

**Universidad Autónoma de Nayarit**

**Unidad Académica de Odontología**

División de Estudios de Posgrado e Investigación



**"Evaluación de la discrepancia entre el arco dental y el reborde WALA según la maloclusión esquelética"**

TESIS

Que para obtener el

DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA

**Presenta:**

C. D. Karla Lisseth Ortiz Rodríguez

**Director:** M. O. Rogelio Díaz Peña

**Codirector:** M. O. Rafael Rivas Gutiérrez

Tepec, Nayarit. Diciembre del 2014



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE NAYARIT  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
E INVESTIGACIÓN

Tepic, Nayarit, 27 de noviembre de 2014.  
Oficio No.133/14.

C. D. Karla Lisseth Ortiz Rodriguez  
Alumna de la Especialidad en Ortodoncia  
Presente.

Por medio de la presente le notifico que, una vez hecha la revisión por el comité correspondiente de la tesis de investigación titulada, "Evaluación de la discrepancia entre el arco dental y el reborde WALA según la maloclusión esquelética" y avalada por el Director M. O. Rogelio Diaz Peña, se le autoriza la impresión [10 ejemplares] del mismo para que continúe con los trámites para la presentación del examen.

ATENTAMENTE  
"POR LO NUESTRO Á LO UNIVERSAL"

M. O. Rafael Rivas Gutierrez  
Coordinador de la Especialidad en Ortodoncia

C.c.p - Archivo.

*Agradezco a Dios por bendecirme y permitirme llegar hasta donde he llegado; a mis padres por su apoyo incondicional, porque sin su ayuda no hubiera podido hacer realidad este sueño anhelado; a mi familia, amigos y compañeros de posgrado, por brindarme su compañía, ánimo y consejo cuando lo necesite; a mis maestros, por su entrega a la docencia, por compartir sus conocimientos y enseñarme con el ejemplo a superarme constantemente, y finalmente quiero agradecer a mi director de tesis, por su amistad, tiempo y paciencia durante toda mi formación profesional.*

## ÍNDICE

I. Resumen.....	1
II. Introducción.....	3
Desarrollo y crecimiento de los arcos.....	4
Teorías acerca del desarrollo de los arcos.....	7
Estudios relacionados con la morfología y tamaño de los arcos.....	8
Métodos para determinar la forma y tamaño de los arcos.....	19
Métodos computarizados y digitales para determinar las formas de arco.....	20
Base apical.....	24
Reborde WALA.....	26
Individualización de arcos con base al reborde WALA.....	28
Otras aplicaciones del reborde WALA.....	35
Planteamiento del problema.....	37
Pregunta de investigación.....	38
Hipótesis.....	38
Objetivos generales y específicos.....	38
III. Material y métodos.....	39
IV. Resultados.....	47
V. Discusión.....	55
VI. Conclusiones.....	56
VII. Referencias bibliográficas.....	58
VIII. Anexos.....	71

## EVALUACION DE LA DISCREPANCIA ENTRE EL ARCO DENTAL Y EL REBORDE WALA SEGÚN LA MALOCLUSIÓN ESQUELÉTICA

### I. RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de definir si las compensaciones dentoalveolares presentes en los diferentes tipos de maloclusiones esqueléticas, afectan la posición de las piezas dentarias del arco mandibular con respecto a su base ósea, es decir, el reborde WALA; así como también determinar si la magnitud de la maloclusión esquelética tiene relación con dichas discrepancias dentoalveolares.

El reborde WALA se define como una banda de tejido blando queratinizado, adyacente a la unión mucogingival mandibular, se considera ideal individualizar la forma de arco de cada paciente con base a dicho reborde, que según la literatura, es el soporte de las raíces de los dientes inferiores y da la forma de arco para los superiores. Actualmente no existe ningún estudio que puntualice la discrepancia entre el arco dental y el reborde WALA según la maloclusión esquelética.

Esta investigación busca resaltar la importancia de la individualización de los arcos utilizados en los tratamientos de ortodoncia, ya que modificar la forma del arco basal original provocaría poca estabilidad del tratamiento y mayor probabilidad de recidiva.

Este es un estudio correlacional, observacional y transversal, el universo de trabajo fueron 598 modelos de estudio inferiores del archivo de la Especialidad de Ortodoncia de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit, la muestra estudiada fueron 50 modelos de estudio de pacientes con clase II esquelética y 13 con clase III esquelética (según Steiner) que cumplieron con los criterios de inclusión. Se midió el ángulo ANB de las radiografías laterales de cráneo de los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, para determinar su clase esquelética; después, se

realizó la localización de los puntos FA y WR en los modelos de estudio inferiores de dichos pacientes con un vernier digital MyCAL LITE Mitutoyo, posteriormente, se marcaron y se midió la distancia entre ambos puntos con un calibrador de alturas digital IGAGING® mini MAG, estos datos se compararon con la norma postulada por el Dr. Andrews.

El análisis estadístico de las discrepancias dentoalveolares se realizó con el programa SPSS versión 18, también se utilizó la prueba de t de Student. Para analizar la correlación de las discrepancias entre los puntos FA y WR con la magnitud de la maloclusión esquelética se utilizó el método de correlación de Pearson.

En los modelos con clase II esquelética, hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) y ( $p \leq 0,05$ ) en zona de molares y piezas anteriores, en comparación con la norma del Dr. Andrews. También se observó cambio en la dirección de la discrepancia en los incisivos, lo cual indica que en estos pacientes la compensación dental se expresó lingualizando las coronas de los molares y caninos, y vestibularizando las de los incisivos. Al correlacionar dichas discrepancias con la magnitud de la clase esquelética, no se demostró correlación alguna. En los modelos con clase III esquelética no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en todos los dientes, esto puede ser debido a que el tamaño de la muestra fue menor.

Se concluyó que en los pacientes con clase II esquelética existen compensaciones, que alteran la posición ideal de los dientes dentro de su base ósea, independientemente de la magnitud de la clase esquelética, esto debe considerarse en el diagnóstico y tratamiento ortodóncico, el cual, mediante la individualización de los arcos con base al reborde WALA, estará encaminado a buscar las posiciones idóneas dentoalveolares.

## II. INTRODUCCIÓN

El Dr. Canut define la ortodoncia como la rama de la estomatología responsable de la supervisión, cuidado y corrección de las estructuras dentofaciales en crecimiento o en estado definitivo, incluyendo aquellas condiciones que requieran el movimiento dentario o la corrección de malformaciones óseas.<sup>1,2</sup>

El propósito de la ortodoncia es corregir maloclusiones, alineando los dientes en posiciones "ideales", tratando de que éstos estén en armonía y equilibrio con sus bases óseas<sup>3</sup> y tejidos circundantes, al mismo tiempo se trata de mejorar la estética y función conservando sanas las estructuras de soporte, por lo tanto, la conservación de la forma y dimensión de los arcos, sobre todo del mandibular, debe ser uno de los primeros objetivos del tratamiento de ortodoncia ya que la estabilidad a largo plazo dependerá de ello,<sup>4-8</sup> se toma crucial una evaluación pre-tratamiento de las arcadas para el diagnóstico ortodóncico.<sup>9</sup>

El considerar las formas de arco para el diagnóstico desde el inicio del tratamiento, repercutirá tanto en el espacio requerido como en el disponible, el alterar su forma, producirá cambios en su dimensión y longitud, e influirá en la estética y la sonrisa.<sup>10-12</sup>

Según la real academia española, diagnóstico es el arte o acto de conocer la naturaleza de una enfermedad mediante la observación de sus síntomas y signos.<sup>13</sup> Proffit y Ackerman puntualizan como factores importantes para el diagnóstico y plan de tratamiento reconocer las características de una maloclusión, descifrar la etiología del problema y plantear un plan de tratamiento basado en las necesidades específicas de cada paciente,<sup>1,2</sup> por lo tanto es de suma importancia considerar el espacio disponible para la dentición, la morfología y medidas del arco dental del paciente y su individualidad, con esto se busca prevenir problemas periodontales, tales como la recesión gingival, la inestabilidad del tratamiento a largo plazo y limitaciones en los aspectos estéticos.<sup>4, 14-16</sup>

El Dr. Angle ya visualizaba un tratamiento de ortodoncia donde se consideraba una forma de arco para cada individuo según el tipo, tamaño y forma de los dientes,<sup>9, 17</sup> definió que la oclusión normal de los dientes, se mantiene, en primer lugar, por el tamaño y la armonía en las relaciones de las arcadas. Strang, Downs, Newcomb y otros han apoyado ese concepto y han enumerado varios factores que determinan la forma de arco; todos coinciden en que es erróneo hablar cada uno de estos factores por separado, y que más bien hay que tener en cuenta la correlación de unos con otros.<sup>18</sup>

### Desarrollo y crecimiento de los arcos

La forma de los arcos dentarios se define tempranamente en la vida fetal, sin embargo, existen numerosos estudios que reportan cambios durante el crecimiento y los factores que influyen en su forma.<sup>19</sup> para ser exactos, el cambio en la forma de los arcos es de naturaleza multifactorial.<sup>20</sup>

El éxito del tratamiento ortodóncico temprano se basa en el conocimiento del desarrollo de la dentición, particularmente se relaciona con la dinámica de formación del arco dentario.<sup>21</sup>

Uno de los factores que produce variaciones en la forma de arcos es el desarrollo y la erupción de los dientes, la cual está determinada por la dirección de crecimiento de la base dentoalveolar; su dimensión casi siempre dependerá del tamaño de los dientes.<sup>11</sup>

Concluida la erupción de los dientes deciduos continúan algunos cambios en las medidas de los arcos: en los 3 planos del espacio debido al crecimiento y desarrollo de los maxilares, hueso de soporte y de las estructuras vecinas.<sup>24</sup> por lo tanto, la oclusión también experimenta modificaciones; por éstos motivos es indispensable saber producir los cambios en la forma del arco dental.<sup>25, 26</sup>

Durante el período de transición entre la dentición decidua y la mixta, ocurren cambios en la morfología de los arcos que han sido estudiados por muchos investigadores como Bishara y colaboradores, Goldsten y Stanton, Moorrees, Knott, etc. Sin embargo, fue Lundstrom quien mostró que estos cambios ocurren en dos periodos; uno durante la dentición temporal, aproximadamente de los 3 a los 6 años de edad y otro periodo seguido a éste en la dentición permanente.<sup>26</sup>

Por lo tanto, es importante monitorear al paciente después de su tratamiento ortodóncico, ya que está demostrado que con la edad hay cambios en el arco dental, sobre todo en pacientes que tuvieron tratamiento de ortodoncia, inclusive si usaron sus aparatos de retención después de su etapa de crecimiento, en individuos sin tratamiento ortodóncico los cambios en la forma, longitud y anchura de los arcos son mínimos.<sup>27</sup> En pacientes con fisura unilateral de labio y paladar hendido es frecuente el tratamiento con expansión transversal del maxilar y tratamiento de ortodoncia, en los cuales, es muy frecuente una ligera disminución en la amplitud del arco dental superior post tratamiento, por lo que es muy importante la elección de los arcos durante el tratamiento de ortodoncia, así como el tipo y tiempo de retención.<sup>28</sup>

Bishara y colaboradores en 1995 concluyeron que las mediciones de los arcos dentarios en dentición permanente, se podían predecir con mayor exactitud a partir de la dentición mixta, ya que las dimensiones de arco, en especial de la mandíbula, son más estables cuando los incisivos inferiores y primeras molares han erupcionado.<sup>29</sup> El arco inferior ha sido utilizado como punto de referencia en la mayoría de los análisis para la predicción de su longitud, ya que ayuda a decidir si hacer o no extracciones, sin embargo, este método toma en cuenta la habilidad del clínico para medir las coronas de los dientes y los espacios en el arco.<sup>30</sup>

Los misterios del desarrollo del arco siguen estando presentes y la planificación del tratamiento sigue siendo un juego de adivinanzas. El buen juicio del ortodoncista sigue siendo el primer requisito en la toma de decisiones en cuanto a sitios para intentar la

ampliación de arco, o para reducir la cantidad de material de los dientes por medio de extracciones.<sup>31</sup>

Estudios longitudinales de crecimiento han demostrado un potencial mínimo de incremento en las dimensiones de arcos mandibulares después del establecimiento de la dentición permanente.<sup>32</sup>

Otros factores que pueden influir en la morfología de los arcos dentales son el biotipo facial, la literatura reporta que los pacientes braquicefálicos presentan formas de arco amplias, la genética, algunos estudios han sugerido que el ancho de los arcos está más determinado por genética que su longitud; el tipo de oclusión (por lo general los pacientes clase I y clase II división 1 tienen arcos ovoides), los músculos, el origen étnico y factores ambientales.<sup>4 20 33 35</sup>

Por lo tanto, podemos concluir que la forma final del arco se define por las dimensiones anatómicas del esqueleto craneofacial de cada individuo,<sup>36</sup> por la configuración del hueso de soporte, el proceso de desarrollo y erupción dental, la musculatura orofacial, las fuerzas funcionales intraorales,<sup>37 38</sup> factores ambientales,<sup>20</sup> la genética y el origen étnico.<sup>4</sup>

Para lograr un buen desarrollo del tratamiento ortodóncico es indispensable poder distinguir los cambios inducidos por el tratamiento con aparatología, de aquellos que ocurren como resultado del crecimiento fisiológico natural, ya que si es un paciente en edad de crecimiento, las formas y dimensiones de sus arcadas pueden variar.<sup>39</sup>

El patrón del movimiento dental ortodóncico no es exactamente predecible, por lo que los ajustes de los arcos basados en la observación clínica son inevitables durante el tratamiento.<sup>40</sup> En ocasiones los factores que causan asimetrías de arcos pueden ser detectados, pero, casi cualquier condición que cause deformidad en la continuidad del arco podría contribuir a una oclusión irregular. La asimetría de arco debe ser corregida

y hacer que permanezca estable.<sup>41</sup>

### **Teorías acerca del desarrollo de los arcos**

La idea de que la forma y tamaño de los arcos se define por la posición de los dientes, cae en cuestionamientos, ya que ciertamente se puede tener un arco medible estén o no presentes los dientes, ya sea que se hayan perdido después del nacimiento o que estos hayan estado ausentes por razones congénitas.<sup>34</sup> Por lo tanto, parece tener más validez el creer que la forma del arco dental es inicialmente formada por la configuración del hueso de soporte, sin embargo, ha habido teorías que se oponen a esto.

Existen varias teorías acerca de cómo se desarrollan los arcos maxilar y mandibular, una de ellas es la teoría del crecimiento óseo, la cual postula que el hueso crece al existir una estimulación provocada por una función, como la masticación, siempre y cuando los dientes estén bien alineados,<sup>19</sup> ya que las maloclusiones podrían limitar o modificar este crecimiento.

