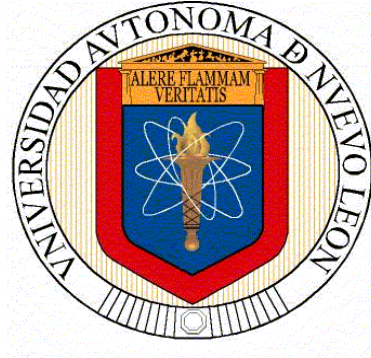


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



**TESIS**

**“COMPARACIÓN ENTRE MOVIMIENTOS ROTACIONALES POR  
MEDIO DE ALINEADORES TRANSPARENTES EN PACIENTES ADULTOS.”**

**PRESENTADA POR**

**JOSÉ MANUEL TREVIÑO PADILLA**

**PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRÍA EN ORTODONCIA**

**SEPTIEMBRE 2023**



Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Facultad de Odontología.

Maestría en Ortodoncia.

TESIS

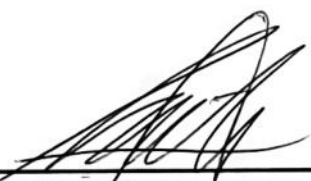
**“Comparación entre movimientos  
rotacionales por medio de alineadores  
transparentes en pacientes adultos.”**

Por:  
C.D José Manuel Treviño Padilla

Fecha: 25- Septiembre -2023

**“Comparación entre movimientos  
rotacionales por medio de alineadores  
transparentes en pacientes adultos.”**

**Comité de tesis**



---

Director de Tesis


CD. MC. PhD Roberto Carrillo Fuentes



---

Co-director de Tesis

CD., PhD. Hilda H. H. Torre Martínez



---

Asesor estadística

MSP. Doctor en C. Gustavo Israel Martínez González



---

Coordinador del Posgrado de Ortodoncia  
CD., PhD. Roberto Carrillo González



---

Subdirector de Estudios Superiores  
CD., Dra. Rosa Isela Sánchez Nájera

# ÍNDICE

.....	2
.....	3
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>8</b>
<b>1- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2- ANTECEDENTES .....</b>	<b>10</b>
<b>3- MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>14</b>
<i>TABLA 1. ARTÍCULOS DE REFERENCIA PRINCIPALES.....</i>	<i>15</i>
3.1 NECESIDADES DE OBTENCIÓN DE TRATAMIENTO .....	16
3.2 TIPOS DE MOVIMIENTOS DENTARIOS .....	16
3.3 LIMITACIONES DE LOS ALINEADORES .....	16
3.4 ROTACIONES COMPLICADAS .....	17
<b>4- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>18</b>
<b>5- OBJETIVO.....</b>	<b>19</b>
5.1 GENERAL: .....	19
5.2 ESPECÍFICOS:.....	19
<b>6- HIPÓTESIS.....</b>	<b>20</b>
<b>7- DISEÑO.....</b>	<b>21</b>
<b>8- MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
8.1 UNIVERSO DE ESTUDIO:.....	22
8.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA:.....	22
<i>Determinación del Tamaño de la muestra:.....</i>	<i>22</i>
8.2.1 <i>Forma de asignación de los casos a los grupos de estudio:.....</i>	<i>23</i>
8.2.2 <i>Características de los grupos:.....</i>	<i>23</i>
8.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN: .....	23
8.3.1 <i>Criterios de Inclusión .....</i>	<i>23</i>
8.3.2 <i>Criterios de exclusión .....</i>	<i>23</i>
8.3.3 <i>Criterios de eliminación .....</i>	<i>23</i>
8.4 PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO (SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD) .....	24
8.4.1 <i>Medición de giroversiones.....</i>	<i>24</i>
8.4.2 <i>Medición de asociación .....</i>	<i>25</i>
8.5 DETERMINACIÓN DE VARIABLES .....	25
8.6 DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS .....	25
8.6.1 <i>TABLA 2. HOJA DE CAPTURA DE DATOS .....</i>	<i>27</i>
8.6.2 <i>FIGURA 2. EJEMPLO STL INICIAL, STL FINAL Y COMPARACIÓN DE STLS .....</i>	<i>27</i>
8.7-VALIDACIÓN DE DATOS .....	28
8.8 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	29
<b>9- RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
9.1 TABLAS DE RESULTADOS .....	30
9.1.1 <i>Paciente no.1 .....</i>	<i>30</i>
9.1.2 <i>Paciente no.2 .....</i>	<i>32</i>

9.1.3	Paciente no. 3 .....	34
9.1.4	Paciente no. 4 .....	35
9.1.5	Paciente no.5 .....	37
9.2	RESULTADOS ESTADÍSTICOS.....	39
<b>10-</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>11-</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
<b>12-</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>47</b>

## AGRADECIMIENTO

Gracias a mis padres José Santos Treviño Guajardo y Silvia Padilla Ríos; sin su constante esfuerzo y apoyo; esto no hubiera sido posible. Gracias a mis hermanos Daniel y Omar por estar presentes en las buenas y en las malas.

Gracias a todos los doctores que están en el posgrado y que constantemente se preparan para poder brindarnos conocimientos frescos y obtenidos con amplia experiencia. Gracias al Dr. Carrillo, al Dr. Fuentevilla y por supuesto a la Dra. Hilda que pusieron toda su atención y apoyo en que esta tesis se pudiera realizar.

Gracias a mis compañeros de generación que hicieron que el posgrado fuera divertido y lleno de muchas risas y aprendizajes. Estoy seguro los veré pronto como exitosos ortodoncistas.

