



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

ESPECIALIZACIÓN EN ORTODONCIA

**“ANÁLISIS DEL ARCO DENTARIO SUPERIOR MEDIANTE UN
MODELO DE HEXAGRAMA POLIGONAL EN PACIENTES
MEXICANOS”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN ORTODONCIA



PRESENTA:

Alumno: Esp. Rodrigo Portillo Chavolla

Tutor: Mtro. René G. Rivera Notholt

Asesor estadístico: Dr. Eduardo Llamosas Hernández

Los Reyes Iztacala, Estado de México, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A Dios.

Por su fidelidad y por permitirme ver sus promesas hechas realidad en mi vida, además de todas las bendiciones que me hace disfrutar día a día. Por haber puesto en mi vida personas que han sido mi soporte, brindándome la ayuda que necesitaba.

A mis padres.

Por ser el pilar en todo lo que soy, por su apoyo, sus consejos, valores, por motivarme a alcanzar mis metas, y sobre todo por su amor.

A mi esposa Karla.

Por su amor, por ser mi motor en todo lo que hago, por su paciencia y por estar siempre a mi lado.

A mis maestros.

Dr. Eduardo Llamosas Hernández por impulsar el desarrollo de mi formación profesional, por estar siempre dispuesto a ayudar, por guiarme en la realización de la estadística de este trabajo, por su amistad y por todas las enseñanzas brindadas.

Mtro. René G. Rivera Notholt por su apoyo y motivación en la realización de este trabajo, por el tiempo invertido en este proyecto, por su amistad y por los consejos que me ha dado a lo largo de mi vida.

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
MARCO TEÓRICO	8
Perspectiva histórica	9
El concepto de arco catenaria	10
Función polinomial	11
Secciones cónicas de Sampson	11
Formas de arco a través de la función beta	12
Curva de función cúbica	13
Los estudios de Ricketts	13
Diseño del arco por computadora de Rocky Mountain®	15
Forma de arco Roth Tru	16
Mapeo láser	18
Diseños básicos de arcos preformados	19
Forma de arco convergente	19
Forma de arco cuadrada	20
Forma de arco ovoide	20
Las dimensiones del arco y cambios producto del crecimiento	21
El estudio de McNamara y Howe	22
Evaluación del ancho de los arcos	23

Índice de Pont	24
Definición de los puntos de medida	26
Índice de Korkhaus	28
Syllabus. Rocky Mountain® de Ricketts	31
Análisis de Moyers	39
MATERIAL Y MÉTODO	40
RESULTADOS	43
CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN	49
COROLARIO	51
BIBLIOGRAFÍA	53

RESUMEN

En una muestra aleatoria de 425 registros odontológicos de alumnos de Clínicas Odontológicas de UNAM México, se eligieron 82 juegos de modelos dentales, 58 sujetos de sexo femenino y 24 de sexo masculino, con las siguientes características: mexicanos, dentición permanente, apiñamientos <1mm, sin discapacidades esqueléticas o neurofuncionales. Mediante la utilización de un gráfico (imagen) vectorial SVG (*Scalable Vector Graphics*®; extensión .svg) de un modelo de Hexagrama Poligonal (HexP) con forma de estrella de 6 picos, mediante pruebas de T de Student, se compararon las coincidencias del hexagrama y la imagen escaneada del arco dentario superior de cada sujeto verificando las coincidencias y discrepancias entre: distancia intermolar, distancia intercanina, distancia incisal y distancias molar-canino. Los resultados mostraron diferencias significativas en la distancia incisal y la intersección canina del lado derecho en el grupo de hombres con y sin antecedentes de tratamiento ortodóncico. El estudio sugiere que la utilización de la **imagen HexP** en la evaluación de las relaciones del arco dentario superior se puede aplicar con un grado de aproximación razonable, ya que las discrepancias encontradas fueron menores a 2 milímetros.

INTRODUCCIÓN

Un **Hexagrama poligonal (HexP)** consiste básicamente en una **imagen vectorial** formada por una **cadena poligonal**; ésta a su vez es una imagen que conecta una serie de puntos por medio de segmentos de línea (Fig. 1). En informática un **gráfico vectorial** es una imagen digital formada por objetos geométricos dependientes, en este caso un hexagrama definido por atributos matemáticos de forma y de posición. En Computación, un **hexagrama poligonal** refiere una **imagen vectorial** que puede ser escalada en su tamaño sin perder la proporción de sus dimensiones; este tipo de archivo se define mediante una extensión “.svg” (*Scalable Vector Graphics*) que es un formato vectorial útil por su flexibilidad y por la capacidad de ofrecer gráficos con calidad. En geometría, el hexagrama regular es una figura de estrella de seis puntas formada por la superposición de dos triángulos equiláteros; esta imagen se forma básicamente por 8 triángulos y un hexágono en el centro, resultantes de la intersección de los segmentos de línea que la forman.

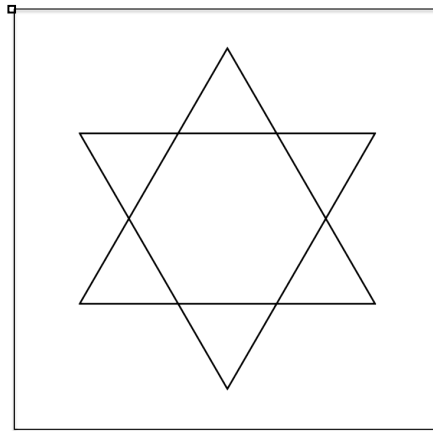


Fig. 1 Hexagrama regular. RIVERA NR

El hallazgo de la relación de la imagen de un hexagrama con la forma del arco dentario superior en realidad obedece a una serendipia* durante un ensayo de evaluación de la máxima curvatura productiva en la forma del **Arco Normal de Ricketts®**; cuanto más amplia es la curvatura del arco dentario en el área de los caninos, resulta en un segmento de arco de medio punto, con ello mayor longitud total del arco para el acomodamiento de los dientes (Fig. 2). El objetivo fundamental de este ensayo consiste en verificar las consistencias de esta imagen con la forma del arco dentario superior en el humano.

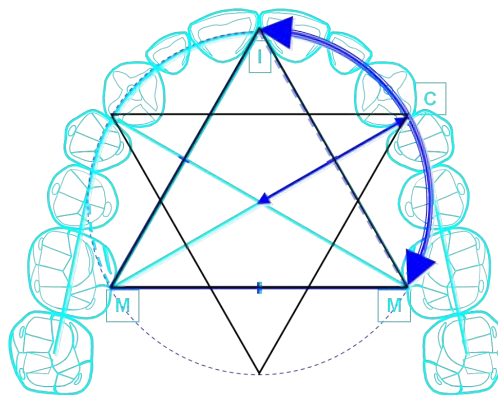


Fig. 2 El Hexagrama en el arco dentario
Segmento de arco de $\frac{1}{2}$ punto. RIVERA NR

* ...Una serendipia es un descubrimiento, historiológicamente hablando, o un hallazgo afortunado, valioso e inesperado que se produce de manera accidental o casual, o cuando se está buscando una cosa distinta. También puede referirse a la habilidad de un sujeto para reconocer que ha hecho un descubrimiento importante, aunque no tenga relación con lo que busca. En la historia de la ciencia son frecuentes las serendipias...

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Serendipia&oldid=105091839>

MARCO TEÓRICO

La consecución de una forma de arco estable, funcional y estético ha sido uno de los primeros objetivos de la ortodoncia. Un aspecto clave en el logro de este objetivo es la identificación de una forma de arco adecuado para ser usado durante el tratamiento. Muchos clínicos tienden a adoptar una forma particular de arco para el tratamiento de todos los tipos de maloclusiones siendo la más elegida la que consigue, en la opinión de los ortodoncistas, la estética óptima y una oclusión funcional.

A pesar de numerosas investigaciones, en la actualidad no hay un acuerdo sobre el mejor tamaño y forma del arco ideal en ortodoncia. Por más de 100 años, los investigadores han estado tratando de definir la forma de arco "ideal", frecuentemente usando el concepto de que el arco dental es simétrico de manera natural y puede ser representado por una forma algebraica o geométrica. Las formas investigadas incluyen la elipse, parábola y la curva catenaria, así como fórmulas matemáticas tales como la sección cónica y la función polinomial. Cada una de estas formas ha recibido elogios y críticas, y varias de estas formas constituyen la base sobre la cual los arcos comerciales son producidos. Con el uso de las computadoras y la tecnología, el diseño de arcos personalizados ha ganado importancia y puede proveer la solución óptima para obtener la forma de arco ideal en ortodoncia. El propósito de este documento es determinar un procedimiento aplicable en pacientes mexicanos, en el pronóstico de una forma conveniente del

arco dentario desde la dentición mixta, con el objeto de contribuir al desempeño clínico en la conducción del desarrollo de los arcos dentarios.

Perspectiva histórica

Uno de los primeros métodos de medición de la altura y anchura del arco dental fue dado por Bonwill¹ en 1887. A través de establecer tres marcas anatómicas en la mandíbula, él construyó un triángulo y por medio de un procedimiento geométrico estableció el tamaño, forma y la correcta posición de cada diente con referencia en un triángulo básico.

Hawley, en 1905², modificó la propuesta de Bonwill utilizando la anchura de los incisivos y caninos inferiores para establecer el radio de un círculo determinado. A partir de este círculo, construyó un triángulo equilátero, donde la base representa la anchura intercondilar. El radio del arco varía en base al tamaño de los dientes anteriores, por lo que el tamaño difiere en función del tamaño de los dientes; no obstante, la forma del arco es constante para todos los individuos. Este modelo se conoce como el arco de Bonwill-Hawley.

Chuck³ fue el primero en clasificar las formas de arco como cónicas, cuadradas y ovoides. Reportó que, si bien la forma de arco de Bonwill-Hawley no era adecuado para cada paciente, puede ser utilizado como una plantilla para la construcción de formas de arco personalizados.

Currier en 1969,⁴ usando fotografías de moldes de yeso, delineó la morfología del arco dental con la ayuda de una computadora. Su análisis demostró que una elipse provee un mejor ajuste que una parábola para los arcos maxilar y mandibular.

Brader⁵, en 1972, presentó un modelo matemático de la forma del arco dental basado en la elipse trifocal por medio de la fórmula $PR=C$ donde P es presión en gramos sobre centímetro cuadrado, R es el radio de la curvatura de la curva elíptica en el sitio de presión en milímetros y C es una constante matemática. Esta elipse trifocal que más o menos se asemeja a un huevo en la sección longitudinal, ajusta bien a la mayoría de los arcos ideales de pacientes no tratados.

El concepto del arco de catenaria

El concepto de arco catenario fue introducido por David Musich y James Ackerman⁶ en 1973 para determinar el perímetro del arco. El instrumento que usaron para medir el perímetro fue un calibrador de vernier incorporando una cadena. Lo llamaron Instrumento Catenómetro.

