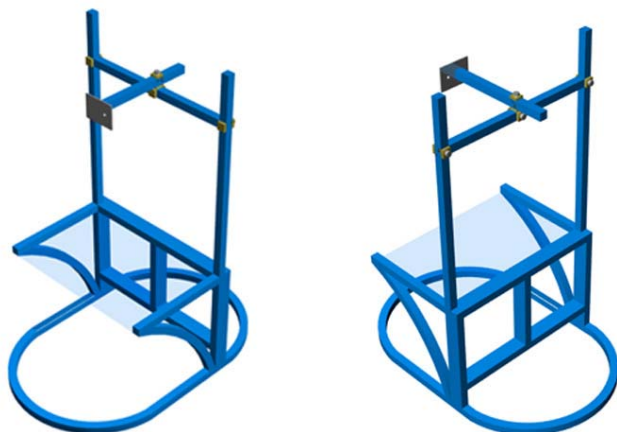
$$\frac{SII}{2} + 10.5 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Discrepancia  
total:

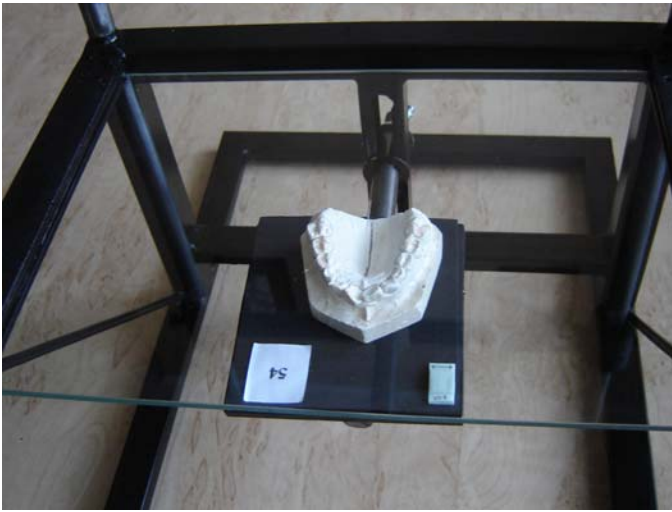
Superior	
Inferior	

Anexo 5:

Programa con mediciones ya realizadas sobre una fotografia digital.

Anexo 6:





Anexo 7:**Datos Tabulados**

<b>OBS</b>	<b>MAN</b>	<b>EST</b>	<b>NES</b>	<b>OBS</b>	<b>MAN</b>	<b>EST</b>	<b>NES</b>
1	6,22	6,4	6,4	281	6,06	6	5,4
2	6,6	7,1	7,1	282	5,68	6,1	6
3	6,52	7,4	7,2	283	6	6,4	6
4	7,7	7,4	8,9	284	6,32	7	6,5
5	7,2	7,4	7,6	285	6,3	6,9	6,6
6	6,31	7,2	6,3	286	6,01	6,3	5,3
7	7,18	7,6	7,6	287	6,86	6,8	6,8
8	7,24	7,4	8	288	6,77	6,6	6,9
9	8,52	8,8	8,9	289	6,18	6,9	6,6
10	7,22	6,7	7,9	290	6,7	6,4	6,9
11	7,42	8	7,6	291	6,74	6,8	6
12	7,42	7,4	7,1	292	6,17	6,5	6,4
13	7,86	7,9	8,3	293	5,78	6,2	6,3
14	6,08	7	6,6	294	6,84	6,4	7,1
15	7,14	7,4	7,2	295	5,9	6,1	7
16	8,44	9,1	9,4	296	6,78	6,9	6,7
17	6,83	7,1	7,5	297	5,9	6,1	6,1
18	6,51	7,9	7,3	298	6,2	6,7	6,8
19	7,12	7,5	7,5	299	6,28	6,5	6,6
20	8,32	8,5	8,9	300	6,38	7	7
21	7,22	8,1	8,2	301	6,38	6,7	6,6
22	6,8	7,5	7,2	302	5,9	6,4	6,3
23	8,12	8,1	8,3	303	6,36	7,3	6,8
24	7,42	7,7	7,1	304	6,1	6,6	6,1
25	7,46	7,8	9,3	305	6,59	6,8	7,2
26	7,6	7,6	7,7	306	5,98	6,4	6,6
27	7,08	7,7	7,3	307	6,02	6,3	6
28	7,28	7,4	7,3	308	6,46	7	7
29	6,73	7,1	6,8	309	6,61	6,8	7,1
30	6,96	7,2	7,2	310	6,04	6,3	6,5
31	7,51	7,4	7,8	311	6,7	6,8	7
32	6	6,9	6,9	312	5,9	6,2	6,2
33	7,28	7,8	7,7	313	6,04	6,5	5,9
34	7,84	8,5	8,7	314	6,22	7	7,4
35	7,7	8,7	8,8	315	6,9	7,3	7,5
36	6,88	7,5	7,5	316	5,98	6,4	6
37	6,88	7,5	7	317	6,18	6,7	6,7
38	6,91	8	7,4	318	5,78	6,3	6,2
39	7,34	7,8	7,2	319	6,06	7	7,3
40	6,36	6,7	6,8	320	6	6	6,6
41	8,44	8,8	9,2	321	5,22	5,8	5,8