La forma y tamaño de cualquier unidad esquelética está relacionada enteramente con la forma de su matriz funcional, la cual, podemos definir como la totalidad de tejidos blandos asociados con una sola función. El crecimiento de la mandíbula es secundario, compensatorio y mecánicamente obligatorio en respuesta a las unidades esqueléticas del crecimiento de varias de las matrices funcionales.<sup>35</sup>

Otra teoría es la llamada "Ley de Wolff's" la cual, describe que las estructuras cambian en respuesta a fuerzas externas, es decir, que el tamaño y forma del hueso dependerá de estímulos ambientales como la erupción dental y de la presión que ejercen los músculos circundantes, menciona que el tamaño y forma de dientes está determinado genéticamente.<sup>16</sup>

La teoría de la base apical, propuesta por Lundstrom en 1925, se opone en algunos aspectos a la anterior, según esta teoría, la base apical, es decir, el hueso de soporte está configurado según la genética de cada individuo y por lo tanto, habrá un límite de expansión del arco dental, el cual si se trasgrede puede ocasionar resultados ortodóncicos inestables y problemas periodontales. Lundstrom propuso que la base apical no cambia después de la pérdida de un diente, y que ya que está determinada por la genética, no es influenciada por movimientos ortodóncicos o la función masticatoria.<sup>16</sup>

Básicamente la forma del arco dental es producto de la configuración natural entre la mandíbula, el hueso alveolar, y su interacción con fuerzas musculares.<sup>42</sup>

### Estudios relacionados con la morfología y tamaño de arcos

Los estudios sobre la morfología de los arcos se han visto entorpecidos por la falta de buenos métodos geométricos para describir o modelar su forma biológica, con dichos métodos se obtiene información valiosa que sirve como herramienta para obtener la forma de arco ideal,<sup>42</sup> bajo este concepto, con los años ha aumentado la necesidad de comercializar arcos individualizados de metal para una óptima estabilidad de tratamiento ortodóncico a largo plazo. La forma del arco de metal se puede basar en la morfología del arco dental de cada paciente, sin embargo, los fabricantes los han estandarizado por motivos de mercadotecnia, para relacionarlos con cierto tipo de técnicas ortodóncicas.<sup>36</sup>

El descubrimiento de los brackets preajustados ha permitido a los ortodoncistas concentrarse más en el diagnóstico, plan de tratamiento y mecánicas de tratamiento que complicarse con mecánicas de los arcos metálicos; sin embargo, con los brackets preajustados, la selección de arcos preformados ha tenido un uso indiscriminado.<sup>43</sup>

La existencia de arcos preformados y plantillas de arcos prefabricadas facilita al ortodoncista la elaboración de los arcos, éstos deben ser elegidos aproximándose lo más que se pueda al tamaño y longitud del arco real del paciente, por lo tanto debe ser seleccionado por su dimensión circunferencial.<sup>44</sup>

En las fases de alineación y nivelación se pueden utilizar formas estándar de arcos elásticos como NiTi, pero, en las siguientes fases es importante mantener una forma de arco en relación al hueso basal, para lograr una buena estabilidad de la posición de los dientes a largo plazo. Conviene en todo caso, en lugar de tener una sola forma de arco estándar preformado para toda la población, tener diversidad de formas de arcos para poder elegir la más adecuada según la raza, biotipo facial del paciente y tipo de maloclusión.<sup>6,8</sup>

Los dientes no deben moverse si la posibilidad de que permanezcan en la nueva posición es pequeña,<sup>45</sup> es indispensable estudiar cuidadosamente la colocación del diente dentro del arco, el no lograr la forma de arco adecuada se debe en gran parte a las dificultades encontradas durante los periodos de retención, para esperar buenos resultados post-tratamiento hay que establecer una buena oclusión, tener un balance óptimo entre los dientes y la cantidad de hueso que lo soporta, las fuerzas intra y extrínsecas que lo mantendrán en su lugar y hay que tener siempre en cuenta que solo hay un lugar en el que el diente se puede mantener en posición y que ésta sea la correcta, esta correcta posición solo se puede lograr posicionando el diente en armonía con su base apical.<sup>7,11</sup> Existe evidencia que sugiere que el método más confiable para maximizar la estabilidad post-tratamiento es mantener la forma de arco original.<sup>46</sup>

McNamara y colaboradores realizaron un estudio en el que se encuestaron a 108 clínicos relacionados con el área de ortodoncia, en el periodo de noviembre del 2005 a marzo del 2006, para poder apreciar su percepción sobre como eligen o en qué se basan para escoger las formas de arco en su consulta, los resultados indicaron que la mayoría de los clínicos piensan que la preservación de la forma de arco original es

esencial en las etapas medias y finales del tratamiento, sin embargo, no lo consideran importante en las etapas iniciales, sobre todo al usar arcos NiTi en la etapa de alineación; en general no hubo uniformidad en sus respuestas al mencionar el cómo preservarían la forma del arco. Algunos clínicos usan modelos de estudio y plantillas de arcos, pero, usándolas de diferentes maneras; tampoco hubo consistencia en qué marcas usan para adaptar arcos de acero inoxidable.<sup>48</sup> Esto refleja la ausencia de métodos precisos para individualizar arcos.

Es bien sabido que es necesario el equilibrio armónico del arco superior con el inferior ya que la estabilidad de uno depende del otro,<sup>17</sup> y que en cada paciente el crecimiento se expresará de manera única, por eso es importante evaluar sus características de manera individualizada, no es lo ideal tratar de obtener promedios o desviaciones estándar agrupándolos por sus características, aún perteneciendo a la misma población o raza.<sup>49</sup>

Hence, realizó numerosos estudios para analizar la forma de arco desde una perspectiva anatómica y antropológica para evaluar sus implicaciones en el tratamiento ortodóncico o sus modificaciones después de éste.<sup>12</sup> Existen estudios cefalométricos y antropométricos que señalan la diferencia significativa de formas de arco en diferentes grupos étnicos, de ahí la importancia de la individualización de arcos en la práctica ortodóncica.<sup>50</sup>

Mientras que algunos autores recomiendan el uso de los arcos estandarizados por medio de fórmulas matemáticas, otros sugieren que hay que individualizar lo más que se pueda los arcos.<sup>6-8</sup> Algunos autores han intentado identificar una forma de arco única para ciertos grupos étnicos; casi todos los estudios consideran como estándar las formas de arco no tratadas ortodóncicamente y con oclusión normal, o las medidas de las dimensiones de arco, usando como puntos de referencia los bordes incisales y los vértices cuspidos.<sup>37,39,51</sup> sin embargo, estos puntos no son confiables; en la actualidad la referencia para obtener el contorno de arcos se ha basado en puntos sobre el eje

axial de las caras vestibulares de los dientes en la mandíbula, ya que es más congruente con la posición de los arcos dentro de los slots de los brackets.<sup>50</sup>

Aunque se han hecho intentos para encontrar una forma de arco que abarque al mantenimiento de la anchura original intercanina, el ancho intermolar, y la longitud del arco, esto no se ha logrado. En un estudio en Bristol Dental Hospital en Reino Unido del 2006 al 2007 se realizó un cuestionario para percibir la importancia que los clínicos le daban a la forma de arco, mostrando que la mayoría de los clínicos pensaban que era importante considerar y mantener las anchuras intercanina e intermolar al adaptar los arcos en el paciente. Sin embargo, al preguntarles cuales eran los puntos de referencia que utilizaban para lograr esto, si los puntos cuspideos o el imaginarse la posición de los brackets, no hubo respuestas concisas. Algunos usaban solo caninos y primeros molares como puntos de referencia, otros premolares y 2dos. molares. Un 69% de éstos usa los estudios de modelos utilizando el mandibular y luego confeccionando el arco maxilar con base al mandibular. Un 31% usa el modelo de estudio maxilar para conformar arco superior e inferior. De los resultados de los cuestionarios realizados en este estudio, queda claro que no hay uniformidad en cómo preservar la forma de arco.<sup>52</sup>

Investigadores han descrito la forma de arcos con simples términos geométricos: elipses, elipses trifocales, parábolas, hipérbolas,<sup>36</sup> segmentos de círculos unidos a líneas rectas, esferas,<sup>51</sup> redondos, ovales, cuadrados, cónicos,<sup>54</sup> curvas catenarias,<sup>6</sup> etc. Los arcos presentan gran variedad en su forma incluso se han propuesto métodos geométricos y fórmulas para definir su normalidad y simetría, lo cual según estudios no es un rasgo común<sup>79</sup> ya que sabemos que la forma de arco es diferente en cada individuo y que éste puede ser modificado mediante la biomecánica de un tratamiento de ortodoncia (esto se puede apreciar con los modelos pre y post tratamiento), de ahí la importancia de encontrar la forma correcta, ya que el no hacerlo provoca recidivas a futuro.<sup>54</sup>

Cualquier ortodoncista que haya tenido varios años de práctica y que pueda observar a sus pacientes tiempo después de terminado el tratamiento, espera ver algunas irregularidades en los dientes anteriores inferiores durante el periodo post-retención.<sup>55</sup> Este tipo de recidiva es en ocasiones erróneamente adjudicada a un mal tratamiento, manejo mecánico o diagnóstico.<sup>55</sup> Indudablemente, una de las principales razones por las que sucede este colapso, es que se intentó hacer expansión cuando el hueso basal es insuficiente para soportar el material dentario. Los dientes nunca deben ser inclinados bucal o lingualmente más allá de sus límites, de sus relaciones normales con su hueso de soporte, porque la recidiva será casi inevitable, por supuesto se entiende que el balance muscular produce esta recidiva, ya que la forma de arco y el balance de las fuerzas musculares están íntimamente relacionados.<sup>56</sup>

En Estocolmo, Suecia se evaluaron 28 modelos de estudio, que fueron tratados con tornillo de expansión fijo en el paladar, se midió la anchura del hueso basal por medio de radiografías oclusales, desde la parte lingual de la raíz de molares derecho a izquierdo, en los casos donde hubo retención se midió dos años después, y 23 casos no presentaron cambios ni crecimiento en la base apical, por el contrario en los casos donde no hubo retención es decir 5 casos, o hubo retención por un periodo corto, hubo disminución de la base apical ganada con la expansión.<sup>57</sup>

Los pacientes con corticales mandibulares delgadas, tienen mayor riesgo de recidiva después de un tratamiento ortodóncico.<sup>58</sup> Se realizó un estudio para reflejar la inestabilidad de los tratamientos de ortodoncia, registros de 22 pacientes fueron tomados antes, después del tratamiento y después de la retención, 12 eran casos de no extracciones, de los cuales 10 fueron clase I y 2 eran clase II; la edad de los pacientes fue de 10 a 15 años. La duración media del tratamiento fue de 26 meses y de la retención fue de 1 año, el periodo después de la retención fue de 2 a 6 años. Se midió el overjet, overbite, ancho intercanino e infermolar, longitud del arco y número de rotaciones. Los resultados de este estudio se pueden resumir de la siguiente manera

1. Todos los casos utilizados en este estudio se consideraron los casos clínicos exitosos.
2. La anchura intercanina e intermolar presentó una alta tendencia a regresar a su tamaño original, o permaneció igual en los casos donde no se modificó.
3. Después del periodo de retención el overbite también presentó tendencia a la regresión.
4. El overjet, después de la retención, presentó ligera regresión, pero, nunca como cuando estaba originalmente en el estado de maloclusión inicial.
5. La longitud de la arcada tendió a disminuir durante la retención.
6. Las rotaciones tienen alta tendencia a la regresión a su posición original, pero, nunca como en el estado inicial.

En conclusión, se puede afirmar que en general los tratamientos ortodóncicos tienen un alto índice de recidiva, perdiendo la estabilidad y equilibrio de la oclusión.<sup>59</sup>

Stanton sugiere que cualquier plan para determinar la forma de arcos debe ser lo suficientemente flexible como para producir variables en sus formas, desde una elipse, parábola, parábola cúbica, herradura, etc.<sup>60</sup>

Otra descripción de la forma de arcos, es que los dientes están dentro de una curva, cuando realmente los únicos dentro de un verdadero semicírculo son los dientes anteriores, de ahí la curva parte en línea recta hacia atrás y se hace divergente, tomando en cuenta que los dientes posteriores inferiores se van lingualizando y que la rama y el cuerpo mandibular serán su soporte.<sup>17</sup>

En un estudio realizado con radiografías de modelos dentales de 25 adultos caucásicos con oclusión ideal se concluyó que la forma de arco elíptica brinda un mejor ajuste para el maxilar que la parábola, mientras que la parábola provee un mejor ajuste para el arco mandibular.<sup>61</sup>

Se han demostrado diferencias morfológicas entre arcos de pacientes egipcios y blancos norteamericanos, demostrando que los de los egipcios son más estrechos, con una distribución uniforme entre forma ovoide, cuadrada y cóncava, siendo que en el grupo de blancos la forma más frecuente fue la ovoide, seguida de la cóncava y al final la cuadrada.<sup>36</sup>

En una población de Leticia, Amazonas, Colombia, se realizó un estudio para establecer la forma de arcos en pacientes con dentición mixta, el estudio se hizo en 64 pacientes escolares. Los resultados demostraron que el arco superior tuvo forma ovalada en el 86% de la población y forma cuadrada en un 14%; en el arco inferior las formas fueron ovalado en un 75% de la población y cuadrado en un 25%.<sup>37</sup>

Otro estudio se realizó en población Nayarita para determinar las formas de arco superior más comunes, se tomó una muestra de 289 modelos y de acuerdo a la variable de formas de arco con una plantilla propuesta, la forma de arco que predominó con un 79% fue la ovalada, seguida de la triangular con un 11% y un 10% la forma cuadrada.<sup>32</sup>

En la Universidad Dental de Osaka se realizó un estudio para evaluar la morfología de arcos de 29 hombres y 24 mujeres, basándose en la clasificación del arco mandibular: cuadrado, redondo-cuadrado, redondo y redondo con forma de V. Los resultados indicaron que el 67.5% reportó arco redondo-cuadrado, el 20.8% arco con forma cuadrada y el 11.3% redondo con forma de V.<sup>63</sup>

A lo largo de las últimas décadas, ha sido de sumo interés en el área de la ortodoncia el estudio de las formas de arcos, así como de diferentes métodos para obtenerlos, sus relaciones con patrones faciales, razas, poblaciones, maloclusiones, etc.

Algunas investigaciones se han enfocado en el estudio de diferenciación geográfica con respecto a la oclusión, el tamaño y forma de arcos dentales, llegando a la conclusión de

que las variables como el overjet, overbite, relación molar y apiñamiento, son más constantes que la longitud y anchura de los arcos entre las regiones.<sup>64</sup>

En Milán, Italia, se estudiaron las formas de arco en una muestra de 50 hombres y 45 mujeres de edades entre 20 y 27 años, en esta investigación se encontró que la diferencia de género se expresa más en el arco superior que en el inferior, y mayormente como una discrepancia de tamaño que de forma.<sup>65</sup>

Los cambios en la longitud del arco han sido descritos indirectamente como cambios dimensionales de la distancia intercanina e infermolar, sin embargo, estos cambios dimensionales no necesariamente tienen relación con el cambio en la forma del arco.<sup>66</sup>

La evaluación de estructuras maxilomandibulares en sentido transversal, es necesaria para una correcta comprensión de un análisis dentofacial. En Japón se realizó un estudio usando datos longitudinales para analizar el desarrollo de las bases esqueléticas en pacientes Clase III de 10 a 14 años de edad, los resultados demostraron que el ancho del arco maxilar es más angosto en los clase III en comparación con los clase I.<sup>67</sup>

En la Universidad Médica Pediátrica de San Petersburgo se realizó un estudio en el cual sostienen que los arcos con forma de U y V existen sólo si se tiene una dentición completa; afirman también que el arco con forma de V tiene como regla una distancia intercanina estrecha condicionada por una nariz estrecha, y que los arcos con forma de U poseen una distancia intercanina más ancha.<sup>68</sup>

Según un estudio realizado por Lux y colaboradores, los arcos dentales de individuos con maloclusiones clase II división 1 y 2 son más estrechos que los arcos con oclusiones clase I, la diferencia entre los grupos fue aparente a los 7 años y persistió hasta los 15.<sup>69</sup>

En la Universidad de Iowa se realizó una estudio sobre crecimiento facial que incluyó a 130 niños blancos, 67 hombres y 63 mujeres; aproximadamente, el 95% de los padres tenían descendencia del noroeste de Europa. Se midieron tres anchuras de los arcos superior e inferior con dentición temporal: el ancho intercuspeado, intermolar I e intermolar II. Para el arco maxilar se estudiaron arcos de niños y niñas de 4 a 7 años, y para el mandibular de 5 años. Los resultados fueron los siguientes:

1. El niño promedio presentó el arco maxilar más amplio, tanto en la zona intercanina como intermolar que la niña promedio en las edades de entre 4 y 7 años.
2. El niño promedio tiene el arco mandibular más amplio en zona intercanina e intermolar que la niña promedio a la edad de 5 años.
3. En niños y niñas se observó un incremento continuo en la anchura del maxilar, de los 4 a los 7 años; después de 3 años el incremento se presentó más en los niños que en las niñas.
4. Mediciones realizadas en el mismo niño a los 5 y 7 años mostraron que durante este periodo el niño promedio incremento aproximadamente 1.5 mm la anchura intercanina y 1mm en la zona intermolar del maxilar.<sup>10</sup>