En 1977, Schulhof⁷ utilizó el mismo concepto al explicar la forma del arco inferior. La curva de catenaria es la forma que asume una cadena suspendida por los lados, sometida a la acción de un campo gravitatorio*; la longitud de la cadena y la separación entre los soportes determina la forma precisa de la curva (Fig. 3). Según Schulhof, cuando la anchura a través de los primeros molares es usada para establecer la fijación posterior, una curva catenaria ajusta a la forma del arco dental del segmento premolar-canino-incisivo de manera adecuada en la mayoría de los incisivos.

· La palabra deriva del latín *catenarius* ('propio de la cadena')



Fig. 3 Catenaria natural

http://arquimedes.matem.unam.mx/PUEMAC/PUEMAC_2008/rincon/curvas/html/caten.html

Función polinomial

Fue publicada por primera vez por Lu KH⁸, Ferrario⁹ quienes reconstruyeron los arcos maxilar y mandibular por un polinomio de cuarto orden y una elíptica "combinada"(dientes anteriores), además de una interpolación parabólica (dientes post-caninos) de los vértices de las cúspides vestibulares (incisivo central al segundo molar). Ellos encontraron que estas curvas son geoméricamente simples y pueden ser utilizadas para la descripción matemática de la forma de arco dental en sujetos no tratados. Además, permiten un análisis por separado de los dientes con un significado funcional diferente.

Secciones cónicas de Sampson

Sampson¹⁰ en 1981 declaró que la forma de un objeto no depende de su ubicación, orientación, o escala, ni si el modelo ajusta a la forma. Los arcos de

secciones cónicas* pueden ser utilizados como modelos para ciertos contornos lisos. Las cónicas son aptas para los datos dispersos con refinamiento iterativo de Sampson del algoritmo de Bookstein, un algoritmo que se adapta bien a la modelización de la forma, ya que no sufre cambios a la traslación, rotación y cambio de escala.

Formas de arco a través de la función beta

Braun et al.¹¹ en 1998 informaron que la forma de arco humano puede ser representada por una fórmula matemática compleja, conocida como función beta. Esto se calculó mediante la introducción de medidas de puntos de referencia en los modelos dentales de ortodoncia, en un programa computarizado de ajuste de curvas. Este modelo está definido por dos parámetros, la profundidad y la anchura del arco dental en la región del segundo molar. Cuando se utiliza el modelo de función beta, si el valor medido para la anchura se incrementa 1 mm y el valor medido de la profundidad aumenta 1,5 mm, la ecuación resultante será una excelente representación de la forma de arco dental, incluyendo los segundos molares. Además, será una excelente ecuación generalizada de las formas de arco maxilar y mandibular para cada una de las clasificaciones de oclusión de Angle.

· Se denomina sección cónica (o simplemente cónica) a todas las curvas resultantes de las diferentes intersecciones entre un cono y un plano; si dicho plano no pasa por el vértice, se obtienen las cónicas propiamente dichas. Se clasifican en cuatro tipos: elipse, parábola, hipérbola y circunferencia

Curva de función cúbica

Begole¹² en 1980 abogó por el uso de la curva de función cúbica. Ésta se compone de segmentos separados de un polinomio cúbico, que conectan una serie de puntos llamados nudos de una manera tal que la curva es suave a través de los nudos. Un nudo es un punto a través del cual la curva es forzada a pasar; diferentes conjuntos de puntos de nudo generan diferentes configuraciones de curva. Begole encontró que la curva de función cúbica se adapta a las formas de arcos dentales bien alineados con el mínimo error y que la asimetría del arco no tuvo ningún efecto en la precisión del ajuste.

Los estudios de Ricketts

Ricketts en 1977¹³, con base en los reportes del Dr. Angle, mediante la utilización de oclusogramas cefalométricos computarizados, redefine la línea de oclusión de Angle, como *“...una línea única y personalizada - a lo largo de la continuidad de los contactos incisivo-bucal con localización, posición y forma determinadas - en la cual los dientes encuentran el acto de oclusión normal”*. En otras palabras, la línea de oclusión es una línea imaginaria que pasa a través de los puntos de contacto labio-incisales y ocluso-bucal de los dientes.

Ricketts¹⁴ consideró diversos factores en la determinación de la forma del arco, incluyendo la correlación de éste, el tamaño, la longitud, el sitio donde el arco es medido, los detalles de contacto y la posición donde se coloca el bracket. Originalmente, fueron identificadas 12 formas de arco a partir de diferentes estudios realizados por él. Estos se redujeron a 9 mediante un análisis por computadora. Estudios de otros pacientes normales y estables tratados, resultaron

en 5 formas de arco. Estas formas de arcos pentamórficos eran tales que se ajustan a la mayoría de las formas faciales. Estos son normal ideal, ovoide, ovoide angosto, convergente y convergente angosto (Fig. 4 y 5).

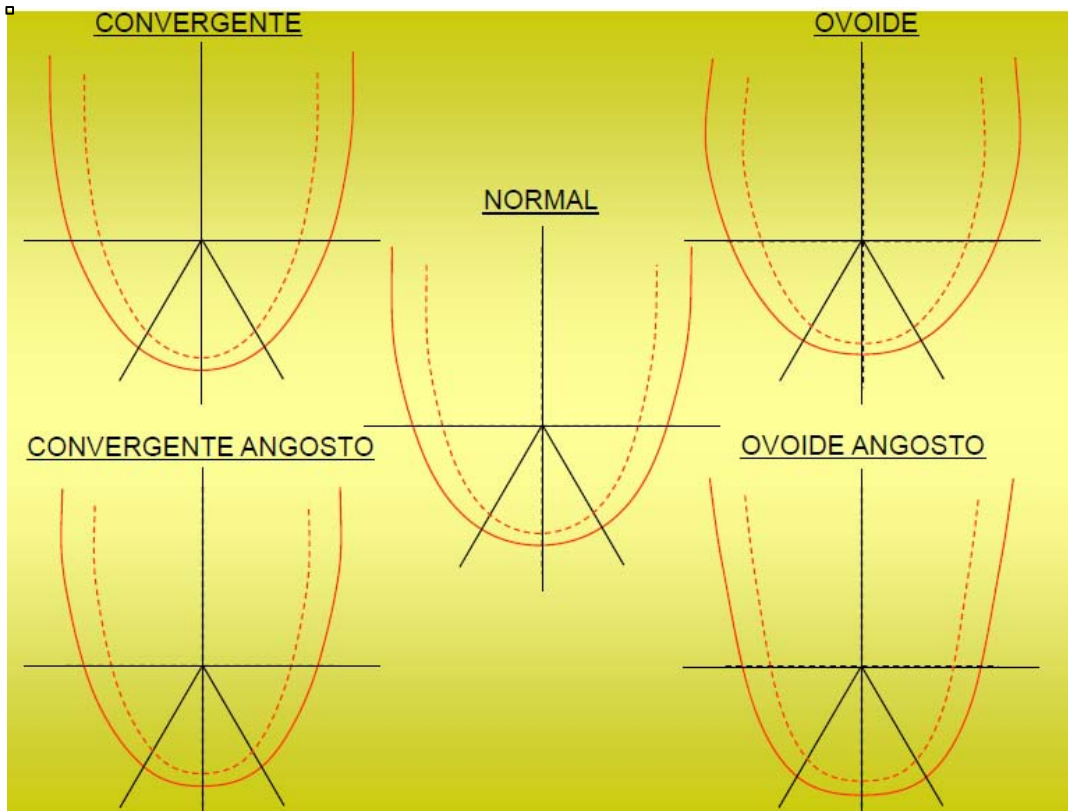


Fig. 4 Arcos pentamórficos adaptados de Rocky Mountain®. RIVERA NR

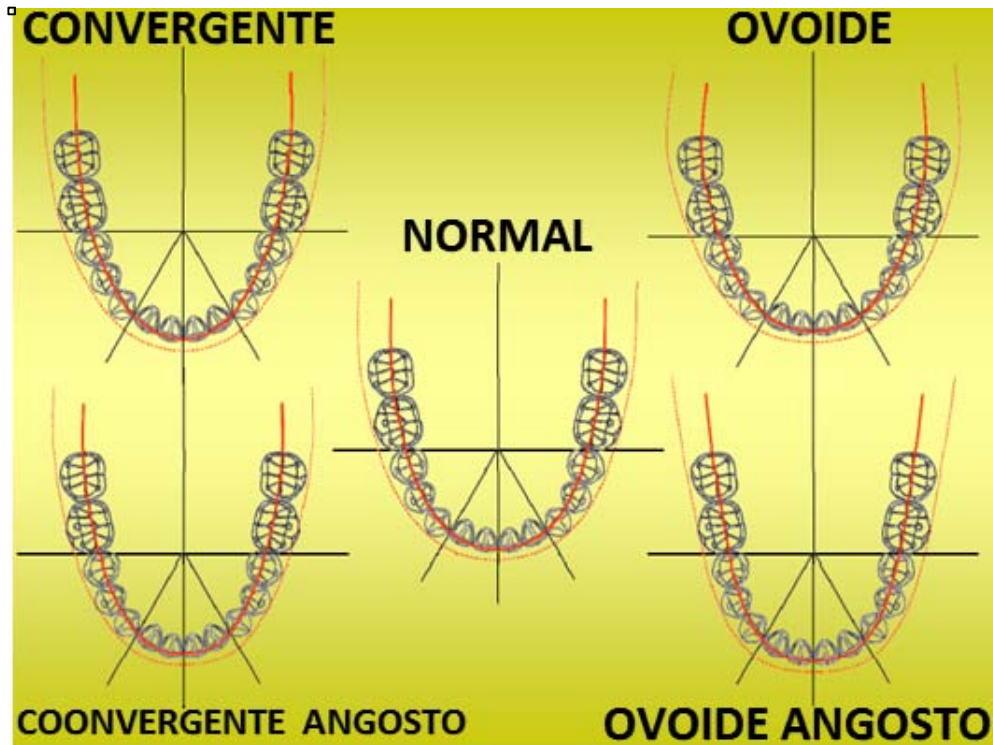


Fig. 5 Arcos pentamórficos adaptados de Rocky Mountain® comparados con arcos dentales. RIVERA NR

Diseño del arco por computadora de Rocky Mountain®

La fórmula computarizada derivada del Sistema de Datos de Rocky Mountain® se basa en las mediciones tomadas del ancho intermolar, ancho intercuspídeo, y la profundidad del arco medida desde la superficie facial del incisivo a la superficie distal del molar terminal. Esto permite programar a la computadora con coordenadas cartesianas que son necesarias para una fórmula computarizada derivada de dos dimensiones. El biotipo facial también se considera en este arco computarizado¹⁵.