42	8,36	8,6	9,3	322	5,31	5,7	6
43	8,53	9,4	9,2	323	5,32	5,4	5,6
44	9,12	10	9,8	324	5,66	6,5	6,2
45	8,44	8,5	8,7	325	5,48	6,1	6,1
46	8,62	8,9	9	326	5,36	6	5,7
47	9,13	9,7	9,5	327	6,04	6,7	6,4
48	9,55	10,2	10,5	328	6,32	6,6	6,6
49	9,03	9,5	9	329	5,4	6,6	6,4
50	8,76	9	9	330	5,54	5,8	6,1
51	9,9	11	10,5	331	6,55	6,6	6,4
52	8,9	9,5	8,9	332	5,9	6,3	5,9
53	8,24	8,6	8,9	333	5,54	5,4	6
54	9,4	10	10,5	334	6,2	6,6	6,7
55	9	9,3	9,5	335	5,88	6,1	6,3
56	9,62	10	9,5	336	6,08	6,5	6,2
57	8,13	8,3	8,7	337	5,2	5,6	6,1
58	8,45	9,4	9,2	338	5,51	5,9	6,1
59	8,34	8,9	8,7	339	5,72	5,7	6,1
60	9,68	9,8	10	340	5,4	6,7	6,7
61	8,76	9,5	9,9	341	5,41	5,2	5,3
62	8,31	9	8,1	342	5,54	5,8	6
63	10	9,9	10,2	343	5,87	6,1	6,4
64	8,74	9,1	8,7	344	5,38	6	5,4
65	9,42	10	11	345	6,18	6,5	7
66	8,82	9,1	9	346	5,58	5,9	5,8
67	8,8	9	9,2	347	5,52	5,3	5,7
68	9,62	10,2	10	348	5,78	6,2	6,5
69	9,04	9,7	9,5	349	5,68	6,3	6,1
70	8,54	9,4	8,5	350	5,32	5,8	5,2
71	8,84	9,2	9,8	351	5,88	6,2	6,5
72	8,42	8,6	9	352	5,55	5,8	5,3
73	8,68	9,5	9,1	353	5,64	6	6
74	9,08	10,4	10,4	354	6,2	6,4	6,8
75	9,71	10,3	10,5	355	5,66	6,7	6,3
76	9,78	9,6	9,6	356	5,3	5,3	6
77	8,95	9,6	9,4	357	5,16	5,8	6,1
78	9,44	9,8	9,3	358	5,52	6	5,5
79	8,64	9,3	8,6	359	5,88	6,6	6,4
80	8,54	9,1	9,1	360	5,24	5,4	6,7
81	8,3	8,5	9	361	5,98	5,8	6
82	8,43	8,7	9,4	362	5,26	5,9	5,7
83	8,48	9,4	8,6	363	5	5,2	5,1
84	9,28	10	10,1	364	5,6	6,1	6,5
85	8,45	8,7	8,8	365	5,22	6,1	5,6
86	8,7	9	8,9	366	5,46	5,7	5,4
87	9,02	9,5	9,4	367	6,18	6,5	6,2