En la población de Bougainville, Papua Nueva Guinea, se tomaron como muestras modelos de estudio de 319 hombres y 359 mujeres melanesios, de edades entre 12 y 68 años. Se observó que conforme la edad aumenta hay incremento de la anchura del arco dental, disminución de la longitud y de la distancia intercanina, también se observó un aumento del apiñamiento, sin embargo, las diferencias no fueron significativas respecto al sexo ni a la edad. Al comparar la población de Bougainville con poblaciones urbanas, hubo poca variabilidad en las características estudiadas, excepto en la relación molar sagital, la cual, fue notablemente menos variable.<sup>11</sup>

Algunos factores etiológicos que influyen en el apiñamiento son: la herencia, la falta de suficiente desarrollo, o como escuchamos frecuentemente, "dientes muy grandes y arcos muy pequeños".<sup>12</sup>

En 1918, Paper, recomendó el diagnóstico del arco dental sólo basándose en el diámetro mesiodistal de los dientes; posteriormente, sugirió el diagnóstico por medio de mediciones del tamaño de la cara en adición al tamaño de los dientes y considerando importante el examen y relación de los arcos dentales.<sup>73</sup>

En la Escuela Dental de la Universidad del Noroeste, en Chicago, se llevó a cabo un estudio para comparar la relación entre el tamaño dental y la longitud de los arcos. Comparando el tamaño dental con la longitud de arco, en maxilar y mandíbula, no hubo una correlación significativa entre el tamaño del diente o la distancia de los arcos y la cantidad de apiñamiento. La cantidad de apiñamiento aparece en función de ambas variables, el tamaño del diente y la distancia del arco se evidencian mediante la correlación del tamaño del radio de los dientes y la longitud del arco con la cantidad de apiñamiento.<sup>74</sup>

Algunos estudios han tratado de definir con mayor precisión la base apical mandibular y determinar si existe alguna relación entre su tamaño y el tamaño de los dientes, en personas con oclusión normal y con maloclusión, arrojando en sus resultados que si existen diferencias en la relación del tamaño de los dientes, el arco dental y la anchura y longitud de la base apical en diferentes tipos de maloclusión.<sup>75</sup> Algunos resultados indican que los individuos con maloclusión clase II división 1, tuvieron mayor longitud de la base apical que los individuos con clase I. En los individuos con clase I, hubo apiñamiento en las arcadas dentarias, tanto por una base apical reducida como por un mayor tamaño de los dientes.<sup>76</sup>

El conocimiento acerca del desarrollo dental y crecimiento mandibular está basado en los resultados de varios métodos de investigación, los cuales han tenido enfoques antropológicos y anatómicos, estudiando las dimensiones de los arcos en varios grupos de edad; por consecuencia la adopción de estos métodos antropométricos en el área de la ortodoncia, resulta en una mejor aproximación para comprender el desarrollo de los maxilares.<sup>77</sup>

La erupción de los incisivos dentro de una alineación armoniosa puede depender de un adecuado crecimiento periosteal del cuerpo mandibular en orden de proveer al germen el volumen de hueso basal necesario. Para comprender más acerca del desarrollo, de la verdadera relación entre hueso alveolar y hueso basal, así como también acerca de la fisiología de la alineación armoniosa y desarrollo de los incisivos permanentes inferiores y el hueso que lo soporta, fue estudiada radiológicamente e histológicamente una serie de monos Rhesus (41 y 20 monos respectivamente), los resultados sugirieron que el hueso alveolar es formado durante la erupción, mientras que el hueso basal se desarrolla por un patrón específico de crecimiento facial, totalmente independiente.<sup>77</sup>

La forma del arco dental inferior se considera una de las principales referencias durante el tratamiento ortodóncico debido a que el mantenimiento de su forma es un factor importante para evitar recidivas.<sup>4</sup>

La forma del arco mandibular tiene sus propias características de acuerdo al tipo de esqueleto facial de cada individuo. Esto es más notorio en la maloclusión clase II, que tienen cara larga, y en la clase III con cara corta, los cuales, está demostrado que tienen morfologías mandibulares muy distintivas. Usando la forma mandibular como criterio, es posible clasificar el tipo facial del paciente en el 76 % de los casos.<sup>78</sup>

La evaluación en modelos dentales de estudio en diferentes grupos de edad contribuye a una mejor comprensión del desarrollo de los dientes en los arcos.<sup>77</sup> Se realizó una investigación para determinar los cambios ocurridos en los arcos dentales inferiores con respecto a la longitud y forma del arco durante la transición de los dientes temporales a los permanentes. Se fotografiaron 22 modelos de estudio y se realizaron trazos en las fotografías, representando la forma y longitud del arco; la validez del método fue verificado por varias mediciones de los trazos. El estudio indicó que la línea determinada por los centros de las áreas de contacto de los dientes antero-inferiores, se convierte en un círculo giratorio de desplazamiento cuando son reemplazados los dientes temporales; los segmentos posteriores se volvieron más separados. La

distancia de mesial a mesial de los primeros molares permanentes por lo general disminuye, esta distancia usualmente es menor que la original tomada de distal a distal de los segundos molares temporales.<sup>79</sup>

Para estudiar los cambios que tienen lugar en el arco dental inferior entre las edades de 9 y 16 años, Fisk examinó 20 sujetos varones cuya oclusión se había desarrollado normalmente hasta la edad de 16 años. Él concluyó que durante el desarrollo normal, ni el perímetro del arco, la irregularidad dentaria, apiñamiento (tomando de la relación entre el perímetro del arco y el tamaño de los dientes) e inclinaciones dentarias a la edad de 16 años, podían ser predichas con exactitud en basen a las medidas obtenidas a los 9 años.<sup>80</sup>

### Métodos para determinar la forma y tamaño de los arcos

Con el paso del tiempo la inquietud por descifrar las formas de arco ideales para un tratamiento de ortodoncia ha resultado en el desarrollo de múltiples métodos para lograrlo. Algunos estudios han utilizado como puntos de referencia para medir la distancia transversal de los arcos la superficie bucal, lingual y marcas entre ellas.<sup>81</sup>

Un método más sencillo pero no tan preciso es medir con calibradores digitales en los modelos las distancias intercaninas, intermolares y la longitud del arco, pasando por los puntos de contacto o bordes incisales.<sup>11</sup>

También existen modelos matemáticos-geométricos en los cuales a las curvas cónicas (hipérbola, parábola, elíptica y circular) y a las curvas planas, se les asigna una ecuación específica en un plano cartesiano, el cual descubrirá el lugar geométrico de los puntos de la curva; poniendo juntas todas las ecuaciones de las curvas junto con la dimensión de los arcos en un sistema, se puede calcular la forma del arco inferior.<sup>10</sup>

Otros autores sugieren el uso de fotocopias de la vista oclusal de los modelos para compararlas con arcos preformados, a éste mismo método se le puede añadir un plano

cartesiano con ejes X y Y para ubicar más fácil y exactamente las formas de arco.<sup>4</sup>

Un análisis para medir formas de arco es el Euclidean Distance Matrix Analysis (EDMA), el cual provee medidas de las formas de arco, separando su morfología y tamaño, también brinda información sobre otras variables sugiriendo cuales marcas son las más importantes en el arco. Por lo tanto el EDMA ha sido usado extensamente en estudios de morfología craneofacial como comparaciones entre razas, análisis de patrones y cambios durante el crecimiento, cambios pre y post-tratamiento ortopédico-ortodóncico y análisis de formas de arcos dentales.<sup>62</sup>

El estudio de la forma del arco dental se inició en 1987 con Bonwill, quien estableció un método para medir la longitud, altura y forma de arco, estableciendo 3 marcas anatómicas en la mandíbula, este investigador construyó un triángulo y con un procedimiento geométrico estableció la forma, tamaño y absoluta posición de cada diente con referencia en este triángulo,<sup>63</sup> su diagrama se utilizó en ortodoncia como precursor. Hawley basado en los postulados de Bonwill construyó otro diagrama al cual se le dio el nombre de "postulados Bonwill-Hawley", a partir de ahí se desarrollaron varios métodos con el objetivo de ayudar en la construcción de arcos de acero utilizados durante el tratamiento. Además de la forma, el tamaño del arco dental también fue de interés.<sup>4</sup>

### Métodos computarizados y digitales para determinar las formas de arco

Los métodos basados en funciones matemáticas para establecer las formas de arcos pueden ser una representación exacta de la forma de arco natural, sin embargo, estas curvas expresan sólo el espacio plano de dos dimensiones, no el espacio de tercera dimensión.<sup>64</sup>

En la actualidad las computadoras son ampliamente utilizadas para numerosas tareas de la práctica dental moderna, incluyendo procesamiento de texto, diagnóstico y

planificación de tratamiento.<sup>85</sup>

Una de las herramientas que se pueden usar para el estudio de modelos y formas de arco, es el análisis en tercera dimensión (3D). Los métodos de imagen y medición computarizada de modelos dentales de yeso, son una útil herramienta en la odontología<sup>86</sup> y ayudan a registrar una información precisa, esta técnica involucra realizar marcas a los modelos, éstos posteriormente se digitalizan en tercera dimensión (3D) y estas marcas son utilizadas como coordenadas para realizar cálculos matemáticos y geométricos, con márgenes mínimos de error,<sup>8, 87</sup> se usa un ordenador con capacidades gráficas para la visualización, análisis y manipulación, y una impresora especial para la generación de la imagen.<sup>85</sup> Esta tecnología permite un análisis cuantitativo y no sólo clínico de los modelos dentales.<sup>8</sup>

El video y las cámaras son otra herramienta para la captura de imágenes, las cuales, se convierten a una representación digital cuando un capturador de fotogramas las pasa a la computadora.<sup>85</sup> Otro método de obtención de imágenes es el escaneo digital con láser, el cual, brinda imágenes digitales que pueden ser utilizadas y ser reemplazadas o superpuestas para fabricar los modelos en 3D.<sup>88</sup>

Es importante en todas estas técnicas que sea el dentista quien las pueda utilizar y que pueda medir los cambios, comprobar la morfología de la superficie, o para simular el efecto terapéutico. Estudios han concluido que la vigilancia por medio de imágenes computarizadas, se puede utilizar para la evaluación de los cambios en el arco dental. Imágenes geométricamente calibradas ayudan a comparar avances durante el tratamiento.<sup>85</sup>

Se han tratado de realizar sistemas que sean capaces de analizar y diseñar los aparatos y arcos metálicos con las necesidades especiales requeridas para cada paciente. El sistema de diseño debería poder analizar los arcos en los 3 planos del espacio y determinar que fuerzas y torques se producirían en el diente y predecir el

resultado de su movimiento.<sup>89</sup>

Las radiografías convencionales representan objetos de 3D con imágenes de 2D con una significativa superposición de estructuras y magnificación impredecible, en cambio la tomografía computarizada (CT) permite una visualización real en 3D de las estructuras óseas y dentoalveolares, la CT de haz cónico o CBCT (Cone Beam Computed Tomography) libera una menor radiación que la CT convencional.<sup>90, 91</sup> La CBCT, fue desarrollada a finales de los 90's y a pesar de que su utilización se centra principalmente en implantología y cirugía maxilo-facial,<sup>90</sup> en ortodoncia es de gran ayuda para poder visualizar límites en los movimientos dentarios, como intrusión o movimientos bucolinguales,<sup>92</sup> por lo tanto, tiene potenciales ventajas en el diagnóstico y manejo clínico de los pacientes en muchos aspectos.<sup>90</sup> esta tecnología permite obtener información con excelente resolución y precisión.<sup>93</sup>

En Seúl, Corea, se realizó un estudio para desarrollar un método de superposición en el arco inferior utilizando imágenes en 3D por medio de un haz cónico de tomografía computarizada (CBCT) y un modelador ortodóncico de imágenes digitales en 3D. Se realizó una integración de las imágenes tomadas con CBCT sustituyendo la porción dental con las imágenes del modelador de imágenes digitales en 3D. los modelos fueron de antes y después del tratamiento ortodóncico. Para la superposición, se utilizaron dos métodos: la superposición por superficie se basa en la estructura del hueso basal de la mandíbula, por medio de hacer coincidir una superficie con la otra, la superposición por plano, se basa en estructuras anatómicas (foramen lingual y mental). Para la evaluación se asignaron 10 marcas tanto en estructuras anatómicas como dentales, la superposición se realizó 30 veces para poder establecer el método más reproducible. Las marcas y las mediciones demostraron que el método de superposición por superficie es más consistente, reproducible y confiable.<sup>94</sup>

Los desarrollos tecnológicos permiten el estudio y la superposición del arco maxilar utilizando escaneo de modelos en 3D. Ashmore y colaboradores desarrollaron un

método digital en 3D para medir el movimiento traslacional de los primeros molares maxilares, en individuos tratados y no tratados con ortodoncia. Miller y colaboradores reportaron que la superposición del arco maxilar puede ser reproducible y que el error de usar la ruga palatina como referencia puede ser similar o menor que en la cefalometría en 2D. Cha y colaboradores describieron el uso de la imagen de modelos digitales en 3D para la superposición del arco maxilar, reportando que es clínicamente tan confiable como las superposiciones cefalométricas. Sin embargo, ninguno de estos estudios fue realizado en el arco mandibular, ya que no se han designado referencias estables para realizar las mediciones, no se ha desarrollado ningún método reproducible a pesar de la tecnología disponible.<sup>94</sup>

En el departamento de ortodoncia de la Universidad de Hacettepe en Ankara Turquía, se llevó a cabo un estudio para evaluar las formas de arco mediante un método computarizado. Se utilizó una muestra de 21 modelos maxilares y mandibulares de pacientes con maloclusión clase II división 1 que se examinaron antes, después y aproximadamente 3 años después de retención. Los arcos fueron directamente medidos por medio de imágenes escaneadas de los modelos, la evaluación de los cambios se realizó superponiendo las imágenes de las 3 etapas con un sistema que incluye 5 formas de arco. Las formas de arco maxilar pretratamiento fueron la mayoría cónicas, las mandibulares fueron cónicas y cónicas estrechas. En maxilar 76% de los cambios hechos en el tratamiento se mantuvieron, en mandíbula solo un 67% durante y postratamiento.<sup>95</sup>

Ha habido numerosos estudios a lo largo del tiempo, sobre las formas de arco más comunes, ancho intercanino, molar, etc., sin embargo, los resultados de los estudios siempre varían significativamente unos de otros, estas inconsistencias se pueden atribuir a los criterios de inclusión de las muestras, la edad, severidad de la maloclusión, más el escaso rango de marcas anatómicas usadas para las mediciones.<sup>96</sup>

## Base apical

En 1925, Lundstrom introdujo el término de "base apical" para referirse a la unión del hueso alveolar y el hueso basal de los maxilares cerca de los ápices de los dientes, a diferencia de Angle, Lundstrom, creía que el tratamiento ortodóncico era incapaz de producir cualquier crecimiento significativo de la base apical, sostenía firmemente que esta desarmonía entre la posición de los dientes y el hueso de soporte llevaría a una oclusión que no se podría mantener.<sup>96, 97</sup>

Se han realizado muchos análisis de dentición permanente basándose en la base apical, en general, varios autores como Strayer, Howes, Rees y Kesling coinciden en su concepto de base apical más no en sus métodos para medirlo.<sup>98</sup>

Howes publicó en agosto de 1947, en un número del American Journal of Orthodontics and Oral Surgery, su concepto de base apical, el cual definía como: "la parte del maxilar del cual se deriva el proceso alveolar", él mencionaba que se enfocaba sólo en el arco maxilar ya que es el que produce más factores de maloclusión. En 1953 Rees publicó en la misma revista un artículo titulado "A method for assessing the proportional relation of apical bases and contact diameters of the teeth", en el cual nuevamente se define a la base apical como aquella porción que soporta el proceso alveolar, la diferencia con lo mencionado por Howes es que Rees también involucró la mandíbula, no solo el maxilar. Strayer en octubre de 1952 publicó su procedimiento para el análisis de modelos basado no sólo en la base apical sino el material dental.<sup>98</sup>