White¹⁶ llevó a cabo un estudio para verificar cómo una colección de arcos ideales no tratados se ajustaba a las formas de arco predeterminadas de las

fórmulas más frecuentes y para llegar a conclusiones, si es posible, sobre cómo razonablemente, las formas de arco ideales se pueden derivar para los pacientes individuales. Los resultados mostraron que el 8% de los diseños Bonwill Hawley podrían ser considerados con buen ajuste mientras que el 52% tenían un ajuste pobre. Los diseños de Brader también mostraron una tasa baja del 12,5% de arcos con buen ajuste y el 43% para los de ajuste deficiente. Los diseños de curva catenaria tenían mejores ajustes que los dos anteriores (27%) y 27% de ajuste pobre. Los diseños de arco derivados de los sistemas de datos de Rocky Mountain® mostraron que el 8% tenían buen ajuste y el 92% presentaban ajustes moderadamente buenos.

El estudio concluyó que ninguna forma de arco generalizada y universal parece ser aplicable, ya que se demostró que la forma del arco es la expresión única de desarrollo individual.

Forma de arco Roth Tru

Desarrollado biológica y clínicamente a partir de amplias curvas observadas en los pacientes tratados con la mecánica Cetlin de aparatos funcionales como el Regulador de Fränkel, que se conocen como "*naturales o no ortodóncicos*". Roth reporta que el arco Roth Tru®¹⁷ se basa en una extensa prueba clínica y registros de los patrones de movimiento de la mandíbula en pacientes tratados, sin retención, y que han permanecido estables. Esta forma de arco es básicamente ancha por unos pocos milímetros, principalmente en la zona premolar, en comparación con los arcos *normales* de Andrews y coincidió exactamente al

superponerse a las formas de arco pentamórfico de Ricketts (Fig. 6). Esta forma de arco sobre corrige la anchura del arco ligeramente: La sobre corrección en los 3 planos del espacio es un objetivo final en la mecánica fija de Roth.



Fig. 6 Arco Roth Tru®: www.urjd.com

Andreiko¹⁸ afirmó que la forma de la mandíbula debe dictar la forma de arco, con los dientes teóricamente alineados y contenidos dentro de los límites del hueso mandibular. Las formas de arco se derivan de la anatomía esquelética y dental, y por lo tanto están diseñados para estar más cerca de un ideal anatómico que de un ideal matemático.

Las formas previas de arcos de alambre tenían su base en el concepto de una forma de arco ideal, aunque probablemente no se le dio suficiente consideración en el diseño a la anatomía. El atractivo del nuevo enfoque incluye lo siguiente:

- Las formas de arco se derivan de la anatomía esquelética y dental, y por lo tanto están diseñados para estar más próximos a un ideal anatómico que a un ideal matemático.

- Se simplifica el tratamiento individualizado.

Esto funciona mediante el escaneo de los modelos de los pacientes a una resolución de 50 micras o 0,002 pulgadas. Con una interfaz de control tridimensional, el clínico tiene la capacidad de especificar exactamente cómo se orienta cada diente a medida que se mueve a la posición deseada y puede diseñar la forma de arco como se desee, dentro de los parámetros de los límites escaneados de las corticales bucales y linguales.

Una vez que se finaliza el diseño oclusal personalizado del paciente, los datos del set up se extraen por máquinas CAD-CAM (diseño asistido por computadora- fabricación asistida por computadora) para cortar cada bracket a las especificaciones individuales de cada paciente y los arcos de alambre también se fabrican de acuerdo a las especificaciones establecidas por el clínico.

Mapeo láser

Otro concepto interesante desarrollado por Tecnologías Syrinx, Texas (1976) es colocar brackets en los dientes, seguido de un mapeo láser para establecer la forma del arco, y transferir los datos tridimensionales a una computadora para su almacenamiento y uso. Después de que el clínico decide la posición en que los dientes irán en el "arco de alambre diseñado a través de un ordenador", puede fabricar un arco de alambre diseñado de forma individual para conseguir los movimientos deseados. La elaboración del arco de alambre a través de la tecnología CAD-CAM y el uso de brackets personalizados para cada diente,

son el siguiente paso en la simplificación de procedimientos clínicos mediante el aprovechamiento de los aparatos pre ajustados.

Diseños básicos de arcos preformados

Bennett, McLaughlin y Trevisi propusieron las siguientes formas:

Forma de arco convergente

Esta forma de arco tiene la anchura intercanina más estrecha, y es útil al principio del tratamiento, para los pacientes con formas de arco convergentes y angostas, especialmente en los casos con recesión gingival en las regiones de caninos y premolares (Fig. 7).¹⁹ Además, es útil en los casos sometidos a tratamientos de arco único.

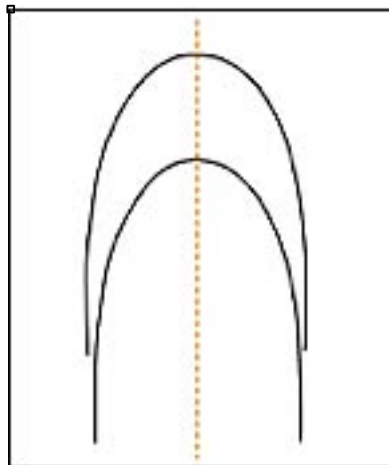


Fig. 7 Arco convergente OrthoForm™ I modificado (3M, UNITEK):
https://e-kjo.org/ViewImage.php?Type=F&aid=533346&id=F2&afn=1123_KJOD_42_1_47&fn=kjod-42-47-g002_1123KJOD

Forma de arco cuadrada

Esta forma de arco se indica desde el inicio del tratamiento en los casos con amplios arcos. También es útil, al menos en fases iniciales del tratamiento, para los casos que requieren enderezamiento bucal de los segmentos posteriores inferiores y la expansión de la arcada superior. La forma del arco cuadrado es útil para mantener la expansión en la parte superior del arco después de una rápida expansión (Fig. 8).

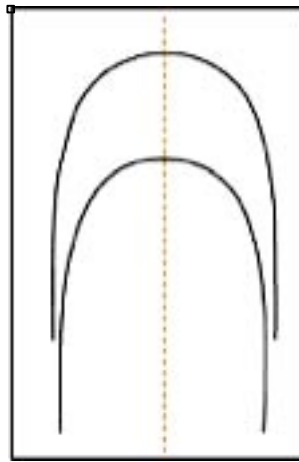


Fig. 8 Arco cuadrado OrthoForm™ II (3M, UNITEK):

https://e-kjo.org/ViewImage.php?Type=F&aid=533346&id=F2&afn=1123_KJOD_42_1_47&fn=kjod-42-47-g002_1123KJOD

Forma de arco ovoide

Es la forma de arco más elegida que brinda en la mayoría de los casos una buena estabilidad, y cantidades mínimas de relapso después del tratamiento (Fig. 9). Sin embargo, la investigación reciente indica que se deben utilizar un mayor número de formas de arco convergentes. Cuando se superponen, las tres formas varían principalmente en la anchura intercanina y en la anchura a nivel de

los primeros premolares, dando un rango de aproximadamente 6 mm en este área.

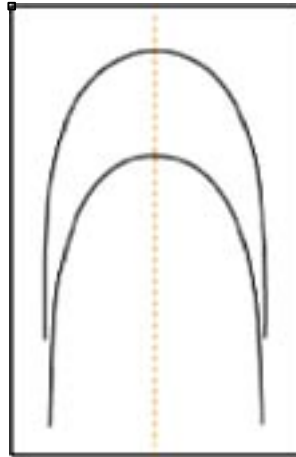


Fig. 9 Arco ovoide OrthoForm™ III (3M, UNITEK):

https://e-kjo.org/ViewImage.php?Type=F&aid=533346&id=F2&afn=1123_KJOD_42_1_47&fn=kjod-42-47-g002_1123KJOD

Las dimensiones del arco y cambios producto del crecimiento

De La Cruz²⁰ y colaboradores determinaron que se producen considerables variaciones individuales en las formas del arco con el crecimiento normal, con una tendencia general hacia un aumento en la anchura intermolar durante el recambio dental. Por tanto, es necesario distinguir los cambios inducidos por el tratamiento de aquellos que ocurren por el crecimiento natural.

Ellos llegaron a la conclusión de que la forma del arco tiende a volver a la forma que presentaba antes del tratamiento después de la retención, sugiriendo que la forma del arco del paciente, previo al tratamiento, parecía ser la mejor guía para la futura estabilidad.

El estudio de Mcnamara y Howe

Howe y colaboradores²¹ llevaron a cabo un estudio en modelos dentales, en el cual los arcos dentarios de pacientes con apiñamiento severo, fueron comparados con los arcos dentarios de pacientes sin apiñamiento. Ellos estudiaron cincuenta casos de una muestra de pacientes de su práctica privada, que tenían apiñamientos severos. Este grupo de modelos dentarios fue comparado con los modelos de 54 individuos del Estudio de Crecimiento de Alumnos de Instrucción Primaria Secundaria de la Universidad de Michigan (Moyers y colaboradores²²) que presentaron ya sea oclusiones ideales u oclusiones con irregularidades menores. Se evaluaron las dimensiones tanto esqueléticas como dentales.

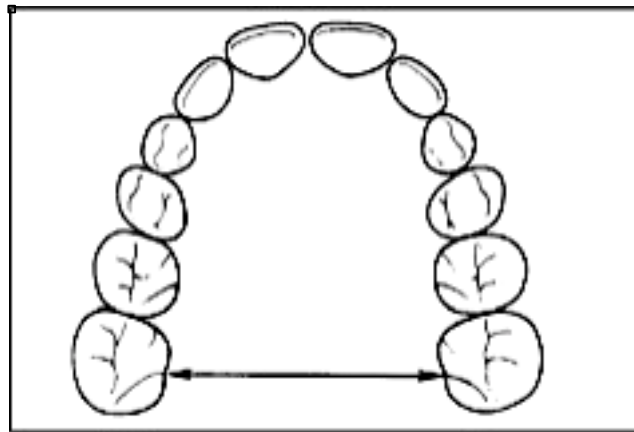


Fig. 10 Dimensión transpalatina maxilar, medida en la intersección del surco lingual con el margen gingival.

Howe, R.P., J.A. McNamara, Jr., y K.A. O'Connor. An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension.

Evaluación del ancho de los arcos.

Ancho del Arco. Los promedios del ancho de los arcos, medidos entre los puntos linguales de los dientes contralaterales, pueden ser encontrados en la Tabla 1. En los casos de varones sin apiñamiento dentario, la distancia promedio entre los primeros molares superiores (Fig. 10) medida en los puntos de intersección del surco lingual con el margen gingival fue de 37.4 mm (± 1.7 mm), un valor que puede ser comparado a la medida similar de los casos con apiñamiento, en la que se encontró una dimensión de 31.1 mm (± 4.1 mm). Nótese que el ancho intermolar en los casos de apiñamiento fue aproximadamente 6 mm menor que en los casos sin apiñamiento y también que hay una mayor desviación estándar en los individuos con apiñamiento. Asimismo, se encuentran medidas similares aunque ligeramente menores en la muestra femenina.