88	9,58	10	10,7	368	6,06	6	6,5
89	8,9	9,4	9,4	369	5,56	6,3	6,7
90	8,64	8,9	8,9	370	6,77	6	6,1
91	9,62	10	10,3	371	6,56	6,7	6,2
92	8,82	9,6	9,3	372	5,92	5,9	6,4
93	8,38	8,7	8,8	373	5,36	5,6	6
94	9,32	10	9,8	374	6,58	6,9	7,2
95	9,04	9,3	9,5	375	5,68	6	6,4
96	9,4	9,8	10	376	6,33	6,6	6,7
97	8	8,1	8,7	377	5,24	5,6	5,7
98	8,68	9,5	9,3	378	5,24	5,7	5,6
99	8,45	9	8,4	379	5,74	5,7	6,3
100	9,38	10	9,9	380	5,38	6,4	6,6
101	8,8	9,7	9,9	381	5,51	5,4	5,8
102	8,51	8,9	8,7	382	5,58	6,2	6
103	10,14	10,2	10,2	383	5,52	6,4	6
104	8,58	9,1	8,3	384	5,39	6,2	5,9
105	9,32	9,5	10,3	385	6,21	6,7	7,2
106	8,78	8,9	9,2	386	5,64	6	6
107	8,7	9	8,9	387	5,28	5,4	5
108	9,86	9,9	10,4	388	6,98	6	6,4
109	9,1	10,1	9,4	389	5,67	6,3	5,5
110	8,51	9,4	9,5	390	5,65	6,1	5,6
111	8,98	9,7	10,3	391	5,96	6,2	6,2
112	8,42	8,4	8,6	392	5,02	5,6	5,4
113	8,82	9,7	9,4	393	5,63	6,2	6
114	9,32	10,2	16,1	394	6,04	6,6	6,7
115	9,6	10,3	10,7	395	6,01	6,6	6,4
116	9,94	9,4	9,3	396	5,33	5,8	5,7
117	8,98	9,5	9,3	397	5,2	5,7	5,7
118	9,12	10,1	9,7	398	5,3	5,8	5
119	8,44	9	9	399	5,64	6,8	6,8
120	8,5	8,8	9,1	400	5,32	5,6	6
121	6,36	7	6,8	401	6,16	6,5	5,4
122	6,8	6,9	7,1	402	5,73	6,4	6,3
123	6,68	7,8	7,5	403	5,72	6,5	6,1
124	7,9	8,3	8,5	404	6,24	6,9	6,6
125	6,9	7,5	7,7	405	6,57	7,1	6,7
126	6,18	7,1	6,8	406	5,77	6,6	6,1
127	7,18	7,5	7,2	407	6,34	7	6,6
128	6,68	7,3	8,4	408	6	6,4	7
129	8,24	8,7	8,7	409	6,25	7,1	7,2
130	6,93	7,2	6,9	410	6,36	6,8	6,6
131	7,31	8,1	8,3	411	6,77	6,5	6,3
132	7,34	7,6	7,5	412	6,13	6,6	6,6
133	7,52	7	7,2	413	5,98	6,7	6,9