Desde los días de Lundstrom ha habido mucho interés en la literatura alemana sobre la medición de la base apical, por ejemplo, Schwarz en 1938, que utilizó el principio de la topografía en modelos ortodóncicos. En un tratamiento de ortodoncia, generalmente el objetivo es adaptar el arco superior al contorno existente de la parte inferior, ya que su margen de expansión o contracción es mínima. Los resultados de un estudio realizado en la universidad de Mainz en Alemania en 156 modelos de estudio de adultos y niños

clase II división 1 y 2, y clases III mostraron diferencias significativas entre las edades, tipo de maloclusión y su base apical. La base apical maxilar fue más pequeña en adultos que en niños y más delgada en los tres tipos de maloclusión, por el contrario, la base apical mandibular fue más amplia en adultos que en niños en todas las maloclusiones excepto la clase II división 1.<sup>97</sup>

Uno de los seis elementos de la armonía orofacial descrito por Andrews en el 2000, es la forma de arco óptima, describe que para considerar una forma de arco óptima es necesario que el tamaño y morfología de los dientes sean normales, que la raíz de cada diente esté centrada sobre el hueso basal, que las coronas estén inclinadas de manera que puedan funcionar de manera óptima con los dientes del arco opuesto y que las formas de los arcos maxilar y mandibular sean compatibles.<sup>99-100</sup>

### Reborde WALA

El reborde WALA inicialmente llamó la atención del profesor Dr. Lawrence F. Andrews cuando uno de sus profesionales protésicos cuestionó si debía recortar de sus modelos la estructura más prominente, a partir de este evento, Andrews se dio cuenta de la presencia constante de dicha estructura y su estabilidad estructural, desde entonces incorporó ese concepto en sus planes de estudio, filosofía y técnicas.<sup>101</sup>

En el 1995 Andrews y Andrews definieron el reborde WALA<sup>101</sup> (acrónimo que incorpora las iniciales de Will Andrews y Lawrence Andrews)<sup>4</sup> como una banda de tejido blando queratinizado, inmediatamente superior a la unión mucogingival mandibular,<sup>96, 102, 103</sup> que sirve como una referencia, con el objetivo de la centralización de las raíces de los dientes en el hueso basal.<sup>4</sup> Clínicamente, se observa cuando se estiran las mejillas y el labio inferior, se logra acentuar más una línea blanquecina, cubierta de encía, cuyo límite inferior corresponde a la línea de unión mucogingival o antes, es decir el límite entre la encía y la mucosa alveolar (Figura 1 y 2).<sup>103</sup>

Figura 1. Vista superior del reborde WALA. Tomada de: Andrews W. Scientific treatment goals for 6rat and facial harmony. AAO. 2013: 1.

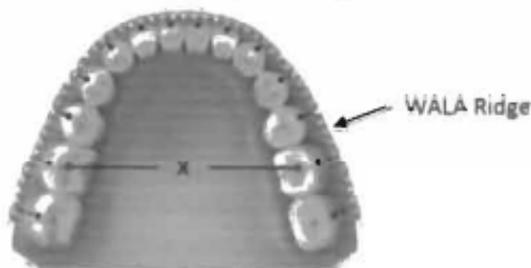


Figura 2. Vista lateral del reborde WALA. Tomada de Andrews L. Andrews W. The six elements of orofacial harmony. Andrews J 2000: 1-13.

En el estudio del Dr. Andrews basado en pacientes con clase I esquelética y dental que cumplieron con las seis llaves de la oclusión ideal (propuestas por el mismo), se establecieron las distancias ideales en sentido horizontal entre el reborde WALA y cada pieza del arco dental inferior, las cuales son, para 2dos. molares 2.2 mm, en 1ros. molares 2.0 mm, en 2dos premolares 1.3 mm, en 1ros. premolares 0.8 mm, en caninos 0.6 mm, en incisivos laterales 0.3 mm y en incisivos centrales 0.1 mm (Figura 3).<sup>5</sup>

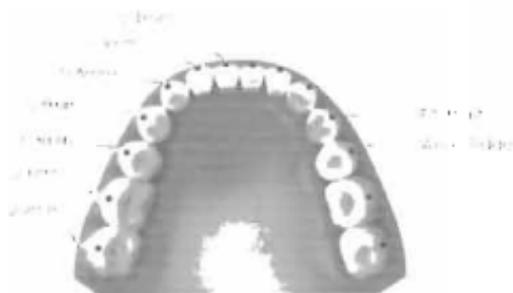


Figura 3. Norma de la discrepancia entre el punto FA y el reborde WALA, propuesta por el Dr. Andrews. Tomada de: Andrews L. Andrews W. The six elements of orofacial harmony. Andrews J 2000: 1-13.

Si su determinación se realiza en modelos de yeso, éstos deben incluir la inserción de los tejidos blandos debajo de la línea mucogingival, el ortodoncista o su personal deben tener la formación adecuada para realizar impresiones óptimas.<sup>101</sup>

En los "Seis elementos de la armonía facial", Andrews y Andrews definen la importancia de la forma y longitud de los arcos dentales. El concepto del reborde WALA mantiene una estrecha relación con las "Seis llaves para una oclusión perfecta" y se consolida como un referente real y verdadero para la determinación de la morfología de los arcos dentales individuales.<sup>4</sup> Andrews postula la forma de arco como la séptima llave para lograr una oclusión ideal clase I.<sup>12</sup>

El reborde WALA sirve como una estructura observable clínicamente que representa la base apical descrita por Lundstrom. Andrews y Andrews asignaron puntos en el tercio medio de la corona clínica, sobre los ejes axiales de los dientes (puntos FA por sus nombre en inglés Facial Axis), para definir la forma de arco dental y definieron la forma del arco basal asignando puntos correspondientes a lo largo del borde WALA que estaban directamente bajo los puntos FA. Usando estos métodos ellos pudieron investigar la forma de arco basal y la forma de arco dental caracterizada por los sitios de los brackets (Figuras 4 y 5).<sup>96, 102</sup>

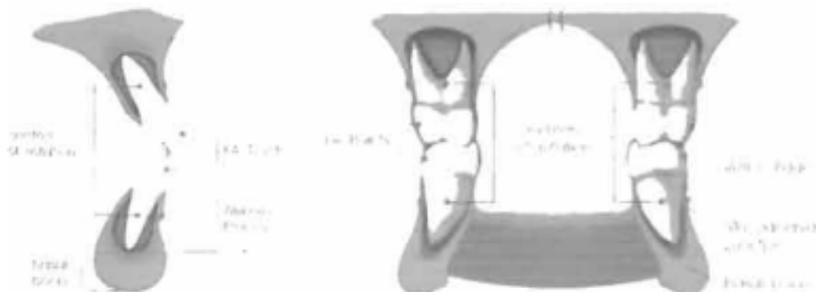


Figura 4 (Izquierda): Vista lateral de los puntos FA. Figura 5 (Derecha): Vista posterior de los puntos FA y reborde WALA. Tomadas de Andrews J., Andrews W. The six elements of orofacial harmony. Andrews J. 2000, 1: 13

## Individualización de arcos con base al reborde WALA

Ronay y colaboradores compararon los puntos FA (el punto FA separa la mitad gingival y la mitad oclusal de las coronas, siendo un punto a lo largo del eje facial de cada diente, es la porción más prominente del lóbulo central de la superficie facial de todas las coronas excepto en los molares, donde en el primer molar el eje facial de la corona clínica pasa por el surco mesiovestibular y en el segundo molar por el surco medio)<sup>5</sup> y WALA (el punto WALA es un punto localizado en el reborde WALA directamente abajo del punto FA) derivados de arcos usando modelos mandibulares en 3D de 35 pacientes con maloclusión Cl esquelética y dental, y obtuvieron alta correlación del reborde WALA y los puntos FA en área canina y molares concluyendo que la forma de arco dental debe derivar de la forma del reborde WALA de cada paciente, también concluyó que como estos arcos son altamente individualizados no existe definida una fórmula que los pueda generalizar.<sup>16 102</sup>

Kolin Weaver y colaboradores realizaron un estudio para evaluar los cambios en la anchura de los arcos dentales inferiores y sus arcos basales (reborde WALA) utilizando arcos preformados y arcos personalizados durante el tratamiento ortodóncico. La muestra consistió en 20 pacientes tratados con arcos preformados y 20 tratados con arcos personalizados, ambos con clase I dental, tomados de la práctica privada de dos investigadores. De cada paciente se utilizaron modelos pre-tratamiento (T1) y post-tratamiento (T2) mandibulares para determinar los cambios en el ancho de la arcada dental y dentoalveolar medidos en el área de caninos, premolares y molares. Los resultados se compararon con un grupo control no tratado ortodóncicamente, con modelos de yeso tomados en dos puntos de tiempo comparables. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y t-test. Se encontraron cambios significativos en la anchura del arco dental y basal utilizando los arcos preformados en comparación con el grupo control ( $p \leq 0,05$ ); no obstante, no hay cambios significativos en el ancho de la arcada dental y basal utilizando los arcos personalizados, por lo tanto, el reborde WALA es un punto de referencia estable para poder personalizar los arcos.<sup>104</sup>

Kwang-Yoo Kim y colaboradores evaluaron la relación entre las formas del arco dental y el arco basal, para determinar el límite de expansión del arco dental para un tratamiento estable. Para analizar las diferentes formas se usaron modelos virtuales en 3D. Se utilizó una muestra de 77 modelos de estudio maxilares y mandibulares de sujetos con oclusión normal; las edades de los pacientes fueron entre 20.4 y 25 años, con una media de 23.2 años. Los pacientes fueron elegidos mediante los siguientes criterios de inclusión:<sup>105</sup>

- Clase I molar y canina de Angle.
- Ángulo ANB de 0-4 grados.
- Overbite y overjet mayor de 0 y menor de 4
- Discrepancia de longitud de arcada menor de 3 mm de torque y menor de 1 mm de espacio.
- Curva de spee recta o menor a 2 mm.
- Ausencia de desviación de línea media
- Dentición permanente con tamaño normal de dientes y forma, excepto en 3ros molares.<sup>105</sup>

Los criterios de exclusión incluyeron la presencia de defectos gingivales o unión mucogingival no identificable en los modelos, tratamiento de ortodoncia previo, y restauraciones extensas que involucraran puntos de contacto, cúspides, bordes incisales y superficies bucales.<sup>105</sup>

Los modelos se colocaron en su relación oclusal y fueron escaneados con ORAPIX KOD-300 3D escáner laser (orapix Co., Ltd, Seoul, Korea), con una resolución de 20  $\mu$ m. Los puntos FA y WALA, fueron digitalizados para cada diente, de primer molar a primer molar, usando el software virtual Rapidform 2005 (InUS technology, Inc., Seoul, Corea), para representar el arco basal y dental respectivamente (Figura 6). El punto WALA fue medido directamente debajo del FA de cada diente y perpendicular al plano oclusal. La posición oclusogingival de este punto varía de diente a diente. La

digitalización de todos los puntos fue realizada por un investigador con experiencia considerable en tecnología 3D. Se concluyó y reafirmó lo descrito por Ronay y colaboradores, el reborde WALA se localizó bucal a los puntos FA en la zona posterior y lingual en la zona anterior, con mayor proximidad entre uno y otro en la zona de caninos. Es recomendable utilizar tomografías computarizadas para evaluar la relación entre la forma del arco basal y el dental y confirmar la información arrojada por los modelos en 3D.<sup>105</sup>

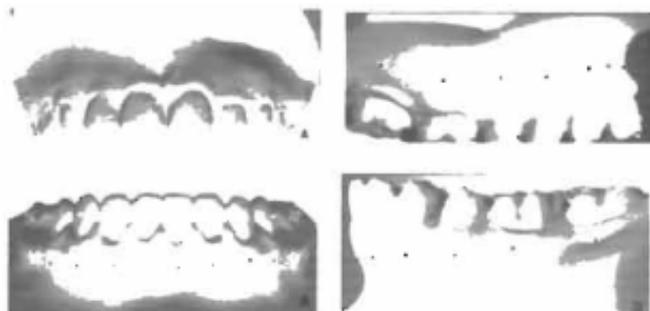


Figura 6 Los puntos FA y WALA, fueron digitalizados para cada diente, de primer molar a primer molar, usando el software virtual Rapidform 2006. Tomada de Kim K, Bayome M, Kim K, Han S, Kim Y, Baek S, Kook Y. Three dimensional evaluation of the relationship between dental and basal arch forms in normal occlusion. Relationship between dental and basal archforms. Korean J Orthod. 2011; 41 (4): 289.

Imagenología en 3D como la tomografía computarizada, puede ser usada para medir directamente el hueso basal usando marcas en tejidos blandos que se aproximen.<sup>96</sup>

Las formas de arco han sido analizadas en modelos de yeso por muchos años. El uso de modelos digitales con imágenes virtuales en 3D, toma un nuevo sentido particularmente para identificar la forma del arco basal. Cada punto identificado tiene 3 coordenadas cartesianas que precisan el análisis de su posición, la relación entre algunos puntos puede ser determinada en modelos digitales virtuales a pesar de estructuras que interfieran.<sup>10</sup> Los modelos virtuales han confirmado ser un método

confiable y reproducible, son una alternativa para sustituir los modelos de yeso.<sup>106</sup>

Según estudios la medición de reborde WALA y puntos FA puede ser usada en adultos y niños, obteniendo resultados óptimos.<sup>96</sup> Es razonable usar marcas anatómicas del arco basal como los puntos WALA para producir la forma del arco dental ideal para cada paciente (Figura 7),<sup>16, 96</sup> esto podrá llevar a unos resultados del tratamiento más predecibles y estables.<sup>16, 96</sup>

Figura 7. Marcas anatómicas del reborde WALA utilizadas para producir la forma de arco dental ideal. Tomada de: Weaver K, Tremont T, Ngan P, Fields H, Dischinger T, Martin C, Richards M, Gunel E. Changes in dental and basal archforms with preformed and customized archwires during orthodontic treatment. *Ortho Waves* 2012; 71 (2): 47.



Márcia de Fátima Conti y colaboradores realizaron un estudio en el cual se utilizó una muestra de 20 modelos de yeso (8 hombres y 12 mujeres) pertenecientes a una clínica privada ubicada en Curitiba, Paraná, Brasil. La muestra se dividió en 3 grupos: pre-tratamiento (T1), después del tratamiento (T2) y 3 años después de la finalización del tratamiento (T3). El rango de edades fue de 13 años 11 meses a 39 años 1 mes.<sup>4</sup>

Los criterios de inclusión para seleccionar la muestra de T1 fueron <sup>4</sup>

- Presencia de la dentición permanente completa, excepto los terceros molares
- Maloclusión de clase I, determinado por la relación de los primeros molares y premolares.
- Ausencia de diastema .
- Dientes y reborde alveolar visible en los modelos de yeso, siendo este último compatible y consultado con la morfología del reborde WALA presentado clínicamente por el paciente.

- Apilamiento inferior leve de 1 a 4 mm.<sup>4</sup>

Los criterios de inclusión para la muestra T2 fueron:<sup>4</sup>

- Clase I, determinado por la relación de los caninos, premolares y primeros molares.
- Overjet de 0 a 2 mm y overbite de 1 a 2 mm.
- Angulación e inclinación de las coronas según las llaves II y III de Andrews.
- Ausencia de diastema.
- Curva de spee de 0 a 2.5 mm.
- Dientes y reborde alveolar visible en los modelos, siendo esta última compatible con la morfología y del reborde WALA que presenta clínicamente el paciente.<sup>4</sup>

El tratamiento de ortodoncia se realizó de acuerdo con el siguiente protocolo: sin extracciones, brackets prescripción Andrews estándar con ranura 0.022 x 0.028", los arcos fueron individualizados en base al reborde WALA.<sup>4</sup>

Los criterios de exclusión fueron: pacientes con agenesia, dientes supernumerarios, o amorfos, dientes con restauraciones y aquellos con compromiso de las bases óseas en dirección sagital.<sup>4</sup>

Para la delimitación de los ejes, bordes y puntos de referencia, y la obtención de las dimensiones de los modelos de yeso se emplearon: lápiz negro (modelo 1250 Regent t5.5v 6B, Faber Castell, SP) y un calibrador digital con una resolución de 0.01 mm y precisión de aproximadamente 0.02 mm (Mitutoyo Ltda SP). Las mediciones se llevaron a cabo exclusivamente por el investigador, por método visual. Los puntos a delimitar fueron los siguientes:<sup>4</sup>

- a) Eje vestibular de la corona clínica (EVCC). Es el eje axial de cada diente, parte más prominente del lóbulo central de la superficie bucal de las coronas de todos los dientes excepto los molares, el cual, se asignó en el surco que separa las dos

grandes cúspides bucales. La demarcación se hizo con la superficie del grafito en las coronas de los caninos y primeros molares.