Grupo	Región	Hombres				Mujeres			
		N	Promedio	DE	Sig.	N	Promedio	DE	Sig.
<i>Maxilares</i>									
N	Canino	24	26,4	1,38		30	25,1	2,07	
A		18	24,6	3,83	NS	32	23,5	3,27	*
N	Primer Premolar	24	28,9	1,26		30	27,7	1,73	
A		18	23,5	2,91	**	32	22,8	1,79	**
N	Segundo Premolar	24	34,1	1,80		30	32,9	1,48	
A		18	27,7	3,22	**	32	27,0	2,63	**
N	Primer Molar	24	37,4	1,67		30	36,2	1,92	
A		18	31,1	4,11	**	32	30,8	2,40	**
<i>Mandibulares</i>									
N	Canino	24	20,1	1,45		30	19,3	1,39	
A		18	19,4	2,24	NS	32	18,2	1,87	**
N	Primer Premolar	24	26,7	1,43		30	25,6	1,54	
A		18	23,3	1,82	**	32	22,4	1,96	**
N	Segundo Premolar	24	30,6	1,57		30	29,6	1,63	
A		18	26,8	2,22	**	32	25,5	2,46	**
N	Primer Molar	24	34,1	1,78		30	32,8	1,58	
A		18	31,8	2,67	**	32	29,1	2,75	**
N = No apiñados		NS = No significativo estadísticamente							
A = Apiñados		** = p < 0,01 * = p < 0,05							

Tabla 1. Dimensiones de los arcos en mm
 Howe, R.P., J.A. McNamara, Jr., y K.A. O'Connor. An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension.

Índice de Pont

El índice de Pont fue establecido por Pont en 1909 y es un índice que predice la anchura de las arcadas dentales utilizando la suma mesiodistal de los incisivos maxilares y a través de fórmulas indica cuanto espacio se requiere para alinear los dientes, comparándolo con el espacio disponible que tiene el paciente, indicando la falta de espacio y la cuantificación del mismo, conociendo estos datos se establece un diagnóstico y la terapéutica a seguir.²³

De acuerdo con Pont y Linder-Hart en una arcada dental ideal la suma de los diámetros mesiodistales de los incisivos maxilares se multiplica por 100 y después se divide entre 85 para determinar la anchura transversal en la región premolar y entre 65 en la región molar. Pont obtuvo sus datos de una población francesa sin conocer el dato de número de sujetos de su muestra. Por lo tanto, la fiabilidad de su índice debería ser estudiada en otras poblaciones.²⁴

En el índice de Pont se mide lo siguiente:²⁵ Suma de los incisivos superiores (Slu), anchura transversal anterior de la arcada dentaria o región premolar, anchura transversal posterior de la arcada dentaria o región molar.

Slu: Es el punto de partida para realizar el índice de Pont. Se determina la anchura mesiodistal máxima de cada uno de los incisivos superiores y luego se suman los valores obtenidos (Fig. 11).

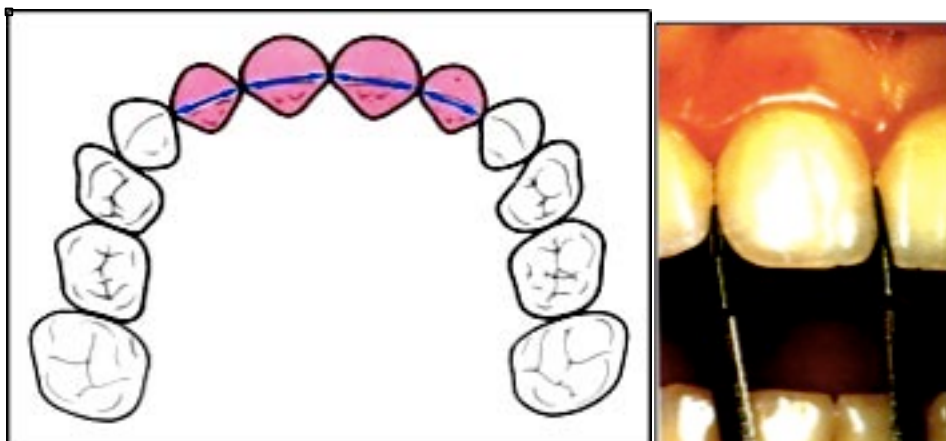


Fig. 11 Suma de los incisivos superiores.
Rakosi, Thomas, Jonas, Irntrud. Atlas de ortopedia maxilar:
Diagnóstico. Ediciones Científicas y Técnicas, SA. Barcelona, España.
1992. Pág. 208

Anchura transversal de la arcada dentaria: El valor teórico de la longitud transversal de la arcada dentaria a nivel de los premolares y molares depende de la anchura mesiodistal de los cuatro incisivos superiores (Slu) (Pont, Linder, Harth). La comparación del valor de la fórmula de Pont con el valor real medido directamente en modelos de yeso del paciente, muestra las discrepancias, es decir, los casos de colapso excesivo de la arcada dentaria.²⁶

Los puntos de medida se seleccionan en el maxilar y en la mandíbula de forma que queden en contacto durante la oclusión, en caso de dentición anatómicamente correcta.

Definición de los puntos de medida (Fig. 12):

Anchura transversal anterior superior = Punto más profundo de la fisura transversal del primer premolar.

Anchura transversal posterior superior = Punto donde interseca la fisura transversal con la fisura vestibular del primer molar.

Anchura transversal anterior inferior = Punto de contacto vestibular entre el primero y segundo premolar.

Anchura transversal posterior inferior = Cúspide vestibular media del primer molar inferior.

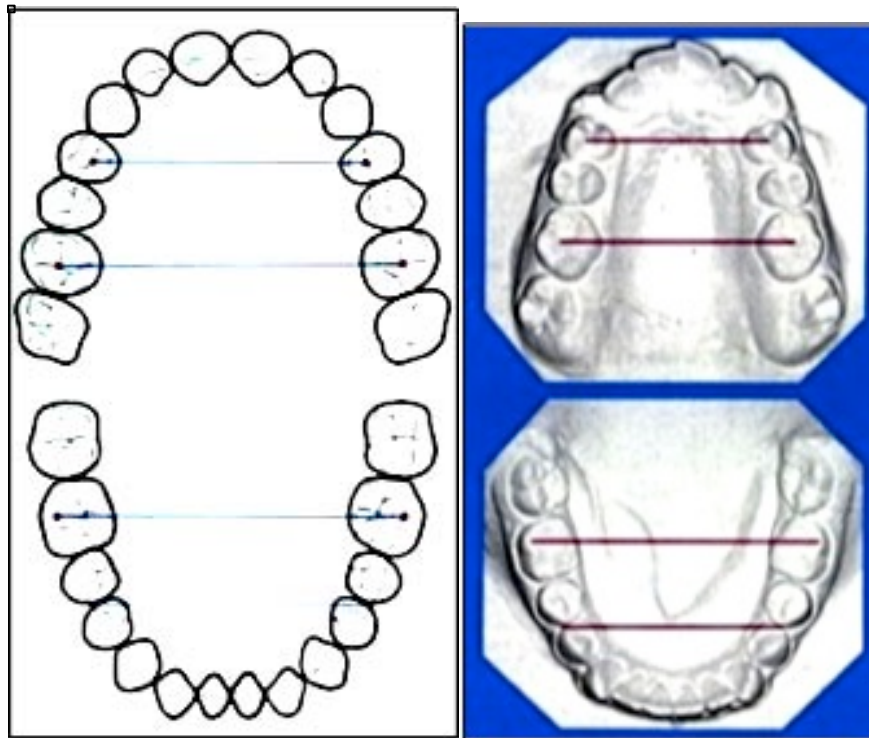


Fig. 12 Anchura anterior y posterior de la arcada dental
 Rakosi, Thomas, Jonas, Irmtrud. Atlas de ortopedia maxilar:
 Diagnóstico. Ediciones Científicas y Técnicas, SA. Barcelona, España.
 1992. Pág. 209

Una vez establecida la suma incisiva, se busca la anchura anterior y posterior que debería tener el paciente en la siguiente tabla o bien a través de la formula antes mencionada.

Slu (mm)	Anchura anterior de la arcada dental	Anchura posterior de la arcada dental
27	33.5	42.5
27.5		
28	35	44
28.5		
29	36	45.3
29.5		
30	37.5	46.9
30.5		

31	39	48.2
31.5		
32	40	50
32.5		
33	41	51.5
33.5		
34	43	53
34.5		
35	44	54.5
35.5		
36	45	56.3

Tabla 2. Correlación entre la suma de los incisivos superiores y la anchura de la arcada dental
Rakosi, Thomas, Jonas, Irmtrud. Atlas de ortopedia maxilar: Diagnóstico. Ediciones Científicas y Técnicas, SA. Barcelona, España. 1992. Pág. 210

Actualmente hay datos que revelan que la herencia juega un papel importante en el tamaño de los maxilares y los dientes,²⁷ la armonía entre el ancho del maxilar y el tamaño de los dientes se determina según la variación genética y la raza o grupo étnico que se esté valorando.²⁸

Índice de Korkhaus

El profesor G. Korkhaus (Universidad de Bonn), propuso la Longitud de Arco Anterior Superior (Lo) que es la apotema que se dirige desde la cara labial de los incisivos centrales superiores hasta la línea de unión de la distancia interpremolar superior (utilizando la propuesta por Pont) (Fig. 13).²⁹