134	6,38	7,2	7,3	414	6,24	6,8	6,9
135	6,95	7	7	415	5,7	6,3	7,3
136	8,24	8,1	8,9	416	6,81	7,1	7,2
137	6,88	7,2	7,6	417	5,64	6,2	6,7
138	6,68	7,1	6,9	418	6,13	6,9	6,5
139	7,01	7,4	7,1	419	6,48	6,6	6,9
140	7,92	8,4	8,4	420	6,32	6,7	7
141	7,11	7,8	8	421	6,37	6,4	7,1
142	6,8	7,5	6,8	422	5,66	6,4	6,5
143	7,94	8,1	7,8	423	6,98	7,1	7,7
144	7,4	7,7	7,5	424	6,22	6,8	6,8
145	7,92	8	8,9	425	6,6	7,1	6,9
146	7,5	7,8	7,9	426	6	6,3	6,1
147	7,26	7,4	7,6	427	6,06	6,6	6,5
148	7,03	7,6	7,4	428	6,62	7,4	6,9
149	6,46	7,2	7,1	429	6,8	6,9	7,2
150	6,6	7,1	6,4	430	6,2	6	6,7
151	7,18	7,1	7,3	431	6,4	6,9	7,3
152	6,26	7,2	6,9	432	6,32	6,2	6,1
153	6,64	7,7	7,4	433	6	6,7	5,8
154	7,25	7,9	8,4	434	6,2	7,4	7,2
155	7,42	8,1	9,1	435	6,88	7,4	7,4
156	6,62	7,4	6,8	436	6,18	6,7	5,9
157	7,14	7,7	7,9	437	6,01	6,7	6,4
158	7,7	8,3	8	438	5,96	6,9	6,3
159	7,57	8	7,8	439	6,01	7,1	7,7
160	6,26	6,8	7,1	440	5,9	6,4	6,4
161	22,9	23,6	24,1	441	23,51	23,8	25,1
162	24,1	25	26	442	22,54	23,6	23,6
163	21,14	22,5	23	443	21,54	22	21,7
164	22,97	23,2	23,2	444	22,38	23,6	24,6
165	22,14	23,9	24,8	445	22,12	22,8	22,9
166	22,4	22,2	22,7	446	21,2	22,8	21,4
167	21,89	21,4	21,7	447	23,12	22,7	23,3
168	23,08	23	24,8	448	23,04	22	24,1
169	21,1	23,6	20,5	449	23	25	23,8
170	23,16	23	23,5	450	24,3	26	25
171	23,58	22,4	23,4	451	21,65	24,3	21
172	21,68	23,3	21,8	452	22,14	22,6	22,6
173	22,95	22,8	24,1	453	23,18	22,1	23,4
174	25,46	24,9	25	454	23,98	24,9	24,7
175	22,56	22,9	23,4	455	22,82	22,5	24,5
176	21,76	22,8	22,6	456	22,42	23	22,3
177	22,34	22,1	22,2	457	22,3	22,8	22,8
178	24,92	24,8	24,6	458	23,96	24,6	23,7
179	24,14	24,5	21,8	459	23,35	22,9	21,8

180	24,04	26,1	25,2	460	24,08	24,6	24,5
181	22,42	23,6	24,6	461	23,35	23,4	23,8
182	23,76	23,9	21,1	462	23,4	24,3	23,3
183	24,81	26	26,2	463	23,05	24,7	24,6
184	22,7	23	21,6	464	21,97	23,9	23,5
185	24,44	24,5	26,6	465	23,6	24,3	24,9
186	23,74	23,2	22,7	466	22,2	23,5	22,5
187	23,44	23,1	21,9	467	20,42	22,8	21
188	25,56	25,4	25,7	468	24,8	24,3	23,7
189	21,68	21,9	20,8	469	20,18	20,6	19,2
190	20,55	21,6	21,4	470	21,31	21,9	22,5
191	22,72	23	24,2	471	23,7	23,8	24,1
192	22,83	22,6	22	472	23,19	23,1	22,8
193	21,16	22,9	21,7	473	23,11	24,3	23
194	24,95	25,7	25,7	474	23,5	25,3	25,2
195	24,78	25,5	26,6	475	24,6	25,2	25,4
196	23,01	23,7	22,5	476	22,44	23,5	22,5
197	21,93	22,7	23,2	477	24,6	24,7	25,4
198	21,96	22,2	21,1	478	22,19	22,6	21,1
199	23,34	23,7	22,7	479	25,08	24,9	24,4
200	21,54	22,7	22,8	480	20,94	20	21,8
201	22,84	23,1	23,5	481	23,11	23,7	24,8
202	24,2	25,4	26,1	482	23,11	24,5	24,1
203	21,62	23,4	22	483	21,5	21,9	22,2
204	22,74	23,7	24,3	484	23,3	23,8	24,7
205	22,74	23,6	23,6	485	22,29	23,4	22,6
206	22,38	22,7	23	486	22,12	22,7	22
207	21,82	22,2	21,6	487	22,8	22,4	22,1
208	23,42	24	25,2	488	22,3	22,1	23,1
209	20,49	23,4	20,3	489	22,88	24,2	22,8
210	23,22	23,1	24,5	490	23,5	24,4	23,9
211	24,81	24,8	24,9	491	22,64	24,9	21,4
212	21,7	23,4	22,1	492	22,54	22,2	23,1
213	23,12	23,1	24,2	493	23,4	23,3	24,9
214	26,01	25,5	25,5	494	23,52	24,7	24,6
215	22,43	23,4	23,3	495	22,43	22,6	24,1
216	20,08	22,2	20,6	496	22,76	23,6	23,4
217	21,66	21,7	21,5	497	22,51	23,6	23,4
218	24,86	25,3	24,5	498	23,78	24,3	24,3
219	24,2	24,5	22	499	23,08	23,4	23,2
220	24	26,6	25,1	500	23,42	25	23,8
221	22,13	23,3	23,5	501	22,6	22,3	23,1
222	23,1	24,1	21,8	502	23,25	24,6	23,3
223	25,02	26,4	24,7	503	23,03	24,1	25,5
224	23,1	23,5	21,5	504	21,86	23,8	23,4
225	24,78	25	27,2	505	23,59	24,4	25,5