- b) **Reborde WALA:** se traza una línea sobre el borde de tejido blando situado por debajo de los márgenes gingivales de las coronas de los dientes inferiores y justo encima de la unión mucogingival.
- c) **Punto del eje vestibular (EV punto):** es el punto localizado sobre el eje axial de los dientes, que separa a la mitad la porción gingival y oclusal del diente. La demarcación se hizo con la punta del lápiz en las coronas de los caninos y primeros molares.
- d) **Punto WALA:** Se localiza en la intersección de la línea del reborde WALA y la del EVCC (Figura 8) <sup>4</sup>



Figura 8. Ejemplo de la localización del punto WALA. Tomada de: Conti M, Filho M, Vedovello S, Valdrighi H, Kuramas M. Avaliação longitudinal de arcadas dentárias individualizadas com o método Borda WALA. *Dental Press J Orthod*. 2011, 16 (2). Consultado el 2 de junio del 2013 en <http://dx.doi.org/10.1590/S2176-94512011000200009>

Durante el tratamiento de ortodoncia la distancia intercanina se puede aumentar, pero muchos autores han observado que cualquier cambio en el ancho intercanino era inestable, por lo tanto, la anchura original se debe mantener para aumentar la estabilidad a largo plazo. Según los resultados obtenidos en este estudio, se puede afirmar que el método para establecer formas de arco basándose en el reborde WALA mostró validez y permite la individualización de los arcos dentales con el fin de fomentar la estabilidad después del tratamiento. <sup>4</sup>

En 2010, Triviño y colaboradores realizaron un estudio para evaluar las distancias entre los dientes inferiores permanentes y su proceso alveolar en una población brasileña con oclusión normal y la comparó con valores de la población americana. Se utilizaron 59 modelos de estudios mandibulares de sujetos no tratados con ortodoncia que cumplieran con al menos 4 de las 6 llaves de la oclusión descritas por Andrews. Un programa computarizado se utilizó para calcular las distancias. Los resultados mostraron un incremento progresivo en las distancias de la zona anterior a la posterior, de 0.00 a 2.49 mm (Figuras 9 y 10) Todas las medidas tuvieron diferencias significativas comparándolas con la muestra americana. Se concluyó que la población brasileña con oclusión normal, tiene una inclinación más lingual de las coronas comparándola con la población americana. Aunque estos datos tuvieron diferencias significativas, no parecen tener significancia clínica.<sup>106</sup>

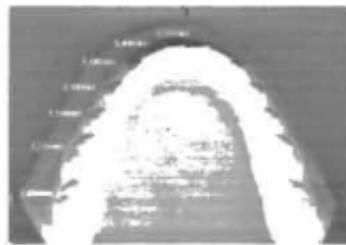


Figura 9 (Izquierda). Localización de los puntos FA y WVR por medio de un software computarizado. Figura 10 (Derecha). Discrepancia entre los puntos FA y reborde WALA. Tomada de: Triviño F, Furquim D, Andres W. Evaluation of distances between the mandibular teeth and the alveolar process in Brazilians with normal occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010; 137 (3): 308 e1–308 e2-3.

En el norte de la India, Vikrant Bhandari y colaboradores aplicaron un estudio en población Himachali, en individuos con oclusión natural, para determinar la relación entre los dientes inferiores y su hueso basal. Se evaluaron 50 modelos dentales, de pacientes con edades de entre 13 y 21 años, con todos los dientes en oclusión excepto los 3ros. molares. Los criterios de inclusión fueron los siguientes.<sup>107</sup>



propuestos, a través de la cefalometría, en el tratamiento del paciente. En Julio de 1999, los Dres. Bennett y McLaughlin, publican en el JCO2, "The Dental VTO: An Analysis of Orthodontic Tooth Movement" (El VTO Dentario: Un Análisis del Movimiento Dentario Ortodóncico), propuesta que tiene como finalidad el graficar y planificar la dirección y cantidad de los movimientos requeridos tanto en el arco maxilar como en el arco mandibular. Se ha tratado de desarrollar una descripción de la elaboración del VTO dentario e incorporar el análisis y la valoración transversal a partir de la estimación propuesta por Andrews y posteriormente desarrollada por Nappa, sobre el punto EV dentario y el borde WALA.<sup>108</sup> El Dr. Nappa utiliza la filosofía del Dr. Andrews para examinar primero y prever después, es decir, tener un camino diagnóstico de la arcada inferior.<sup>109</sup>

La filosofía Damon también se basa en el reborde WALA para la elaboración de su diagnóstico, al diagnóstico convencional de los casos clínicos se le incorporan principios especiales, en lo que se refiere a la obtención de espacio en el arco inferior por adaptación funcional posterior, mediante el análisis del Dr. Nappa, basado en observaciones de los doctores Andrews y Ricketts,<sup>87</sup> el trabajo del Dr. Andrews utilizado para esto, es relativo a las distancias que verificó constantes y repetidas en los casos ideales no tratados entre los centros de las coronas clínicas (C C) y la línea mucogingival inferior, es decir, el reborde WALA, el cual se encuentra casi al mismo nivel que el centro de rotación de las piezas dentarias inferiores.<sup>110</sup>

El método para la predicción de la expansión transversal en el arco inferior propuesto por el Dr. Nappa se basa en la medición del reborde WALA y el arco formado por los puntos en el centro de las coronas clínicas, esta predicción la realiza midiendo del reborde WALA derecho al izquierdo, restándole la distancia ideal, posteriormente se mide el arco dental derecho al izquierdo, Nappa sostiene que si la distancia del reborde WALA es mayor que la del arco dental, se esperarán cambios transversales, los cuales no serán en relación 1-1 sino que dependerá de cada diente que se evalúe.<sup>111</sup>

Lo que queda claro es que con cualquier método utilizado para establecer la forma de arco, quien la decide es el ortodoncista, por lo que es algo subjetivo.<sup>6</sup>

Los tratamientos de ortodoncia tienen ciertos límites, un tratamiento de ortodoncia exitoso dependerá de varias disciplinas, no de todas tenemos el control; también dependerá de la cooperación del paciente y de la genética que lo define; por lo tanto, el comprometerse a un tratamiento exitoso, sólo será aceptable cuando las limitaciones lo permitan.<sup>112</sup>

#### • Justificación

Esta investigación surge de la importancia que hay en que cada paciente tenga una forma de arco dental adecuada en relación a sus bases óseas, se han realizado muchos estudios sobre la forma de arco prevalente de acuerdo a poblaciones, razas, etc., pero, aun así caen en formas estándar. El reborde WALA es una estructura anatómica, que se puede tomar como referencia para individualizar los arcos utilizados en el tratamiento, ya que según la literatura, es el soporte de las raíces de los dientes inferiores, el cual, da la forma de arco para los dientes superiores y la estabilidad del tratamiento a largo plazo.

No existen estudios acerca de las discrepancias entre el arco dental y el reborde WALA en pacientes con maloclusión clase II y III, ni de su correlación con la magnitud de la clase esquelética. Debido a que el reborde WALA se basa en una estructura sobre la base ósea de la mandíbula, se podría esperar que en cualquier maloclusión esquelética, debido a las compensaciones dentoalveolares que se producen, hubiera una discrepancia entre el arco dental y el reborde WALA asociada según los diferentes tipos de dichas maloclusiones, esto deberá considerarse en el diagnóstico y plan de tratamiento.

- **Planteamiento del problema**

Existe diversidad de forma de arcos dentarios y basales en la población. Al utilizar plantillas estandarizadas y arcos preformados en el tratamiento de ortodoncia, se podría alterar la forma de arco dental, de tal manera que no se logre la armonía con su base ósea, esto provocaría poca estabilidad del tratamiento y mayor probabilidad de recidiva.

El reborde WALA se define como una banda de tejido blando queratinizado, adyacente a la unión mucogingival mandibular, que sirve como una referencia, con el objetivo de la centralización de las raíces de los dientes inferiores en el hueso basal, incrementando de esta manera la estabilidad de los tratamientos de ortodoncia.

En la actualidad existen pocos reportes de métodos estandarizados para individualizar arcos ortodóncicos basándose en el reborde WALA, ya sea con métodos manuales o computarizados.

Debido a las distintas compensaciones dentoalveolares características de cada maloclusión podría esperarse mayor o menor discrepancia del arco dental y el reborde WALA en algunas de ellas.

- **Pregunta de investigación:**

¿Existe relación entre la discrepancia del reborde WALA y el arco dental con base a las diferentes maloclusiones esqueléticas?

- **Hipótesis**

Existe relación entre la discrepancia del reborde WALA y el arco dental de acuerdo a la maloclusión esquelética.

- **Objetivo general**

Evaluar la discrepancia entre el arco dental y el reborde WALA en las maloclusiones esqueléticas clase II y clase III.

- **Objetivos específicos**

- Medir la distancia entre el arco dental y el reborde WALA en modelos de estudio de pacientes con maloclusión clase II esquelética.
- Medir la distancia entre el arco dental y el arco WALA en modelos de estudio de pacientes con maloclusión clase III esquelética.
- Evaluar si existe cambio en la dirección de la discrepancia según la clase esquelética.
- Evaluar si existe correlación entre la severidad de la maloclusión esquelética y la magnitud de la discrepancia entre el reborde WALA y el arco dental.

### III. MATERIAL Y MÉTODOS

#### Tipo de estudio:

Correlacional, transversal y observacional

#### Universo:

El universo fueron 598 modelos de estudio inferiores del archivo de la Especialidad de Ortodoncia de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit.

**Criterios de inclusión:**

- Modelos de estudio inferiores de pacientes de 15-35 años.
- Dentición permanente con erupción completa de 7-7.
- Pacientes con maloclusión clase II y clase III esquelética.
- Pacientes con un ángulo ANB mayor a 2 grados.
- Pacientes con un ángulo ANB menor a 2 grados.

**Criterios de exclusión:**

- Presencia de defectos gingivales apreciables en los modelos.
- Unión mucogingival no identificable en los modelos.
- Radiografías en las cuales las estructuras anatómicas no permitan determinar el punto Na, A y B.
- Restauraciones o fracturas en bordes incisales y superficies bucales.
- Anomalías evidentes de tamaño, forma y número.
- Aumento de volumen gingival.

**Variables:**

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables.

**Muestra:**

El tamaño de muestra se determinó por conveniencia, se seleccionaron 50 casos con maloclusión clase II esquelética y originalmente se determinó lo mismo para la clase III, aunque en la práctica solamente se pudieron analizar 13 modelos.

**Método:**

Con base a radiografías laterales de cráneo de pacientes de la Especialidad de Ortodoncia de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit, se eligió la muestra clasificando las radiografías según la maloclusión esquelética, basándose en el ángulo ANB, el cual se obtuvo mediante trazos cefalométricos realizados únicamente por el investigador, se incluyeron en la muestra pacientes con clase II y clase III esquelética de Angle que cumplieron con los criterios de inclusión.

De estos mismos pacientes, se utilizó el modelo de estudio inferior para realizar la localización de los puntos FA (facial axis) y WR (WALA ridge), los cuales, se marcaron con un estilógrafo, se realizó primero la localización del punto FA, el cual, se determinó con el eje axial del diente en su cara vestibular y se colocó un punto en la mitad de la corona clínica en sentido oclusogingival. la altura de la corona clínica se determinó por medio de un vernier digital utilizando un método de redondeo, en el cual menor a 0.5 mm se tomó como el número anterior inmediato, así como mayor a 0.5 mm se tomó como el número posterior inmediato (Figura 12, 13 y 14).

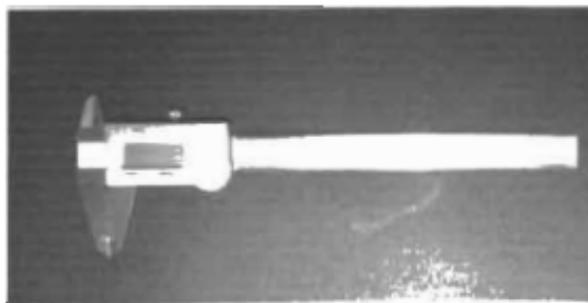


Figura 12. Vernier digital MyCAL LITE Mitutoyo

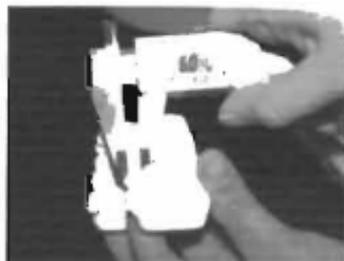


Figura 13 (Izquierda). Se determina la altura de la corona clínica.

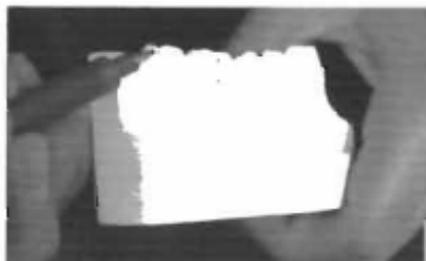


Figura 14 (Derecha). Se marcan el punto FA.

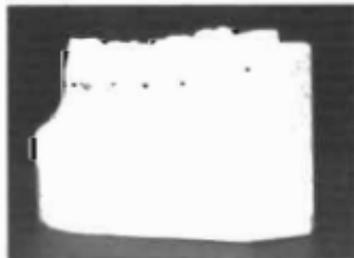
Posteriormente, se localizó el punto WR ubicando el punto más prominente del reborde WALA, siguiendo el eje facial del diente, directamente bajo el punto FA y marcándolo con un estilógrafo (Figura 15)



Figura 15 Localización del punto WR

Teniendo localizados los puntos FA y WR (Figuras 16 y 17), se realizó la medición entre los puntos, esta medición se obtuvo colocando el modelo de estudio verticalmente, de manera que la punta del calibrador de alturas digital iGAGING<sup>®</sup> mini MAG (Figura 18) pudiera contactar con el punto FA, arrojando el resultado de una altura (Figuras 19 y 20), el modelo se dejó en la misma posición para después medir el punto WR y obtener

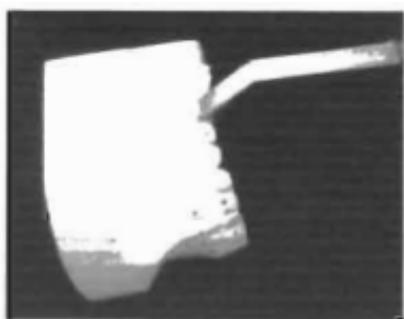
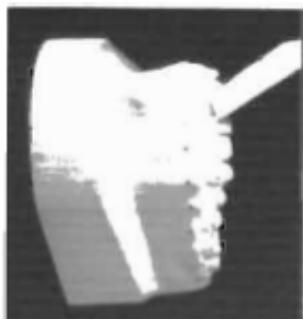
la altura de éste (Figuras 21 y 22), se registraron ambas alturas en una tabla de recolección de datos hecha en Microsoft Office Excel 2010, se obtuvo la diferencia cuantitativa entre ambas alturas para cada diente, determinando de esta manera la distancia vestibulolingual entre uno y otro.



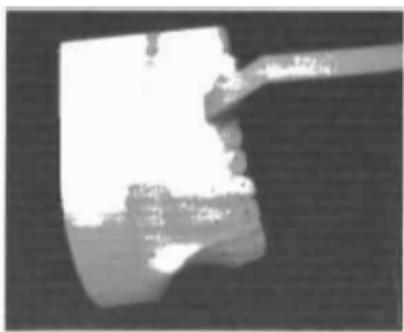
Figuras 16 y 17. Localización de los puntos FA y WR en vista frontal y lateral, respectivamente



Figura 18. Calibrador de alturas digital JGAGING® mini MAG



Figuras 19 y 20. Medición de la altura del punto FA en dientes anteriores y posteriores, respectivamente.