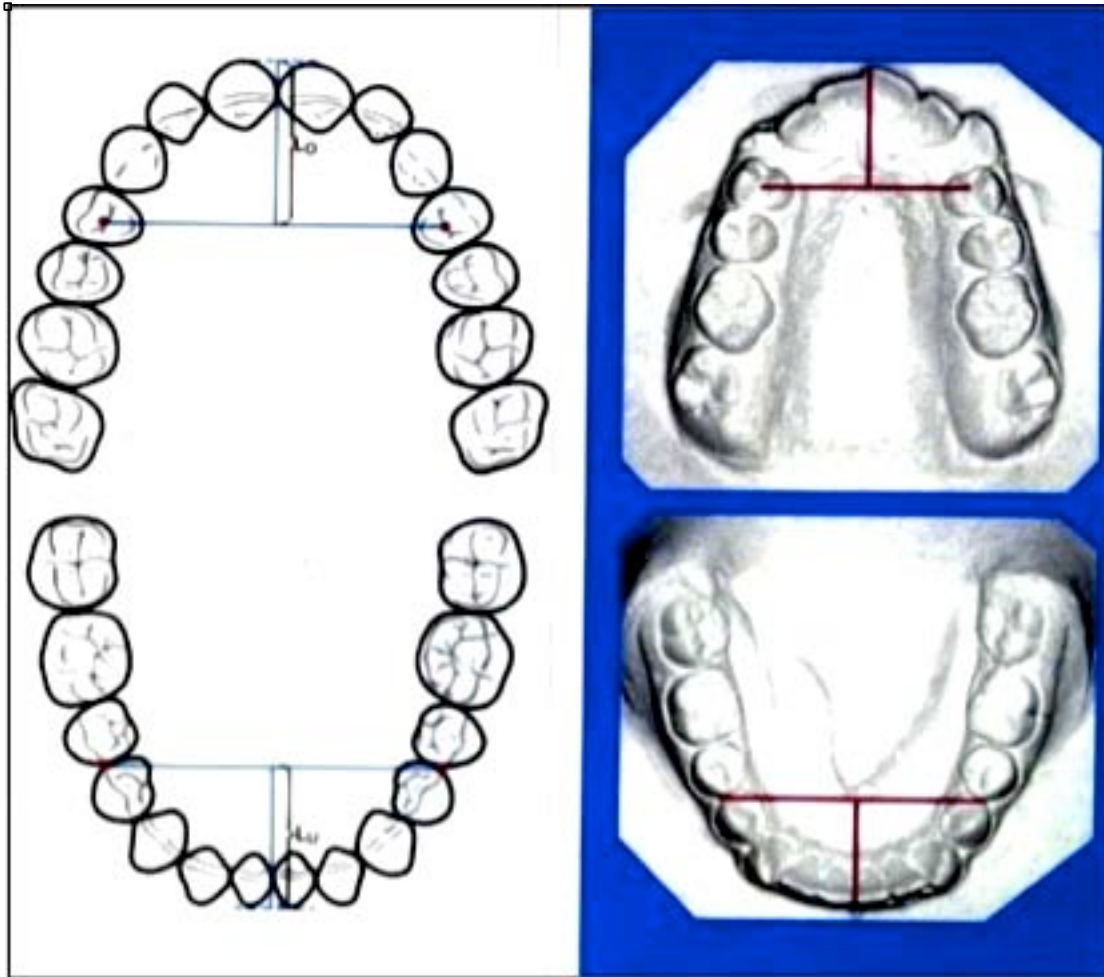


Fig. 13 Medición de la longitud anterior de la arada
 Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas; 1992. p. 211.

Para calcular la Longitud del Arco Anterior Inferior (L_u), se resta a L_o 2 mm, que es el espesor del borde incisal superior u el Overjet normal. La Longitud del Arco Anterior Inferior (Fig. 14) se define como la apotema que se dirige desde la cara labial de los incisivos centrales inferiores inferior (utilizando la propuesta por Pont, hasta la línea de unión de la distancia interpremolar inferior (utilizando la propuesta por Pont.

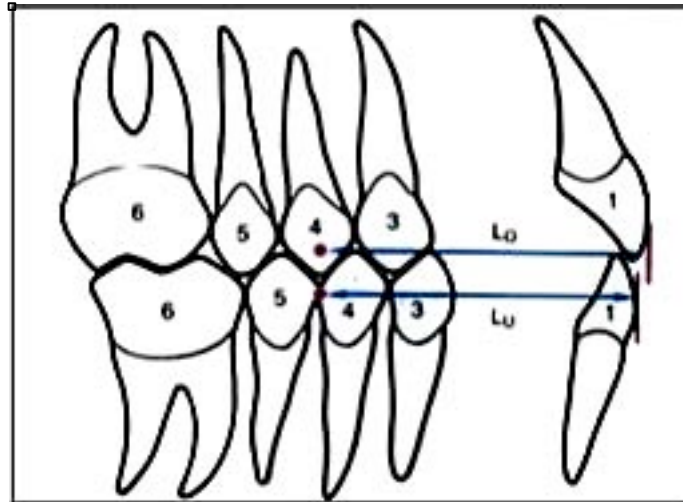


Fig. 14 Correlación entre la longitud anterior de la arcada dental del maxilar y la mandíbula
Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas; 1992. p. 211.

El profesor G. Korkhaus para facilitar la obtención de medidas directas y agilizar más el estudio sobre estas investigaciones patentó un instrumento manual llamado Compás Tridimensional, también elaboró un disco de medidas llamado Ortómetro en el que se puede ubicar rápidamente las medidas correspondientes a las sumas de los incisivos, distancia interpremolar, distancia intermolar, longitud del arco superior.

A través de la suma de incisivos superiores (Slu) propuso una tabla para determinar la Longitud Anterior del Arco Superior (Lu):

Slu	27	27.5	28	28.5	29	29.5	30	30.5	31	31.5
Lu	16	16.3	16.5	16.8	17	17.3	17.5	17.8	18	18.3

Slu	32	32.5	33	33.5	34	34.5	35	35.5	36
Lu	18.5	18.8	19	19.3	19.5	19.8	20	20.5	21

Tabla 3. Correlación entre la suma de los incisivos superiores y la longitud anterior de la arcada dental del maxilar.
 Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas; 1992. p. 211.

Syllabus. Rocky Mountain® de Ricketts³⁰

https://www.rmortho.com/wp-content/themes/rmo/rmods/rmods_syllabus.pdf

El breviarío publicado por RMO® en internet establece los siguientes lineamientos relativos a los análisis del arco dentario humano consignados a continuación:

...Análisis del arco

Esta sección se compone de una visión general del proceso en el que la computadora modifica el pronóstico de crecimiento sin tratamiento para producir el VTO. Con el objetivo de obtener una predicción realista, la computadora toma en consideración:

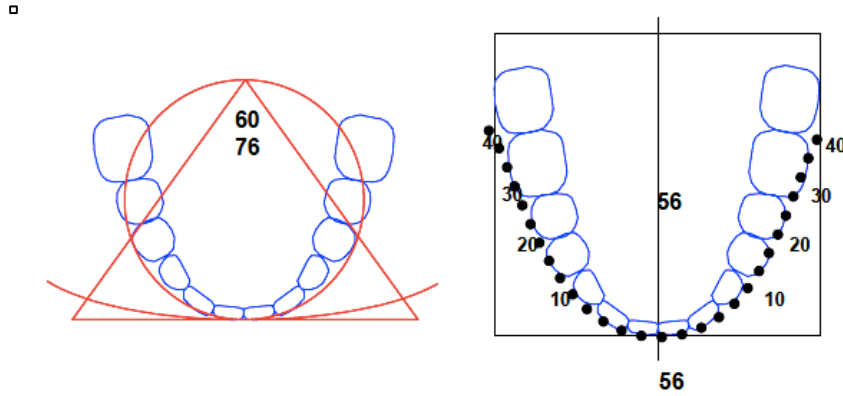
1. *Discrepancia de la longitud de arco relacionada con la curva catenaria*
2. *Radiografía frontal*
3. *La edad del paciente*
4. *Tipo Facial*
5. *Limitaciones de tratamiento*
6. *Tejidos blandos*
7. *El crecimiento a largo plazo*
8. *El crecimiento anormal*
9. *La edad esquelética y biológica*
10. *La estatura del paciente*
11. *Género del paciente*

Consideraciones computacionales del arco inferior

A lo largo de la historia se han propuesto varias familias de curvas para describir las formas de arco inferior de casi todos los pacientes. Dos de las más conocidas son el arco Brader y el arco Bonwill-Hawley. En algunos casos estas formas de arco se ajustan adecuadamente a los arcos de pacientes, pero en otros casos no corresponden a las dimensiones de los arcos del paciente. Existen varias razones para estos resultados inconsistentes que ameritan discusión.

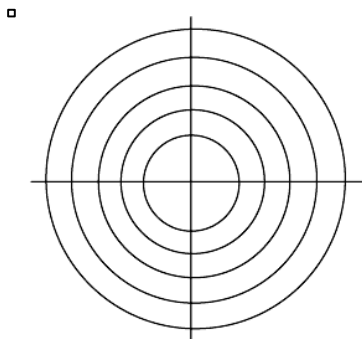
La mayoría de los tipos de arco se basan en una curva de un solo parámetro. Una curva bidimensional de un parámetro es una línea curva cuya ecuación se puede escribir en una forma en la que la

variable dependiente, “y”, es una función variable, y, “x”, una constante.
 Esta constante es llamada parámetro.



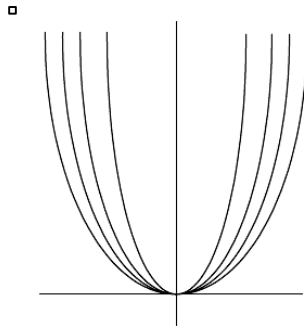
Ejemplo de algunas curvas de un parámetro son las siguientes:

$X^2 + Y^2 = r^2$ o ($Y = a$ la raíz cuadrada de $(r^2 - X^2)$). Todos estos círculos tienen su centro en el origen del sistema Cartesiano. La única diferencia entre los círculos es el tamaño total. El parámetro “r” es la medida que determina el radio del círculo.



Otro ejemplo de curvas catenarias de un parámetro son las parábolas, $y=ax^2$. Todas las parábolas tienen su punto más inferior en

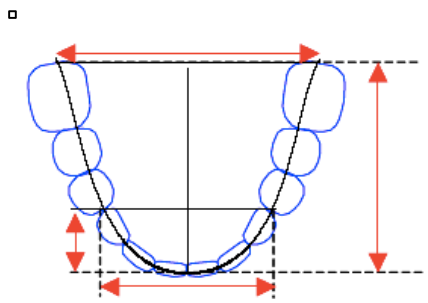
$y=0$. Ambos extremos de cada curva se extiende hasta $y=\text{infinito}$. Por lo tanto, todas las parábolas tienen el mismo tamaño, pero diferente forma. Por lo tanto, “a” es un parámetro de forma.