226	24,15	22,8	21,8	506	22,22	22,9	22,7
227	23,72	23,6	21,5	507	20,31	23	21,7
228	25,64	26,1	26	508	24,3	24,1	23,4
229	21,62	22,5	21,2	509	20,24	21,2	20,7
230	21,18	22,3	21,4	510	19,4	21,6	20,4
231	23,14	23,4	24,2	511	22,92	23,7	24,5
232	22,37	22,9	22,6	512	23,55	23,3	23,2
233	21,2	22,8	21,3	513	22,8	24,3	22,9
234	24,8	25,2	25,5	514	23,92	26,4	26,5
235	24,92	25,8	27	515	24,11	24,6	25,1
236	24,22	24,9	23,2	516	23,5	23,8	23,2
237	22,4	22,9	23,2	517	23,9	23,9	24,5
238	21,8	22,9	21,6	518	22,2	22,2	21,4
239	23,8	24,2	23,2	519	25,11	24,3	24,5
240	21,58	22,6	22,9	520	21,14	21,1	22,8
241	32,06	31,2	24,6	521	23,4	23,4	33,5
242	32,57	33	33,8	522	21,62	23	22,1
243	29,92	30,6	31,3	523	21	21,6	21,7
244	29,99	30,3	31,1	524	21,82	21,8	21,9
245	32,01	34,1	34,3	525	23,62	24,8	24
246	30,6	30,3	30,4	526	21,68	21,8	21,2
247	28,84	29	28,3	527	21,79	21,4	21,2
248	29,74	29,5	30,7	528	21,68	20,6	22,1
249	30	30,1	29,7	529	22,42	23,9	22,4
250	30,43	30,4	29,8	530	23,02	24,4	23
251	31,7	32,4	31,1	531	21,98	22,1	21,8
252	32,55	33,1	29,9	532	21,98	21,7	21,9
253	28,62	26,8	26,6	533	20,54	20,7	21,5
254	28,77	28,9	27,4	534	22,73	23,4	22,7
255	28,47	29,5	28,9	535	19,62	20,2	20,8
256	30,22	30,6	31	536	23,52	24,1	24,4
257	31,75	31,3	30,9	537	20,64	21,3	21,8
258	28,98	29,6	29,4	538	20,17	20,1	19,4
259	30,38	29,8	28,8	539	21,5	21,5	21
260	30,13	30,9	29,7	540	24,13	25,2	24,6
261	29,56	30,8	30,6	541	21,17	21,5	22
262	33,4	33,6	30,6	542	27,76	27,9	26,1
263	26,72	28	27,7	543	23,43	22,9	22,3
264	27,37	26,6	23,3	544	21,5	22,6	21,7
265	31,07	31	32,7	545	22,55	23,1	23,2
266	30,66	30,3	29,7	546	21,42	21,8	22,3
267	28,6	29,2	26,8	547	19,5	19,7	18,5
268	30,99	31,3	30,8	548	21,44	21,7	21,1
269	29,32	31,4	28,5	549	23,11	23,2	21,9
270	26,07	27,1	25,6	550	22,79	20,4	21
271	30,98	30,1	31,9	551	24,12	24,5	25,3

272	31,12	31,2	30,2	552	21,81	21,8	21,7
273	32	34,9	31,6	553	23,6	25	23,8
274	32,46	33,8	34	554	23,6	23,9	23,9
275	31,98	31,7	33,4	555	25,1	25,5	25,3
276	29,61	29,9	28,1	556	22,16	23,5	22,8
277	30,9	30,9	29,4	557	22,4	22,1	22,6
278	31,5	32,9	29,7	558	22,4	22,5	21,3
279	28,65	29,9	26,6	559	22,77	23,3	24,4
280	29,88	29,5	30	560	20,18	20,3	21