Figuras 21 y 22. Medición de la altura del punto WR en dientes anteriores y posteriores, respectivamente.

• Manejo de datos

**Recolección de datos**

Las mediciones se registraron en una tabla de recolección de datos en el programa Microsoft Office Excel 2010, se asignaron celdas con el nombre de la información necesaria como: número de caso, iniciales del paciente, sexo, SNA, SNB,

ANB, clase esquelética, altura de la corona de cada diente de la arcada inferior al cual se le asignó la abreviatura AC seguida del número de pieza, por ejemplo AC46, para referirse a la altura de la corona del primer molar inferior derecho, se registró en  $\alpha_{AC}$  celda el dato de la mitad de la altura de la corona de cada diente de la arcada inferior, al cual se le asignó la abreviatura MC seguida del número de pieza, por ejemplo MC46. (Anexo 2).

### Tabulación

Una vez determinada la clase esquelética de cada caso y ubicados los puntos FA (facial axis, mitad de la corona clínica) y los puntos WR (WALA ridge), se tabularon en una tabla de recolección de datos las alturas de estos dos puntos y su discrepancia, utilizando una tabla para los casos clase III esquelética y otra para los clase II esquelética, se utilizaron las abreviaturas AFA, que denotaron la altura del punto FA seguida del número de pieza de la arcada inferior, también se utilizó la abreviatura AWR refiriéndose a la altura del punto WR seguida del número de pieza, se registró la discrepancia entre ambas alturas por medio de una función, con la abreviación D seguida del número de pieza. (Anexo 3).

El análisis estadístico consistió en calcular la media y la desviación estándar de las discrepancias entre el punto FA y WR de cada diente en los modelos de estudio inferiores con maloclusión clase II y III esquelética, así como su comparación con el valor de la norma propuesta por el Dr. Andrews para la clase I esquelética, por medio de la prueba de t de Student. Las discrepancias mencionadas anteriormente, se correlacionaron con el ángulo ANB, por medio de la prueba de correlación de Pearson.

- **Organización**

**Programa de trabajo:**

Se definió tema con asesoría del director de tesis en los meses de enero a marzo del 2013; se recopiló la información necesaria para realizar el marco teórico en los meses de abril a junio del 2013; se hizo la redacción en los meses de julio a septiembre del 2013, el protocolo de investigación se diseñó en los meses de octubre a diciembre del 2013 y la muestra se recolectó en los meses de enero a marzo del 2014; en los meses de abril a julio del 2014, se realizaron las mediciones en las radiografías laterales de cráneo y modelos de estudio; el análisis de datos se realizó en agosto del 2014, los resultados y la discusión se elaboraron en septiembre del 2014 y finalmente se entregó la tesis en octubre del 2014. Se anexa el diagrama de Gantt para el anteproyecto (Anexo 4).

**Recursos humanos:**

Tesista, director de tesis y codirector de tesis

**Recursos materiales:**

- Radiografías laterales de cráneo.
- Negatoscopio.
- Papel cefalométrico.
- Estilógrafo
- Protractor.
- Modelos de estudio inferiores
- Vernier digital MyCAL, LITE Mitutoyo
- Calibrador de alturas digital (GAGING® mini MAG)
- Laptop Acer

- Tabla de recolección de datos en Microsoft Excel 2010.
- Paquete de datos para análisis estadístico SPSS versión 18.

#### **Presupuesto y financiamiento:**

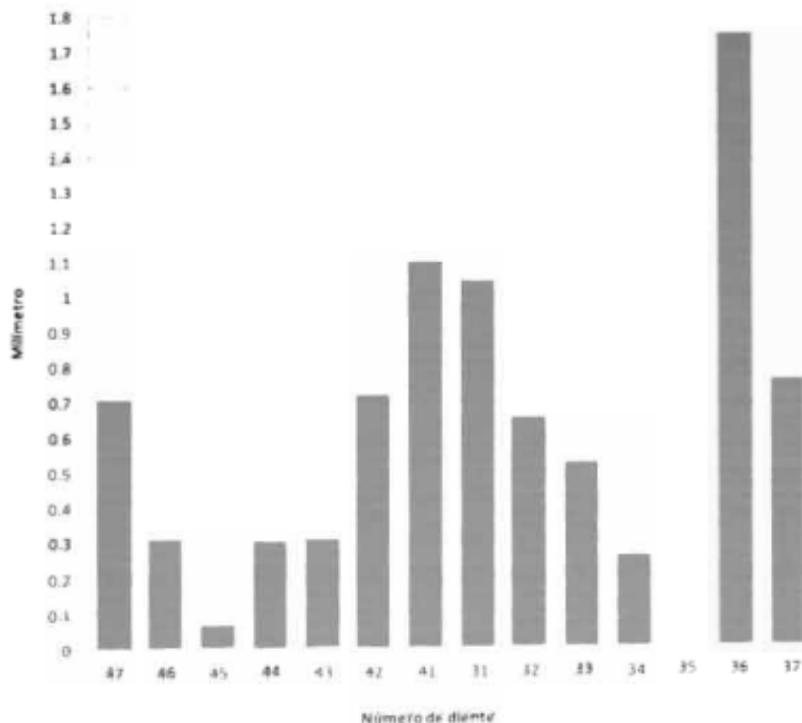
- Las radiografías laterales de cráneo y modelos de estudio fueron obtenidos de los archivos de la Especialidad de Ortodoncia de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit.
- Los gastos del tiempo invertido en la investigación del director y codirector fueron cubiertos por la Universidad Autónoma de Nayarit.
- Los gastos materiales fueron cubiertos por el investigador.

#### **IV. RESULTADOS**

La discrepancia entre WR y FA de los modelos de estudio con clase II esquelética en comparación con la norma del Dr. Andrews en modelos de estudio con clase I esquelética, fue estadísticamente significativa en todos los dientes, excepto en OD 45, 35 y 34, es decir en zona de molares y segmento anterior (Gráfica 1).

Los valores promedio, desviación estándar y diferencia significativa encontrados para cada pieza en la clase II esquelética se presentan en la Tabla 1.

Gráfica 1. Discrepancia de WR-FA entre la Clase I y II esquelética



Gráfica 1. Se observa la discrepancia entre los puntos FA y el reborde WALA, entre la norma del Dr. Andrews y la clase II esquelética. Fuente: tabla de recolección de datos.

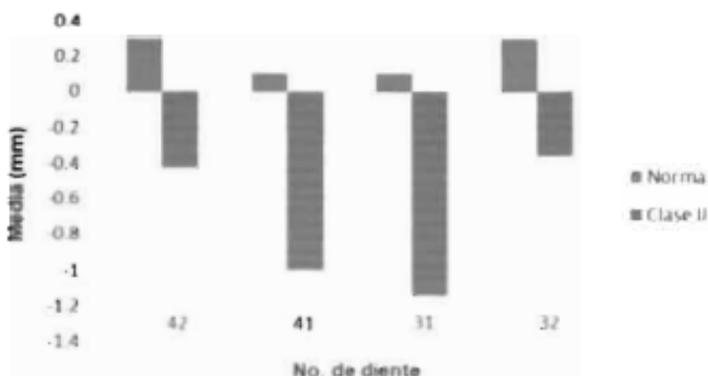
**Tabla 1. Resultados de los modelos de estudio con clase II esquelética**

Número de diente	Norma (mm)	Media (mm)	Desviación estándar	P-S
47	2.2	2.9050	0.62560	<b>0.000 (P&lt; 0.01)</b>
46	2.0	2.3060	0.68425	<b>0.003 (P&lt; 0.01)</b>
45	1.3	1.3644	0.91222	0.620
44	0.8	0.5002	0.5002	<b>0.037 (P&lt; 0.05)</b>
43	0.6	0.2930	0.87002	<b>0.016 (P&lt; 0.01)</b>
42	0.3	- 0.4216	1.87983	<b>0.066 (P&lt; 0.05)</b>
41	0.1	- 1.0012	1.68969	<b>0.000 (P&lt; 0.01)</b>
31	0.1	- 1.1460	1.07663	<b>0.000 (P&lt; 0.01)</b>
32	0.3	- 0.3556	1.27071	<b>0.014 (P&lt; 0.01)</b>
33	0.6	0.0760	1.12501	<b>0.002 (P&lt; 0.01)</b>
34	0.8	0.5394	1.03847	0.082
35	1.3	1.3092	0.98046	0.947
36	2.0	0.2378	0.71066	<b>0.022 (P&lt; 0.05)</b>
37	2.2	2.9660	0.77935	<b>0.000 (P&lt; 0.01)</b>

**Tabla 1.** Resultados de los modelos de estudio con clase II esquelética. Fuente: tabla de recolección de datos.

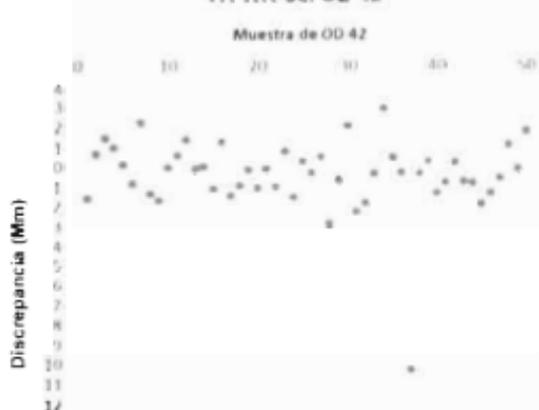
También se observaron cambios en la dirección de la discrepancia entre los puntos FA y WR en todos los incisivos, en comparación con la norma del Dr. Andrews, en la cual el punto FA está en una relación lingual respecto al punto WR, contrario a los resultados obtenidos en los modelos de estudio de los clase II esquelética, lo cual se interpreta como una tendencia a la vestibularización en los incisivos (Gráfica 2-B). En el resto de las piezas con discrepancia significativa la tendencia fue una lingualización, es decir, en molares y caninos.

Gráfica 2. Dirección de la discrepancia en incisivos



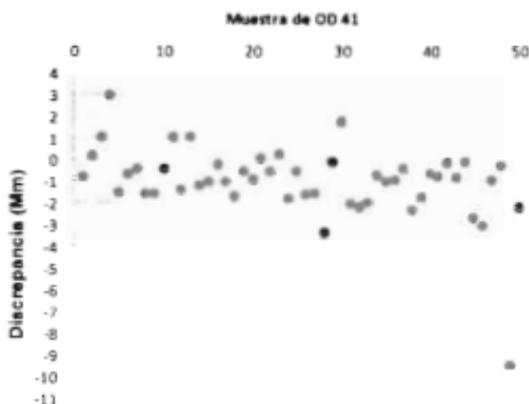
Gráfica 2. Mayor a 0 mm indica una inclinación lingual de las coronas con respecto al reborde WALA. En los modelos de estudio con clase II esquelética, se observa un cambio de dirección de todos los incisivos. Fuente: tabla de recolección de datos.

Gráfica 3. Comportamiento de la discrepancia de FA-WR del OD 42



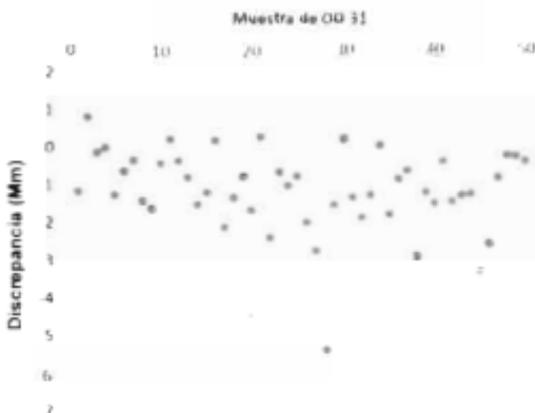
Gráfica 3. Comportamiento de la discrepancia (valores promedio) entre el punto FA y WR del OD 42 en los 50 modelos de estudio inferiores con clase II esquelética. Fuente: tabla de recolección de datos.

**Gráfica 4. Comportamiento de la discrepancia de FA-WR de OD 41**



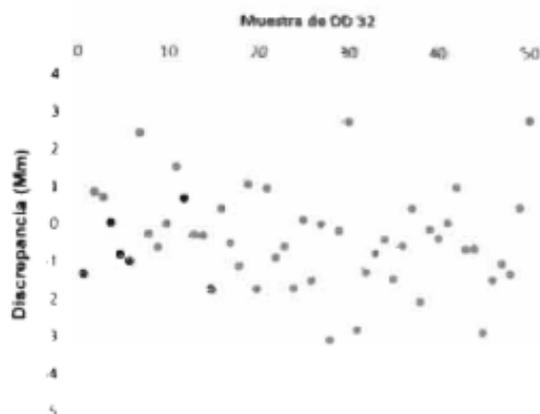
**Gráfica 4.**  
Comportamiento de la discrepancia (valores promedio) entre el punto FA y WR del OD 41 en los 50 modelos de estudio inferiores con clase II esquelética. Fuente: tabla de recolección de datos.

**Gráfica 5. Comportamiento de la discrepancia de FA-WR de OD 31**



**Gráfica 5.**  
Comportamiento de la discrepancia (valores promedio) entre el punto FA y WR del OD 31 en los 50 modelos de estudio inferiores con clase II esquelética. Fuente: tabla de recolección de datos.

Gráfica 6. Comportamiento de la discrepancia de FA-WR de OD 32



Gráfica 6. Comportamiento de la discrepancia (valores promedio) entre el punto FA y WR del OD 32 en los 50 modelos de estudio referidos con clase II esquelética. Fuente: tabla de recolección de datos.

La discrepancia entre WR y FA de los modelos de estudio con clase III esquelética en comparación con la norma del Dr. Andrews realizada en modelos de estudio con clase I y normoclusión, que cumplían con las 6 llaves de la oclusión, propuestas por él mismo, fue estadísticamente significativa en: OD 47 con un valor de 0.004 ( $P \leq 0.01$ ), OD 46 con 0.010 ( $P \leq 0.01$ ), OD 45 con 0.048 ( $P \leq 0.05$ ), OD 44 con 0.030 ( $P \leq 0.05$ ), OD 43 con 0.038 ( $P \leq 0.05$ ) y OD 37 con 0.001 ( $P \leq 0.01$ ). Los valores promedio, desviación estándar y diferencia significativa encontrados para cada pieza en la clase III esquelética se presentan en la Tabla 2.

Por las limitaciones del estudio en cuanto a modelos de estudio con clase III esquelética, no se pueden considerar representativos, debido a que el número de muestra fue muy reducido.

**Tabla 2. Resultados de los modelos de estudio con clase III esquelética**

Número de diente	Norma (mm)	Media (mm)	Desviación estándar	P <
47	2.2	3.1946	1.00607	<b>0.004 (P&lt;0.01)</b>
46	2.0	2.6285	0.074046	<b>0.010 (P&lt;0.01)</b>
45	1.3	1.9492	1.06538	<b>0.048 (P&lt;0.05)</b>
44	0.8	1.3308	0.77576	<b>0.008 (P&lt;0.05)</b>
43	0.6	1.1977	0.92510	<b>0.038 (P&lt;0.05)</b>
42	0.3	0.3792	0.62557	0.134
41	0.1	-0.6392	2.14464	0.238
31	0.1	0.1562	0.91769	0.334
32	0.3	0.2477	1.20940	0.668
33	0.6	0.7769	0.76717	0.422
34	0.8	0.9238	0.46044	0.361
35	1.3	1.7131	0.98397	0.156
36	2.0	2.1892	0.68445	0.339
37	2.2	2.9677	0.61208	<b>0.001 (P&lt;0.01)</b>

**Tabla 2.** Resultados de los modelos de estudio con clase III esquelética. Tomada de: tabla de recolección de datos

Se consideró el ANB de menor a mayor de los 50 pacientes clase II esquelética, y se correlacionó con cada uno de los órganos dentarios, por medio de la prueba de correlación de Pearson, para observar la relación entre la magnitud de la maloclusión esquelética clase II y las discrepancias entre los puntos FA y WR, los resultados demostraron que no existe correlación alguna (Tabla 3).