El arco dental humano varía en tamaño y forma. Por lo tanto, no se puede adecuar sólo una familia de curvas para describir todas las formas de arco. Por esta razón, el análisis por computadora utiliza una curva de dos parámetros.

$$Y = a/2 (e^{bx} + e^{-bx})$$

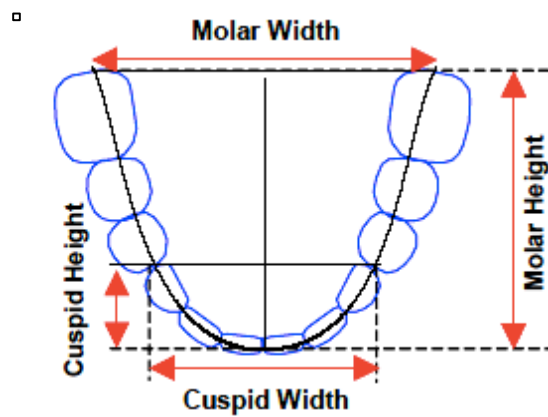
La computadora analiza la vista oclusal del arco inferior previo al tratamiento con el fin de definir una curva que mejor represente la forma del arco. La familia de curvas utilizada por la computadora es el conjunto de curvas catenarias de dos parámetros $Y = a/2 (e^{bx} + e^{-bx})$. Se muestra un ejemplo a continuación. Desafortunadamente, a diferencia de las curvas anteriores, no hay un control estricto de los parámetros de forma y tamaño. La curva catenaria de dos parámetros ha sido hallada para proveer un adecuado ajuste a todos los arcos virtuales inferiores.



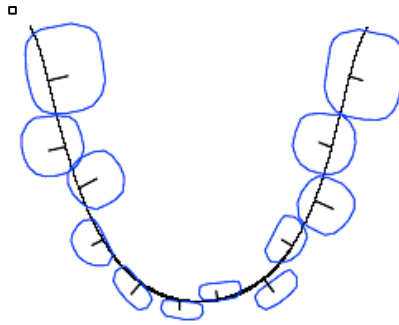
La computadora encuentra una catenaria apropiada de la siguiente manera:

Se localizan cinco puntos “CAT” en el arco. Estos puntos son los puntos distales de cada molar, los puntos distales de cada canino, y el punto de intersección de los dos centrales (o el punto intermedio entre ambos).

Una curva catenaria única es determinada por estas medidas. Esta curva es el punto de partida para los cálculos que realiza la computadora.



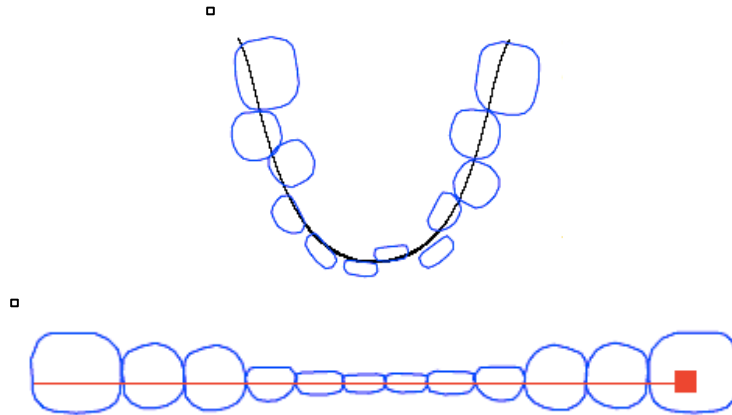
Se ubica el centro de cada diente y se calcula la distancia del centro a la curva. Estas distancias se suman.



Se seleccionan curvas catenarias alternadas, con ecuaciones similares a la curva inicial. Se calculan las distancias de los dientes a las curvas. La curva para la cual, la suma de las distancias de los dientes a la curva es mínima, será la nueva curva catenaria que dará una mejor adaptación.

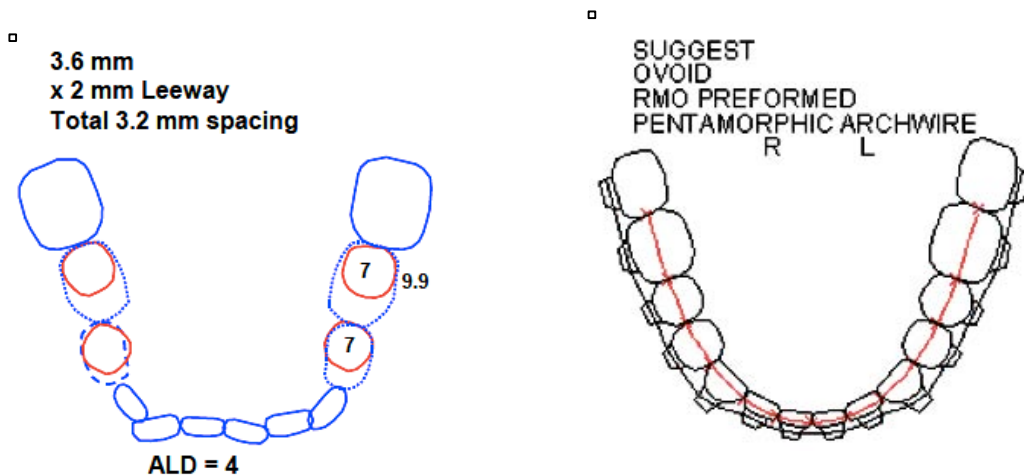
Se checa la simetría del arco. Si el arco es asimétrico, se seleccionan dos curvas que se adapten bien, una para el lado izquierdo del arco y otra para el lado derecho.

Una vez que se selecciona la ecuación de la catenaria adecuada para el arco inferior no tratado, se calcula la longitud del segmento de la curva entre los bordes distales del primer molar de cada lado.



Después de esto se calcula y se suma la anchura mesiodistal de cada diente desde el primer molar hasta el primar molar alrededor del arco inferior. La diferencia entre la longitud de la curva y la suma de las anchuras de los dientes es la discrepancia de la longitud del arco (DLA).

En los casos de dentición mixta, el cálculo de la DLA a través de la computadora es más complicado debido a que se debe de considerar el leeway space. Existen numerosos estudios que han sido desarrollados prediciendo el tamaño de los dientes permanentes no erupcionados tomando de base los dientes permanentes presentes en la boca del paciente. Se ha demostrado que se deben utilizar diferentes fórmulas predictivas para cada grupo racial. La computadora RMODS es capaz de calcular con bastante precisión el leeway space en base a los casos. Una vez que se calcula el leeway space, la DLA efectiva puede ser hallada a través de la ecuación: $DLA \text{ efectiva} = DLA + \text{Leeway space}$



Una vez que se calcula el DLA efectivo, la computadora utilizará la longitud del arco y el trazado frontal para determinar la necesidad de expandir el arco.

Después de que la computadora determina la expansión requerida, las posiciones del incisivo inferior y del molar inferior a partir del VTO, y calcula los cinco puntos CAT que representan las nuevas formas del arco. Se establece una nueva curva catenaria a través de los puntos CAT. Los dientes permanentes inferiores se alinean sin superposiciones a lo largo del arco. El dibujo resultante es el VTO del arco inferior.....

Análisis de Moyers

Es el método predictivo más conocido para la demanda de espacio de los caninos y premolares permanentes que aún no erupciones, propuesto en 1973, se realiza de la siguiente forma³¹:

1. Se suma la anchura mesiodistal de los incisivos inferiores (Slu).
2. Si existe apiñamiento de los incisivos, se determina la suma de la anchura de los incisivos de cada hemiarcada con la ayuda de un instrumento de medida, a partir del punto de contacto de los incisivos centrales inferiores (Fig. 15).

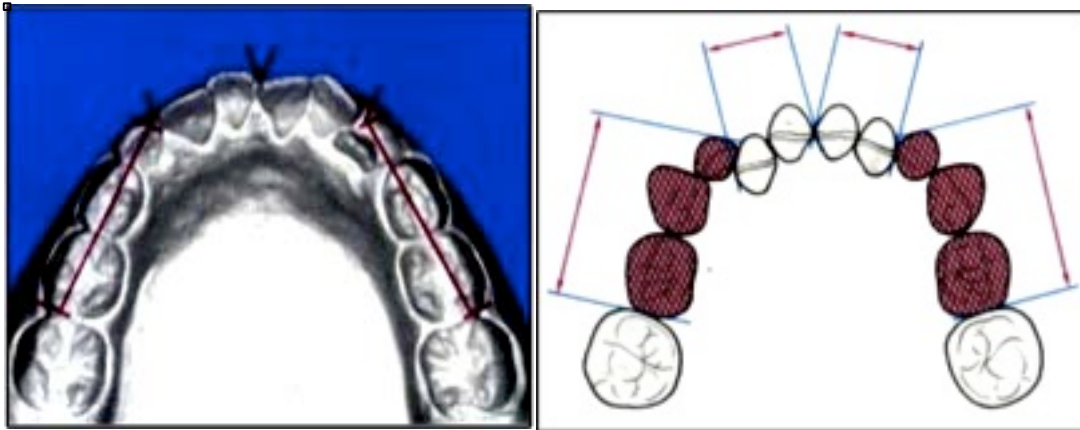


Fig. 15 Determinación de la zona de apoyo en caso de apiñamiento de los incisivos.

Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas; 1992. p. 220.

3. Se mide la distancia entre la marca que debemos realizar en el canino en caso de apiñamiento y la cara mesial del primer molar (espacio disponible).
4. Se busca en la tabla predictiva la anchura de los incisivos inferiores para valorar la necesidad de espacio de los caninos y premolares permanentes

(Tabla 4).

5. La diferencia entre el espacio disponible y el requerido se indica en milímetros, en los casos que falte espacio se indica con signo negativo y en donde tengamos espacio de reserva con signo positivo.
6. Para el maxilar se repiten los pasos 2 al 5.

345 Límites de tolerancia - 75 %																
SI _U	19,5	20,0	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
Moyers	20,1	20,4	20,7	21,0	21,3	21,6	21,9	22,2	22,5	22,8	23,1	23,4	23,7	24,0	24,3	24,6
Droschl	♂ 20,8	21,0	21,2	21,4	21,6	21,8	22,0	22,3	22,5	22,7	22,9	23,1	23,3	23,5	23,7	23,9
	♀ 20,0	20,3	20,6	20,8	21,1	21,4	21,6	21,9	22,2	22,4	22,7	23,0	23,2	23,5	23,7	24,0

345 Límites de tolerancia - 75 %																
SI _U	19,5	20,0	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
Moyers	20,6	20,9	21,2	21,5	21,8	22,0	22,3	22,6	22,9	23,1	23,4	23,7	24,0	24,2	24,5	24,8
Droschl	♂ 21,3	21,5	21,7	21,9	22,0	22,2	22,4	22,6	22,7	22,9	23,1	23,3	23,4	23,6	23,8	24,0
	♀ 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	23,7	

Tabla 4. Tabla predictiva de la correlación estadística.
 Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas; 1992. p. 220.

MATERIAL Y MÉTODO

De un universo de 425 registros, en el estudio participaron 82 sujetos, 58 de sexo femenino y 24 de sexo masculino, considerando los siguientes criterios de inclusión:

- 1) Dentición permanente.
- 2) Sin apiñamiento dental o menor a 1mm.

3) Ausencia de discapacidades esqueléticas y, o neurofuncionales.