**Tabla 3. Correlación entre la magnitud de la maloclusión esquelética clase II y las discrepancias dentoalveolares**

Numero de diente	Discrepancia entre los puntos FA y WR (mm)	Correlación de Pearson con el ángulo ANB (Pc)
47	2 9050	- 0.145
46	2 3060	- 0.076
45	1 3644	0 011
44	0 5002	0 108
43	0 2930	0 019
42	- 0 4216	0 202
41	- 1 0012	0 118
31	- 1 1460	- 0.056
32	- 0 3556	0 109
33	0 0760	- 0 010
34	0 5394	0 102
35	1 3092	0 116
36	0 2378	0 058
37	2 9660	0 160

**Tabla 3.** Correlación entre las discrepancias dentoalveolares y el ANB de pacientes con maloclusión clase II esquelética

## V. DISCUSIÓN

Ronay (2008), Kwang-Yoo Kim (2009) y Vikrant Bhandari (2012), reportaron estudios en los cuales se evaluó la discrepancia entre los puntos FA y el reborde WALA, únicamente en pacientes con clase I dental, que cumplieron con los criterios de una oclusión ideal descritos por el Dr. Andrews, como resultado de éstos, se concluyó y reafirmó lo descrito por Andrews, el reborde WALA se localizó bucal a los puntos FA en la zona posterior y un poco menos en la zona anterior, teniendo la mayor proximidad entre uno y otro en la zona de caninos.

Por su parte Triviño y colaboradores (2010) realizaron un estudio que evaluó en una población brasileña donde evaluaron las distancias entre los dientes inferiores y su proceso alveolar en modelos de estudio de pacientes con clase I dental que cumplieran con las 6 llaves de la oclusión de Andrews. Triviño comparó estos valores con los obtenidos por Andrews en población americana. Todas las medidas tuvieron diferencias significativas comparándolas con la muestra americana. Se concluyó que la población brasileña con oclusión normal, tiene una inclinación más lingual de las coronas en comparación con la población americana, alejándose a lo descrito por Andrews.

Sin embargo, a pesar de los estudios realizados, a la fecha, poco o nada se ha escrito en relación al reborde WALA y su correlación con las maloclusiones esqueléticas, por lo cual los resultados obtenidos en este estudio sentarán las bases para futuras investigaciones.

## VI. CONCLUSIONES

En los modelos con clase II esquelética hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) y ( $p \leq 0.5$ ) en la discrepancia entre los puntos F.A de las coronas clínicas y el reborde WALA, respecto a la norma del Dr. Andrews, estipulada con modelos en clase I esquelética y dental; estas discrepancias fueron significativas en molares y piezas anteriores, esto significa que dichos dientes se encuentran alejados de la posición ideal respecto a su base ósea. En los molares y caninos no se observó ningún cambio en la dirección de la discrepancia, es decir que solo están aún más lingualizados respecto al reborde WALA que lo estipulado en la norma, sin embargo, en los incisivos si se observaron cambios en dicha dirección, ya que, según la norma, deben estar ligeramente en dirección lingual respecto al reborde WALA, contrario a esto, en los clase II esquelética, se reportó una vestibularización en las cuatro incisivos. Por lo tanto los resultados indican que en la clase II esquelética la compensación dental tiene una tendencia a la lingualización de molares y caninos y a una vestibularización de los incisivos.

No hubo correlación alguna entre las discrepancias obtenidas y la magnitud de la clase esquelética, por lo que las compensaciones dentales observadas, se podrían presentar en una maloclusión esquelética clase II ligera o severa.

En los modelos con clase III esquelética no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en todos los dientes, esto puede ser porque debido a las limitaciones del estudio, en cuanto a número de modelos, la muestra fue menor.

Por lo tanto, se concluye que en los pacientes con clase II esquelética existen desplazamientos dentales constantes, en magnitud y dirección, alejados de la norma propuesta por el Dr. Andrews, por lo que deben tomarse en cuenta estas compensaciones dentales para elaborar un diagnóstico acertado, encaminado a un tratamiento ortodóncico estable.

Al realizar este estudio se encuentra importante el comparar la norma del Dr. Andrews, elaborada en pacientes con clase I, que cumplan con ciertos criterios de una oclusión ideal, con pacientes clase I esquelética de la población nayarita, para validar aún más los presentes resultados.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Canut J. Capítulo 1. Concepto de Ortodoncia. Ortodoncia clínica y terapéutica. Barcelona, España. Masson. 1988: 1-15.
2. Di Santi J, Vázquez V. Maloclusión clase I: definición, clasificación, características clínicas y tratamiento. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría 2003. Consultado el de junio del 2013 en: <http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2003/art8.asp>
3. Bell W. Subapical osteotomy to increase mandibular arch length. Am J Orthod. 1978; 74 (3): 276-85.
4. Conti M, Filho M, Vedovello S, Valdrighi H, Kuramae M. Avaliação longitudinal de arcadas dentárias individualizadas com o método Borda WALA. Dental Press J. Orthod. 2011; 16 (2). Consultado el 2 de junio del 2013 en: <http://dx.doi.org/10.1590/S2176-94512011000200009>
5. Conti M, Vedovello F, Scudeler S, Valdrighi H, Kuramae M. Longitudinal evaluation of dental arches individualized by the WALA ridge method. Dental Press J Orthod. 2011; 16 (2): 65-74.
6. Paranhos L, Andrews W, Jóias R, Bérzin F, Júnior E, Triviño T. Dental arch morphology in normal occlusions. Braz J Oral Sci. 2011; 10 (1): 65-8.
7. Kook Y, Nojima K, Moon H, McLaughlin R, Sinclair P. Comparison of arch forms between Korean and North American white populations. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2004; 126 (6): 680-6.
8. Gafni Y, Tzur L, Nojima K, McLaughlin R, Abed Y, Redlich M. Comparison of arches forms between Israeli and North American white populations. Am J Orthod Dentofacial



Orthop. 2011; 139 (3): 339-44.

9. Arai K, Will L. Subjective classification and objective analysis of the mandibular dental-arch form of orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139 (4): 315-321.
10. Mutinelli S, Manfredi M, Cozzani M. A mathematic-geometric model to calculate variation in mandibular arch form. *Eur J Orthod.* 2000; 22: 113-25.
11. Lara-Carrillo E, González-Pérez J, Kubodera-Ito T, Montien N, Esquivel G. Dental arch morphology of Mazahua and mestizo teenagers from central Mexico. *Braz J Oral Sci* 2009; 8 (2) 92-6
12. Lombardo L, Saba L, Scuzzo G, Takemoto K, Oteo L, Palma J, Siciliani G. A new concept of anatomic lingual arch form. *Am J Orthod and Dentofacial Orthop.* 2010; 138: 260.e1-e13.
13. Diccionario de la Real Academia Española. 22va edición. Consultado el 11 de junio del 2013 en: <http://www.rae.es/rae.html>
14. Uysal T, Usumez S, Memli B, Sari Z. Dental and alveolar arch widths in normal occlusion and class III malocclusion. *Angle Orthod.* 2005; 75 (5): 809-13
15. Uysal T, Memli B, Usumez S, Sari Z. Dental and alveolar arch widths in normal occlusion, class II division 1 and class 2 division 2. *Angle Orthod.* 2005; 75 (6): 941-47
16. Ronay V, Miner R, Will L, Arai K. Mandibular arch form: The relationship between dental and basal anatomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 134 (3): 430-38.

17. Lashar M. A consideration of the principles of mechanical arches as applied to the dental arch. *Angle Orthod.* 1934; 4 (3): 248-68.
18. Pruzansky S. Factors determining arch form in clefts of the lip and palate. *Am J Orthod.* 1955; 41 (11): 827-51.
19. D' Escriván L, Torres M. Capítulo IV. Los arcos dentarios. D'Escriván Ortodoncia en Dentición Mixta. Colombia. AMOLCA. 2007: 85-104.
20. Sangwan S, Chawla H, Goyal A, Gauba K, Mohanty U. Progressive changes in arch width from primary to early mixed dentition period: a longitudinal study. *Journal of Indian Society of pedodontics and preventive dentistry* 2011; 29 (1): 14-9
21. Hassanali J, Odhiambo J. Analysis of dental cast of 6-8 and 12 year old Kenyan children. *Eur J Orthod.* 2000; 22: 135-42.
22. Moreno K, Meneses A, Morzán E. Dimensiones de arcos dentarios en niños de 4 a 8 años de edad con diferente estado nutricional. Talara – Piura. *Rev Estomatol Herediana.* 2004; 14 (1-2): 18-21
23. Romani N. Correlación entre el ancho transpalatino con el ancho maxilar y facial en escolares de 8 a 10 años de edad. Tesis para obtener el grado de Cirujano Dentista. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú. 2003; 1-95.
24. Williams F, Valverde R, Meneses A. Dimensiones de arcos y relaciones oclusales en dentición deciduo completa. *Rev Estomatol Herediana.* 2004; 14 (1-2): 22-16.
25. Slaj M, Jezina M, Lauc T, Rajic-Mestrovic S, Miksic M. Longitudinal dental arch changes in mixed dentition. *Angle Orthod.* 2003; 73 (5): 509-14.

26. Foster T, S.F, Orth D, Grundy M, Lavelle C. A longitudinal study of dental arch growth. *Am J Orthod.* 1977; 72 (3): 309-14.
27. Bondevik O. Differences between high-and low-angle subjects in arch form and anterior crowding from 23 to 33 years of age. *Eur J Orthod.* 2007; 29: 413-16.
28. Marcusson A, Paulin G. Changes in occlusion and maxillary dental arch dimensions in adults with treated unilateral complete cleft lip and palate: a follow up study. *Eur J Orthod.* 2004; 26: 385-90.
29. Bishara SE, Khadivi P, Jakobsen JR. Changes in tooth size-arch length relationships from the deciduous to the permanent dentition: a longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 108 (6): 607-13.
30. Gardner R. A comparison of four methods of predicting arch length. *Am J Orthod.* 1979; 75 (4): 387-98.
31. Howes A. Arch width in the premolar region-still the major problem in orthodontics. *Am J Orthod.* 1957; 43 (1): 5-31
32. Rastegar-Lan T, Al-Azemi R, Thalib L, Artun J. Dental arch dimensions of adolescent Kuwaitis with untreated ideal occlusion: variation and validity of proposed expansion indexes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; 142 (5): 635-44
33. Kageyama T, Dominguez G, Vigorito J, Deguchi T. A morphological study of the relationship between arch dimensions and cráneo-facial structures in adolescents with Class II division 1 malocclusion and various facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129 (3): 368-75.
34. Cassidy K, Harris E, Tolley E, Kleim R. Genetic influence on dental arch form in

- orthodontic patients. *Angle Orthod.* 1998; 68 (5): 445-54.
35. Moss M, Greenberg S. Functional cranial analysis of the human maxillary bone. I, basal bone. *Angle Orthod.* 1967; 37 (3): 151-64.
36. Slaj M, Spalj S, Jelusic D, Slaj M. Discriminant factor analysis of dental arch dimensions with 3-dimensional virtual models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 140 (5): 680-7.
37. Rivera S, Triana F, Soto L, Bedoya A. Forma y tamaño de los arcos dentales en una población escolar de indígenas amazónicos. *Colombia Médica.* 2008; 39 (1): 51-6.
38. Triviño T, Furqum D, Scanavini M. A new concept of mandibular dental arch forms with normal occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133 (1): 10.e15-10.e22.
39. Gunduz S, Devecioglu J, Sahin S, Hamamci O. Longitudinal changes in dental arches from mixed to permanent dentition in a Turkish population. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132 (5): 576.e15-576.e21.
40. Baldini G, Luder H. Influence of arch shape on the transverse effects of transpalatal arches of the Goshgarian type during application of buccal root torque. *Am J Orthod.* 1982; 81 (3): 202-8.
41. Lewis P. The deviated midline. *Am J Orthod.* 1976; 70 (6): 601-16.
42. Sampson P. Dental arch shape: A statistical analysis using conic sections. *Am J Orthod.* 1981; 79 (5): 535-48.
43. Lee S, Lee S, Lim J, Park H, Wheeler T. Method to classify dental arch forms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 140 (1): 87-96.

44. Griffin J. The use of chrome alloy in edgewise technique. *Am J Orthod.* 1964; 40 (6): 450-61.
45. Howes A. Model analysis for treatment planning. A portion of a symposium on case analysis and treatment planning. *Am J Orthod.* 1952; 38 (3): 183-207.
46. Steiner C. Orientation of teeth in dental arches. *Angle Orthod.* 1934; 4 (1): 35-56
47. Gardner S, Chaconas S. Posttreatment and postretention changes following orthodontic therapy. *Angle Orthod.* 1976; 46 (2): 151-61.
48. McNamara C, Drage K, Sandy J, Ireland A. An evaluation of clinicians' choices when selecting archwires. *Eur J Orthod.* 2010, 32 (1): 54-9.
49. Nava P. Evaluación de la efectividad y ajuste del índice de Pont en una población de Nayarit. Tesis para obtener el grado de Especialista en Ortodoncia Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit. 2012: 1-39.
50. Bayome M, Shameshima G, Kim Y, Nojima K, Baek S, Kook Y. Comparison of arch forms between Egyptian and North American white populations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011, 139 (3): 245-52.
51. Nojima K, McLaughlin R, Isshiki Y, Sinclair P. A comparative study of caucasian and japanese mandibular clinical arch forms. *Angle Orthod.* 2001 71 (3): 195-200.
52. McNamara C, Sandy J, Ireland A. Effect of arch form on the fabrication of working archwires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010, 138 (3): 257.e1-e8.
53. Braun S, Hnat W, Fender D, Legan H. The form of the human dental arch. *Angle Orthod.* 1998, 68 (1): 29-36

54. Chuck G. Ideal arch form. *Angle Orthod.* 1934; 4 (4): 312-27.
55. Shah A. Postretention changes in mandibular crowding: a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 124 (3): 2003: 298-308.
56. Howes A. Expansion as a treatment procedure where does it stand today?. *Am J Orthod.* 1960; 46 (7): 515-34
57. Salzmann J. Expansion of maxilla. Spreading the midpalatal suture; measuring the widening of the apical base and the nasal cavity on serial roentgenograms. Department of orthodontic abstracts and reviews. *Am J Orthod.* 1960; 46: 626.
58. Rothe L, Bollen A, Little R, Herring S, Chaison J, Chen C, Hollender L. Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130 (4): 476-84.
59. Salzmann J. An analysis of dental cast of patients made before and after orthodontic treatment. Department of orthodontic abstracts and reviews. *Am J Orthod.* 233-34
60. Stanton F. Arch predetermination and a method of relating the predetermined arch to the malocclusion to show the minimum tooth movement. *Int J Orthod.* 1922. 8. 757-78
61. Curner J. A computerized geometric analysis of human dental arch form. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1969; 56 (2) 164-79
62. Pérez F, Rojas A, Rivas R, Aguilar S. Estudio comparativo de formas de arco dental en la población nayaanta utilizando una plantilla convencional y una plantilla propuesta ORAL. 2011; 12 (36): 1-3.
63. Kumabe S, Nakatsuka M, Iwai-Liao Y, Imbe H, Kim GS. Morphological classification of

mandibular dental arch forms by correlation and principal component analyses. *Okajimas Folia Anat Jpn.* 2005; 82 (2): 67-77.