4) Mexicanos

Considerando que el grado de distorsión de una copia fotostática de contacto, colocando el aspecto oclusal del modelo en contacto directo con la superficie de la copiadora, es despreciable para efectos ortodóncicos, se escanearon los arcos dentarios de los modelos correspondientes al arco maxilar utilizando como testigo una regla de 10 cm al lado de cada uno; los gráficos obtenidos en archivo informático con extensión JPEG, se verificaron en Microsoft® PowerPoint: Mac® 2011 para ser manejados y medidos. Una vez calibradas las imágenes mediante la regla testigo, se asignaron acotaciones denominadas **puntos cat**, en las siguientes referencias:

CI (cat incisivo). Punto de contacto entre incisivos centrales superiores.

CR (cat canino derecho). Punto de contacto entre canino superior derecho y primer premolar superior derecho.

CL (cat canino izquierdo). Punto de contacto entre canino superior izquierdo y primer premolar superior izquierdo.

CMR (cat molar derecho). Intersección de la fisura palatina del primer molar superior derecho con el contorno del diente.

CML (cat molar izquierdo). Intersección de la fisura palatina del primer molar superior izquierdo con el contorno del diente.

Enseguida, dentro del ambiente de *Power Point*[®] se rotó cada imagen hasta ajustar la línea intermolar (CMR-CML) de modo horizontal con la ayuda del comando *cuadrícula y guías*, integrado al programa, y se centró la figura con base

en la línea palatina media. Una vez ajustada la imagen de cada modelo dental, se procedió a la superposición del *vector* HexP (Fig. 16) escalando el hexagrama hasta hacer coincidir los puntos CMR y CML de la estrella con aquellos de la imagen dental.

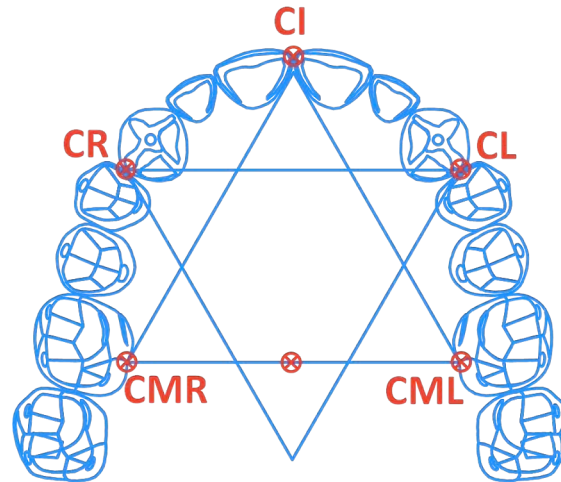


Fig. 16 Modelo de Hexagrama Poligonal. Rivera NR (Trabajo en proceso de publicación).

El ancho intermolar fue medido en la intersección del surco lingual con el margen gingival de los primeros molares superiores permanentes contralaterales ajustando a esta medida un modelo de hexagrama a través del cual se obtuvo la medida intermolar, así como la medición de las discrepancias de los puntos CR o CL en el eje X y en el eje Y con los vértices del hexagrama superior derecho e izquierdo respectivamente. Finalmente se midió la discrepancia lineal del punto CI con el vértice superior central del hexagrama.

Utilizando el programa Analyst STATS™ 2.0 se calcularon a través de la diferencia de dos medias independientes el valor de t y la probabilidad de diferencia significativa de los resultados de la muestra. Posteriormente con el uso de Microsoft® Excel: Mac 2011 se calculó la media y la desviación estándar de los resultados de la muestra.

RESULTADOS

La anchura intermolar presentó una media de 37,4 mm (DS. 2.3), la discrepancia CI presentó una media de 3,6 mm (DS. 3,0), la discrepancia CR en el eje X (horizontal) presentó una media de -0,6 mm (DS. 1.2), la discrepancia CR en el eje Y (vertical) presentó una media de 0.8 mm (DS. 1.6), la discrepancia CL en el eje X (horizontal) presentó una media de 1.1 mm (DS. 1.3), la discrepancia CL en el eje Y (vertical) presentó una media de 0.3 mm (DS. 1.5).

Metodología de trabajo

El propósito primario de este estudio consiste en cuantificar el ajuste de la imagen **HexP** en el arco dentario superior de una muestra ideal de sujetos mexicanos, con un grado de aproximación razonable (± 2 mm). Adicionalmente, con el propósito de enriquecer la información, se realizaron de modo adicional pruebas de T para comparar las discrepancias encontradas, entre los sujetos tratados con ortodoncia y los sujetos no ortodóncicos. En este rubro se esperan diferencias importantes entre ambos grupos.

Hipótesis nula:

Sujetos tratados con ortodoncia = sujetos no ortodóncicos

Hipótesis alterna:

Sujetos tratados con ortodoncia \neq sujetos no ortodóncicos

Análisis de los resultados

Al analizar la muestra según sexo y el antecedente de un tratamiento ortodóncico, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla I. Resultados del sexo masculino n: 24

	6-6	CI	CR-X	CR-Y	CL-X	CL-Y
\bar{x}	37.8	3.4	-0.3	0.7	1.0	0.1
DS.	2.4	3.4	1.5	1.6	1.4	1.4

Tabla II. Resultados del sexo femenino n: 58

	6-6	CI	CR-X	CR-Y	CL-X	CL-Y
\bar{x}	37.2	3.7	-0.7	0.8	1.2	0.4
DS.	2.3	2.8	1.1	1.6	1.2	1.6

Tabla III. Resultados de individuos con tratamiento de ortodoncia n: 25

	6-6	CI	CR-X	CR-Y	CL-X	CL-Y
\bar{x}	37.3	4.3	-1.0	1.0	1.5	0.6
DS.	2.5	2.8	1.4	1.5	1.2	1.7

Tabla IV. Resultados de individuos sin tratamiento de ortodoncia n: 57

	6-6	CI	CR-X	CR-Y	CL-X	CL-Y
\bar{x}	37.4	3.3	-0.4	0.7	0.9	0.2
DS.	2.3	3.1	1.0	1.6	1.2	1.5

Tabla V. Resultados de hombres con tratamiento de ortodoncia n: 7

	6-6	CI	CR-X	CR-Y	CL-X	CL-Y
\bar{x}	37.3	5.0	-0.8	1.4	2.1	0.5
DS.	1.6	1.6	1.6	0.8	0.7	0.9

Tabla VI. Resultados de hombres sin tratamiento de ortodoncia n: 17

	6-6	CI	CR-X	CR-Y	CL-X	CL-Y
\bar{x}	38.0	2.7	0	0.4	0.6	0.1
DS.	2.6	3.7	1.4	1.7	1.4	1.5

Tabla VII. Resultados de mujeres con tratamiento de ortodoncia n: 18

	6-6	CI	CR-X	CR-Y	CL-X	CL-Y
\bar{x}	37.4	4.1	-1.0	0.9	1.3	0.6
DS.	2.8	3.1	1.4	1.8	1.3	1.9

Tabla VIII. Resultados de mujeres sin tratamiento de ortodoncia n: 40

	6-6	CI	CR-X	CR-Y	CL-X	CL-Y
\bar{x}	37.1	3.6	-0.6	0.8	1.1	0.3
DS.	2.1	2.7	0.8	1.5	1.1	1.4

Al analizar la diferencia de dos medias independientes encontramos lo siguiente:

Tabla IX. Ancho intermolar

GRUPOS		Valor de t	Probabilidad de diferencia significativa %
Hombres	Mujeres	1.21	77.76
Con Ortodoncia	Sin Ortodoncia	0	0
Hombres con Ortodoncia	Hombres sin Ortodoncia	0.80	58.20
Mujeres con Ortodoncia	Mujeres sin Ortodoncia	0.20	22.60

Tabla X. Discrepancia CI (vertical)

GRUPOS		Valor de t	Probabilidad de diferencia significativa %
Hombres	Mujeres	0.38	31.08
Con Ortodoncia	Sin Ortodoncia	1.78	92.66
Hombres con Ortodoncia	Hombres sin Ortodoncia	2.12 *	96.68
Mujeres con Ortodoncia	Mujeres sin Ortodoncia	0.70	52.22

* $P \geq 0.05$

Tabla XI. Discrepancia CR X (horizontal)

GRUPOS		Valor de t	Probabilidad de diferencia significativa %
Hombres	Mujeres	1.20	77.38
Con Ortodoncia	Sin Ortodoncia	1,61	89.48
Hombres con Ortodoncia	Hombres sin Ortodoncia	1.15	75.40
Mujeres con Ortodoncia	Mujeres sin Ortodoncia	0.81	58.78

Tabla XII. Discrepancia CR Y (vertical)

GRUPOS		Valor de t	Probabilidad de diferencia significativa %
Hombres	Mujeres	0.31	25.10
Con Ortodoncia	Sin Ortodoncia	2.77**	99.46
Hombres con Ortodoncia	Hombres sin Ortodoncia	3.71**	99.99
Mujeres con Ortodoncia	Mujeres sin Ortodoncia	0.28	22.82

**P ≥ 0.01

Tabla XIII. Discrepancia CL X (horizontal)

GRUPOS		Valor de t	Probabilidad de diferencia significativa %
Hombres	Mujeres	0.26	21.28
Con Ortodoncia	Sin Ortodoncia	1.38	83.54
Hombres con Ortodoncia	Hombres sin Ortodoncia	1.76	92.32
Mujeres con Ortodoncia	Mujeres sin Ortodoncia	0	0

Tabla XIV. Discrepancia CL Y (vertical)

GRUPOS		Valor de t	Probabilidad de diferencia significativa %
Hombres	Mujeres	0.57	43.80
Con Ortodoncia	Sin Ortodoncia	0.81	58.78
Hombres con Ortodoncia	Hombres sin Ortodoncia	0.80	58.20
Mujeres con Ortodoncia	Mujeres sin Ortodoncia	0.39	31.08

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Evaluación del análisis de los arcos dentarios.

La forma y tamaño de los arcos

Ricketts³⁰ describe la forma del arco dentario humano como una catenaria biparamétrica, donde el parámetro “a” refiere la forma del arco mientras que el parámetro “b” consigna el tamaño del arco. La superposición de los estudios muestra la aproximación de los puntos cat con la imagen del hexagrama poligonal.