64. Salzmann J. Variation in dental occlusion and arches among melanesians of Bougainville Island, Papua New Guinea. II. Clinical variation, geographic microdifferentiation and synthesis. Department of reviews and abstracts. *Am J Orthod.* 1980; 77 (5): 579.
65. 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 (4): 287-94.
66. Henrikson J, Persson M, Thilander B. Long term stability of dental arch form in normal occlusion from 13 to 31 years of age. *Eur J Orthod.* 2001; 23: 51-61.
67. Chen F, Terada K, Yang L, Saito I. Dental arch widths and mandibular- maxillary base widths in Class III malocclusions from ages 10 to 14. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133 (1): 65-9.
68. Berdin V, Dmitrienko S, Sevastjanov A, Ivanova O, Yaradajkina M, Klimova N. The variants forms of the dental arches with optimal functional occlusion of permanent teeth. *Fundamental research.* 2012; 12: 219-22.
69. O'Reilly T, Plains W. Deciduous dental arch widths and widths of the face in early childhood. *Am J Orthod.* 1951; 37 (9): 698-705.
70. Buschang P. Capítulo 2 Principios clínicos el crecimiento y desarrollo craneofacial. Uribe G. *Ortodoncia teoría y clínica.* 2da edición. Medellín, Colombia. Corporación para investigaciones biológicas. 2010: 15-31.
71. Smith R, Bailit H. Variation in dental occlusion and arches among melanesians of

- Bougainville Island, Papua New Guinea. I. Methods, age changes, sex differences and population comparisons. *Am J Orthod.* 1980; 77 (5): 578-79.
72. Lloyd Z. A composite case report of class I malocclusions with insufficient arch length. *Am J Orthod.* 1953, 39 (4): 262-67.
73. Meredith H, Eugene. Ore, Higley L. Relationships between dental arch widths and widths of the face and head. *Am J Orthod.* 1951, 37 (3): 193-204.
74. Salzmänn J. A study of tooth size, dental arch length and facial balance in cases of class I malocclusion. Department of orthodontic abstracts and reviews. *Am J Orthod.* 1953, 39: 57
75. Howes A. A polygon portrayal of corona and basal arch dimensions in the horizontal plane. *Am J Orthod.* 1954; 40 (11): 811-31.
76. Rudee D. Roentgenographic anthropometric evaluation of the mandibular apical base. *Am J Orthod.* 1955. 41 (8). 641
77. Baume L. The development of the lower permanent incisors and their supporting bone: A roentgenographic and histologic study in rhesus macaques. *Am J Orthod.* 1953, 39 (7): 526-44.
78. Graber T. Relationship between mandibular form and skeletal facial type in Japanese adults. Department of reviews and abstracts. *Am J Orthod.* 1981, 80 (5): 566.
79. Salzmänn J. Longitudinal study of changes in arch form and length in human lower dental arches. Department of orthodontic abstracts and reviews. *Am J Orthod.* 1951, 37: 148.

80. Leighton B, Hunter W. Relationship between lower arch spacing/crowding and facial height and depth. *Am J Orthod.* 1982; 82 (5): 418-25: 418-25.
81. Meredith H, Cox G. Widths of the dental arches at the permanent first molars in children 9 years of age. *Am J Orthod* 1954, 40 (2): 134-44.
82. Nie Q, Lin J. A comparison of dental arch forms between class II division 1 and normal occlusion assessed by Euclidean distance matrix analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129 (4): 528-35.
83. Walter D. Changes in the form and dimensions of dental arches resulting from orthodontic treatment. *Changes in arch form: Angle Orthod.* 1953; 23 (1): 3-18
84. Nam S, Kim Y, Park Y, Baek S, Hayashi K, Kim K, Lee S. Three-dimensional dental model constructed from an average dental form. *Am Orthod and Dentofacial Orthop.* 2012; 141 (2): 213-18.
85. Stalova T, Racek J, Tauferova E, Smutny V. Average Arch Widths and Associated Changes between Initial, post-treatment and post-retention measurements. *Computer imaging of dental arch changes. Braz J Dent* 2004; 15(3): 204-8.
86. Lopes J, Ardengui I, Quadrado L. Evaluation of computer-aided space analysis compared to the conventional method. *Stomatol.* 2005, 11 (20): 13-9.
87. Ferrario V, Garattini G, Colombo A, Filippi V, Pozzoli S, Sforza C. Quantitative effects of a nickel-titanium palatal expander on skeletal and dental structures in the primary and mixed dentition: a preliminary study. *Eur J Orthod* 2003; 25: 401-10
88. Li W, Lin J. Dental arch width stability after quadhelix and edgewise treatment in complete unilateral cleft lip and palate. *Angle Orthod* 2007; 77 (6): 1067-72.

89. Koenig H, Burstone C. The study of force systems delivered by arch wires. *Am J Orthod.* 1976; 69 (6): 700.
90. Lenguas A, Ortega R, Samara G, López M. Revisión bibliográfica. Tomografía computerizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. *Cient. dent* 2010; 7 (2): 147-59.
91. Howerton W, Mora M. Advancements in digital imaging: what is new and on the horizon? *JADA.* 2008; 139 (3): 20S-24S.
92. Mah J, Huang J, Choo H. Practical applications of cone-beam computed tomography in orthodontics. *JADA.* 2010; 141 (10): 7S-13S.
93. The American Dental Association Council on Scientific Affairs. The use of cone-beam computed tomography in dentistry. an advisory statement from the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *JADA.* 2012; 143 (8): 899-902.
94. Park T, Lee S, Lee K. A method for mandibular dental arch superimposition using 3D cone beam CT and orthodontic 3D digital model. *Korean J Orthod.* 2012; 42(4): 169-81.
95. Taner T, Çiğler S, Er H, Germeç D, Esd A. Evaluation of dental arch width and form changes after orthodontic treatment and retention with a new computerized method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 127 (4): 463-74.
96. Gupta D, Miner R, Arai K, Will L. Comparison of the mandibular dental and basal arch forms in adults and children with class I and class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 138 (1): 10 e1-10 e8.
97. Sergl H, Kerr W, McColl J. A method of measuring the apical base. *Eur J Orthod.* 1996;

18 (5): 479-83.

98. Martinek E. A comparison of various surveys on the adequacy of basal bone. *Am J Orthod.* 1956; 42 (4): 244-54
99. Andrews W. Scientific treatment goals for oral and facial harmony. *AAO.* 2013: 1-7.
100. Roos B. A comparison of soft tissue prediction tracings using the Andrews and Ricketts diagnostic techniques. Tesis para obtener el grado de Maestría en Ortodoncia. West Virginia University. 2003: 1-32
101. Consolaro A, Moura G, Santamaria M. Borda wala e sua determinação como ponto de referencia no tratamento ortodôntico. *Rev. Clin. Orton. Dental Press.* 2008; 7 (2): 108-11.
102. Ball R, Miner R, Will L, Arai K. Comparison of dental and apical base arch forms in Class II Division 1 and class I malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 138 (1): 41-50
103. Andrews L, Andrews W. The six elements of orofacial harmony. *Andrews J.* 2000, 1: 13-22.
104. Weaver K, Tremont T, Ngan P, Fields H, Dischinger T, Martin C, Richards M, Gunel E. Changes in dental and basal archforms with preformed and customized archwires during orthodontic treatment. *Ortho Waves.* 2012. 71 (2): 45-50.
105. Kim K, Bayome M, Kim K, Han S, Kim Y, Baek S, Kook Y. Three dimensional evaluation of the relationship between dental and basal arch forms in normal occlusion. Relationship between dental and basal archforms. *Korean J Orthod.* 2011; 41 (4): 288-96.

106. Triviño T, Furquim D, Andres W. Evaluation of distances between the mandibular teeth and the alveolar process in Brazilians with normal occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137 (3): 308.e1-308.e4.
107. Bhandari V, Singla A, Mahajan V, Singh H, Seth V. Evaluation of distances between the mandibular teeth and the alveolar process in Himachali opulation with normal occlusion. *J Ind Orthod Soc.* 2012; 46 (4): 300-3.
108. Fernández A. VTO Dentario: Aplicación de la distancia EV-borde WALA en la estimación de los problemas transversales. *Tribuna ortodéncica.* 2011; 42-9.
109. Nappa A. La expansión inferior en el sistema Damon. Su cálculo estimativo pre-Tratamiento. *Monografías Clínicas en Ortodoncia.* 2005; 3: 25-37.
110. Veloso D. Una propuesta terapéutica Sistema Damon. *Rev. Chil. Ortod.* 2009; 26 (1): 34-43.
111. Echeverri N, Londoño M, Pedroza A. Lineamientos para el diagnóstico de las maloclusiones transversales. *Revista Nacional de Odontología.* 5 (9); 2009: 44-56.
112. Andrews L. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod.* 1972; 62 (3): 296-309.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

NOMBRE	DEFINICIÓN	INDICADOR	TIPO POR MEDICIÓN	ESCALA	CONSTRUCCIÓN	USO	FUENTE
SEXO	Son características físicas biológicas y psicológicas de los seres humanos que les diferencian como machos y hembras.	1 y 2	Cualitativa nominal	Femenino Masculino	Número de individuos por categoría	Desempeña el análisis de asociación de discrepancia entre el arco dental y el arco WALA según la maloclusión esquelética entre hombres y mujeres.	Historias clínicas de los expedientes del Programa de Ortodoncia de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayari.
CLASE ESQUELETAL	Relación sagital de los maxilares superior e inferior en reposo.	1 y 2	Cualitativa nominal	Clase I Clase II Clase III	Se mide el ángulo ANB en la oclusión en reposo. Con a intersección de las líneas SMP y SNE.	Diagnosticar la discrepancia sagital entre maxilar superior e inferior para determinar el tipo de clase esquelética.	Radiografías laterales de cráneo de los pacientes de los cuales se usó el modelo de estudio en cera.

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables.

PUNTO FA	Determinado en por los modelos en el eje facial ausi. Punto localizado a la mitad de la corona dental en el punto más prominente de la zona vestibular sobre su eje axial.	Altura de la corona cónica	Cuantitativa nominal		Se determina el eje axial del diente en su cara vestibular y se coloca un punto en la mitad de la corona cónica en sentido oclusogingival	Determinar donde se ubica el punto FA según el eje axial de cada diente	Modelos de estudio enforos de los pacientes del Programa de Ortodoncia de la Universidad Autónoma de Nayarit
PUNTO WR	Determinado de acuerdo al eje facial ausi. Punto localizado a la mitad de la corona dental en el punto más prominente de la zona vestibular sobre su eje axial.	Punto FA	Cuantitativa nominal		Se determina el reborde WALA y se ubica el punto más prominente en el eje facial de cada diente considerando el eje facial de cada diente	Determinar donde se ubica el reborde WALA respecto a cada diente	Modelos de estudio enforos de los pacientes del Programa de Ortodoncia de la Universidad Autónoma de Nayarit
DISCREPANCIA HORIZONTAL ENTRE EL PUNTO FA YWR	Distancia horizontal entre los puntos FA y WR	Puntos FA y WR	Cuantitativa continua	MM	Se mide la distancia horizontal entre el punto FA y WR de cada diente	Para establecer la discrepancia horizontal entre el punto FA y WR	Modelos de estudio de los pacientes del Programa de Ortodoncia de la Universidad Autónoma de Nayarit

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables (continuación).

D23		E																	
A		B		C		F		G		H		I		M		N		O	
1 NO. CASO	INICIALES DEL PX	SEXO	SNA	SNB	ANB	CLASE ESQ.	AC47	MO43	AC46	MC46	AC45	MC45	AC44	MC44	AC44	MC44	AC44	MC44	
2	1	MM	H	84	78	6	II	7	15	7	3.5	8.1	4	8.7	4				
3	2	EEAG	H	80	71.5	8.5	II	6.9	15	7.6	4	7.6	4	8.5	4.5				
4	3	JCMM	H	83.5	78.5	5	II	7.2	4	8.2	4	7.8	4	8.7	4.5				
5	4	MABG	M	82	77	5	II	5.2	2.5	5.9	3	6.3	3	7.3	3.5				
6	5	JSG	H	87	78.5	8.5	II	4.1	1	4.8	3.5	6	3	7.1	3.5				
7	6	NAS	H	87.5	81	6.5	II	6.4	1	7.2	1.5	7.2	3.5	8	4				
8	7	LCRM	H	89	78	11	II	5.9	3	6.6	3.5	6.1	3	7.2	3.5				
9	8	EBG	M	77	73	4	II	5.3	2.5	5.8	3	7.2	3.5	8	4				
10	9	PAC	M	94	96	2	III	5.2	2.5	6.1	3	7.4	3.5	8.1	4				

Anexo 2. Tabla de recolección de datos en Excel, se registró el número de caso, iniciales del paciente, sexo, ángulo SNA, SNB y ANB, la clase esquelética, altura de las coronas clínicas y mitad de las coronas clínicas.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
NO CASO	AF447	AWR47	1427	AF446	AWR46	1426	AF445	AWR45	1425	AF444	AWR44	1424	AF443	AWR43	1423	AF442	AWR42	1422	AF441	AWR41	1421
2	1	25.39	28.73	1.1	36.68	28.93	2.2	36.43	22.27	1.16	22.21	22.56	0.35	24.16	24.67	0.47					
3	2	71.3	74.88	3.4	69.51	77.2	2.69	67.02	67.07	0.05	65.67	66.06	0.4	68.92	69.25	0.37					
4	3	21.52	26.29	2.8	23.49	25.49	1.96	22.83	25.34	2.51	25.05	24.38	-0.7	24.3	25.29	0.99					
5	4	65.16	68.07	2.9	63.17	69.27	2.05	62.11	68.1	1.1	67.47	67.05	-0.42	65.6	65.24	-0.36					
6	5	65.95	68.47	2.5	66.92	68.25	1.33	64.81	69.67	1.86	69.2	69.17	-0.03	69.88	69.67	-0.21					
7	6	65.68	68.7	2.5	69.62	71.67	2.2	68.96	71.47	1.81	70.74	70.88	0.14	71.26	71.26	0					
8	7	65.87	64.77	1.1	67.15	64.24	-2.94	68.52	64.26	-2.92	62.2	69.85	2.6	67.26	64.13	-3.13					
9	8	20.66	23.16	1.1	68.95	21.68	2.89	66.1	23.82	0.72	65.73	69.38	3.25	68.71	68.76	0.05					
10	11	60.06	62.17	2.1	62.88	63.72	1.12	62.76	63.89	1.13	63.63	62.26	-1.21	61.19	60.88	-0.31					
11	13	65.24	67.38	2.1	67.28	68.67	1.39	67.67	68.5	0.83	69.63	68.34	-1.3	66.92	67.2	0.28					
12	16	63.1	66.74	3.4	64.28	69.63	5.35	67.02	68.75	1.73	67.88	68.38	0.5	66.73	67.28	0.55					
13	17	69.17	72.81	3.6	70.35	73.48	3.13	70.89	72.95	2.06	72.94	73.34	0.4	70.93	72.61	1.67					
14	18	59.18	61.19	1.8	62.12	61.13	-0.99	63.38	60.08	-3.3	60.13	61.86	1.73	62.57	62.9	0.33					
15	19	62.4	65.42	3.1	65.2	67.61	2.41	66.86	67.05	0.19	69.68	66.11	-3.57	66.12	66.44	0.32					
16	20	67.52	70.42	2.9	68.11	71.23	3.12	67.35	69.26	1.91	69.28	68.74	-0.54	67.21	67.6	0.39					
17	21	63.08	63.77	0.5	66.32	67.14	1.02	65.53	66.58	1.05	66.05	66.36	0.31	65.76	66.55	0.79					
18	22	59.07	61.72	2.7	61.1	61.25	1.85	60.56	61.28	0.72	61.41	61.22	-0.19	60.35	60.88	0.53					
19	23	56.11	58.63	2.4	58.91	61.03	2.1	60.3	61.66	1.36	60.82	61.07	0.25	59.97	60.31	0.34					

Anexo 3. Registro de la magnitud de la discrepancia entre los puntos FA y WR según la clase esquelética

Anexo 4. DIAGRAMA DE GANTT

ACTIVIDAD	ENERO- MARZO 2013	ABRIL- JUNIO 2013	JULIO- SEPTIEMBRE 2013	OCTUBRE- DICIEMBRE 2013	ENERO- MARZO 2014	ABRIL- JULIO 2014	AGOSTO 2014	SEPTIEMBRE 2014	OCTUBRE 2014
Definición de tema									
Recopilación de información para marco teórico									
Redacción de marco teórico									
Diseño de protocolo									
Selección de la muestra									
Medición y recolección de datos									
Análisis de datos									
Elaboración de resultados									
Discusión									
Entrega de Tesis									

Anexo 4. Diagrama de Gantt.