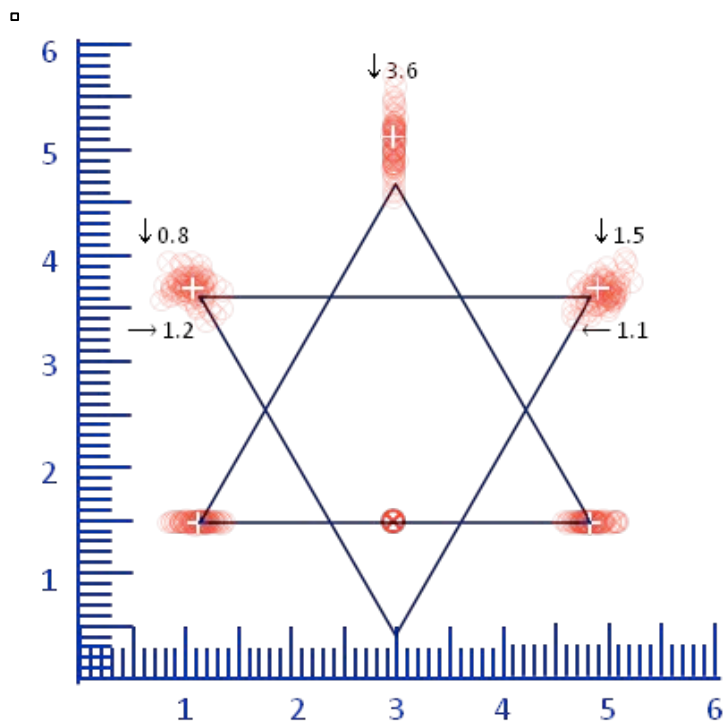


Fig. 17 Superposición de los 82 modelos, de los puntos cat CI, CR, CL y las referencias molares CMR y CML, tomando como referencia el punto central de la distancia intermolar.

La figura 17 muestra la comparación de los parámetros de forma y tamaño de todos los arcos dentarios estudiados (en sus proporciones reales de forma y tamaño) sobre un gráfico escalable .png de Hexagrama Poligonal, ajustado a la

media de la anchura intermolar encontrada en este estudio, 37.4 (DE 2.3) mm. El valor de la norma intermolar encontrada se aproxima de modo notable con la norma reportada en el estudio de McNamara y Howe, 37.4 ± 1.67 mm.²¹ Las cifras a los lados indican las discrepancias verticales y horizontales entre los vértices laterales del hexagrama, y los puntos CR, CL (contactos canino-premolar) de los modelos dentales estudiados. El valor consignado en el vértice superior de la imagen indica la discrepancia entre el punto CI del hexagrama y la referencia del contacto inter-incisivos.

El análisis de los resultados en las pruebas de contraste estadístico sugiere **rechazar la hipótesis alterna**, ya que únicamente en tres de las pruebas se encontraron diferencias significativas. No obstante, cabe destacar que las discrepancias encontradas para los contactos canino-premolares, mostraron medias menores a 2 mm; más no así para el punto CI donde se encontró una discrepancia de $\bar{x} = 3.6 \pm 3$ mm. Con base en las variaciones naturales de los rasgos dentarios humanos, para este estudio se consideraron aceptables todas aquellas discrepancias menores de 2 mm entre el **HexP** y las referencias anatómicas en los arcos dentarios, descritas en la metodología. Adicionalmente, esta consideración vino a ser reforzada por el hecho de que las desviaciones estándares encontradas fueron mayores que la media, cuando menos para las discrepancias laterales CR y CL, contactos canino-premolares. Las discrepancias encontradas en los valores CI pueden deberse a la variación notable de los diámetros incisivos entre los sexos, así como a los rasgos genéticos típicos del mestizaje mexicano.

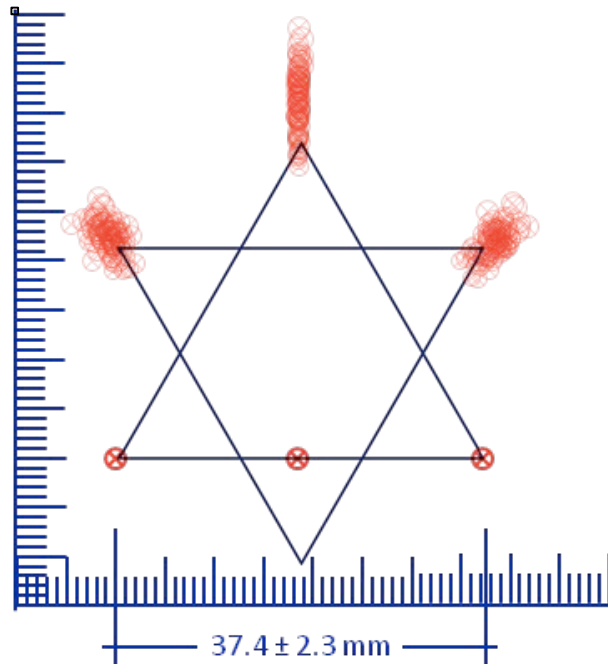


Fig. 18 Superposición de los 82 modelos de los *puntos de cat* CI, CR y CL y las referencias molares CMR y CML, ajustando la anchura intermolar de todos los casos con la misma medida. $\bar{x} = 37.4$ mm.

Con el objeto de visualizar la aproximación de las diferencias en el parámetro de la forma del arco, la superposición en la figura 18 desestima el tamaño de los arcos, ajustando todos los casos con el mismo valor intermolar. Este efecto permite apreciar las diferencias en la forma de los arcos dentarios. Para este efecto se convirtieron en archivo de imagen escalable (PNG) cada uno de los modelos.

COROLARIO

El hallazgo de las coincidencias entre un hexagrama y el arco dentario superior humano, llamó en un inicio la atención al mostrar coincidencias con diversas imágenes, tanto fotografías, como en gráficos publicitarios y de estudio

en el ámbito odontológico; esto se debe posiblemente al hecho de lucir estéticas y representativas estas proporciones para ciertos propósitos. No obstante, la aplicación de este canon para la práctica clínica y, sobre todo, para la estandarización en grupos étnicos y geográficos, se requiere de una fundamentación basada en evidencia e individualizada.

Si bien, la comparación del hexagrama con las denticiones adultas parece no tener mayor mérito que, satisfacer la curiosidad, este estudio sugiere instrumentar ensayos para su aplicación en las áreas clínicas durante el desarrollo de la oclusión; esto es, aplicar protocolos de **Análisis HexP** en el seguimiento de tratamientos de “**Desarrollo y Reforzamiento de los arcos dentarios**” (*Arch Development*) durante el Nivel III (Diagnóstico y Tratamiento Precoz) de Prevención y Aplicación de la Salud de la OMS, en lo relativo a las maloclusiones.

En la clínica de Ortodoncia Interceptiva, tanto para el Odontopediatra, como para el Ortodoncista, el auxilio de los protocolos de Pont, Korkhaus y McNamara, entre otros, en los casos de reforzamiento del desarrollo de los arcos dentarios, han demostrado de modo consistente su efectividad. La aplicación y comprobación del **Análisis HexaP**, mediante un solo instrumento de compás ortodóncico, sugiere un ahorro sustancial de tiempo y esfuerzo, donde únicamente debe llevarse un seguimiento cuidadoso de la anchura intermolar, ya que ésta constituye el fundamento epistemológico del protocolo propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Angle EH. Classification of malocclusion. Dent Cosmos 1899; 41:264-84.
2. Hawley CA. Determination of the normal arch and its applications to orthodontia. Dent cosmos 1905; 47:541-52.
3. Chuck GC. Ideal arch form. Angle Orthod 1934; 4:312-7.
4. Currier JH. A computerized geometric analysis of human arch form. Am J Orthod 1969;56:164-79
5. Brader AC. Dental arch form related with intraoral forces, PR=C. Am J Orthod 1972;61:541-62
6. Musich DR, Ackerman JL. The cantenometer: A reliable device for estimating dental arch perimeter. Am J Orthod 1973; 63:366-75
7. Schullof R. Ch: Diagnostic procedure and Aids. In: Graber TM, editor. Orthodontics. Principles and Practice. St. Louis: C.V. Mosby; 1988. p. 487.
- 8 Lu KH. Analysis of dental arch symmetry. J Dent Res 1964; 43:780.
- 9 Ferrario VF, Sforza C, Miani A Jr, Tartaglia G. Mathematical definition of the shape of dental arches in human permanent healthy dentitions. Eur J Orthod 1994; 16:287-94.
- 10 Paul D. Sampson. Dental arch shape: A statistical analysis using conic sections. 1981; 79:535-48.

-
- 11 Braun S, Hnat WP, Fender DE, Legan HL. The form of the human dental arch. Angle Orthod 1998; 68:29-36.
 - 12 Begole EA. Application of the cubic spline function in the description of dental arch form. J Dent Res 1980;59:1542-56.
 13. <http://www.slideshare.net/indiandentalacademy/arch-forms-1-orthodontics-course-training-by-indian-dental-academy>
 - 14 Ricketts RM. Bioprogressive therapy. Book 1. U.S.A: Rocky Mountain Orthodontics; 1979.
 15. Schulhof R, Gottlieb EL. Rocky Mountain Data System. J Clin Orthod 1975; 9:776-93.
 - 16 White LW. Individualized ideal arches. J Clin Orthod 1978; 12:779-87.
 - 17 Roth RH, Swain TG. Orthodontics: Current Principle and technique. Louis: CV Mosby Company; 1985. p. 678.
 - 18 Andreiko C. Craig Andreiko, DDS. MS. on the Elan and Orthos systems. J Clin Orthod 1994; 28:459-68.
 - 19 Bennett J, McLaughlin RP, Trevisi H. Systemised Orthodontic Treatment Mechanics. London: Mosby International; 2001. p. 75
 - 20 De la Cruz A, Sampson P, Little RM, Artun J, Shapiro PA. Long-term changes in arch form after orthodontic treatment and retention. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995; 107:518-30?

-
- 21 Howe, R.P., J.A. McNamara, Jr., y K.A. O'Connor. An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. *Am. J. Orthod.* 83:363-373, 1983.
- 22 Moyers, R.E., F.P.G.M. van der Linden, M.L. Rjolo, y JA. McNamara, Jr. *Standards of Human Occlusal Development*, Monograph 5, Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, Ann Arbor, 1976.
- 23 Dalidjan M, Sampson W, Townsend G. Prediction of dental arch development: An assessment of Pont's Index in three human population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107(5): 465-75.
- 24 Silva MR, Silva IL. Discrepancia dentoalveolar. *PO* 2000; 21(10): 19-22.
- 25 Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedia maxilar. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas 1992: 207-18.
- 26 Mc Donald F, Ireland AJ. *Diagnosis of the Orthodontic Patient*. Oxford: Oxford University Press 1998: 151-155.
- 27 Moreno JP. Discrepancia óseo-dentaria; incisivo inferior y plan de tratamiento. *Rev Esp Ortodoncia* 1971; 1(3): 209-228.
- 28 Harris EF, Smith RJ. A Study of occlusion and arch widths in families. *Am J Orthod* 1980; 78(2): 155-63.
- 29 Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedía maxilar. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas; 1992. p. 211.

30 https://www.rmortho.com/wp-content/themes/rmo/rmods/rmods_syllabus.pdf

31 Rakosi T, Jonas I. Atlas de Ortopedía maxilar. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas; 1992. p. 220.