RESUMEN  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
ESTUDIOS SUPERIORES  
POSGRADO DE ORTODONCIA

M.C.D. JOSÉ MANUEL TREVIÑO PADILLA

Candidato a: Maestría en Ortodoncia

**“Comparación entre movimientos rotacionales por medio de alineadores transparentes en pacientes adultos.”**

**Objetivo.** Determinar el tipo de movimiento rotacional sobre premolares inferiores, que requiera menor número de alineadores para aliviar la malposición dental del paciente.

**Materiales y métodos.** Para la presente investigación se tomaron 5 pacientes de entre 17-35 años de edad de la facultad de odontología UANL con premolares inferiores rotados; en cada hemiarcada se realizó un tipo de movimiento (en bisagra o sobre su propio eje); se utilizó la Prueba U de Mann-Whitney y de Wilcoxon; así se determinó el cambio en la rotación de los premolares.

**Resultados.** Se observaron cambios más prometedoros en los pacientes con movimientos en bisagra; ya que al no poder realizar IPR, resultaba más sencillo expandir y corregir colocando fuerza en mesial o distal de forma alternada.

**Conclusiones.** En la presente investigación se encontró que los dos diseños de movimiento de los premolares con alineadores tienen un gran uso y son funcionales, ambos ejercen fuerzas de empuje sobre los premolares, lo cual genera que hayan movimientos para la alineación de las piezas. El movimiento rotacional con mejor promesa es el movimiento en bisagra; tomando en cuenta la cantidad de 20 alineadores usada en todos los pacientes.

Director de tesis: **CD. MC. PhD Roberto Carrillo Fuentesvilla**



## ABSTRACT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
ESTUDIOS SUPERIORES  
POSGRADO DE ORTODONCIA

M.C.D. JOSÉ MANUEL TREVIÑO PADILLA

**Objective.** Determine the type of rotational movement on lower premolars that requires fewer aligners to alleviate the patient's dental malposition.

**Materials and methods.** For the present investigation, 5 patients between 17-35 years of age from the UANL School of Dentistry with rotated lower premolars were taken; a type of movement was performed in each hemiarch (hinge or on its own axis); The Mann-Whitney and Wilcoxon U Test were used; Thus, the change in the rotation of the premolars was determined.

**Results.** More promising changes were observed in patients with hinge movements; Since not being able to perform IPR, it was easier to expand and correct by placing force alternately mesially or distally.

**Conclusions.** In the present investigation it was found that the two movement designs of the premolars with aligners are widely used and are functional, both exert pushing forces on the premolars, which generates movements for the alignment of the pieces. The rotational motion with the best promise is the hinge motion; taking into account the number of 20 aligners used in all patients.

Thesis director: **CD. MC. PhD Roberto Carrillo Fuentevilla**

## 1- INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen técnicas más especializadas para tratar diferentes tipos de casos, que hace tan solo hace algunos años, hubieran requerido la colocación de brackets. Los alineadores están hechos de un plástico delgado y transparente que se coloca sobre las superficies bucal, lingual / palatina y oclusal de los dientes. Estos alineadores se usan convencionalmente durante un mínimo de 20 horas por día y se cambian secuencialmente cada dos semanas. Existen casas comerciales que lideran el mercado y han sido parte fundamental para determinar que tratamientos tienen mayor efectividad. Los puntos fuertes de Invisalign® eran su capacidad para cerrar espacios y corregir rotaciones anteriores y alturas de crestas marginales. Este estudio podría ayudar a los médicos a determinar qué pacientes son los más adecuados para el tratamiento con Invisalign®. Este tipo de tratamientos puede beneficiar al ortodoncista, aprovechando sus tiempos de trabajo, porque pasar menos tiempo con un paciente en la clínica y completar el tratamiento antes agrada al paciente actual y permite que el ortodoncista trate a más pacientes. La corta duración del tratamiento con alineadores se afirmó con la ausencia de la fase de acabado y detallado, que puede durar hasta 6 meses con aparatología fija. Los movimientos realizados con los alineadores son usualmente muy predecibles; pero existen piezas, como los premolares inferiores, que por su anatomía, complican su rotación, lo cuál atrasa nuestro tratamiento. Esta investigación pretende determinar la forma más eficaz de realizar movimientos, sobre estas piezas de anatomía variable; para tener movimiento más predecibles.

## 2- ANTECEDENTES

Al igual que muchas de las ciencias en la odontología, la ortodoncia ha ido progresando; en la actualidad muchos de los tratamientos que hubieran sido pensados como imposibles; pueden resolverse sin la necesidad de colocar brackets, bandas, tubos ni aparatos fijos en la cavidad bucal. En 1946 el Dr. Kesling introdujo la posibilidad de usar posicionadores termoplásticos en los dientes para progresivamente mover órganos dentales a posiciones más favorables (Kesling, 1946). El poder entender las mecánicas en el movimiento dentario usando posicionadores podría llevarnos a la elección de más apropiados pacientes, que requieran un tratamiento secuencial; lo cuál a su vez nos llevará a obtener mejores resultados (Tamer et al., 2019).

Se ha observado que los estudios publicados que comparan aparatología fija con Alineadores están sujetos a numerosos defectos, incluida una metodología deficiente (el 63% de los estudios tenían un alto riesgo de sesgo), la ausencia de grupos de control, procedimientos de cegamiento adecuados o procedimientos de asignación aleatoria de muestras (Buschang et al., 2014); es por esto que debemos de ser imparciales al evaluar el tratamiento realizado con alineadores; aun y cuando tengamos mas experiencia usando aparatología fija.

Las mecánicas de movimiento con alineadores pueden explicarse desde dos perspectivas; el sistema impulsado por desplazamiento y el sistema impulsado por la fuerza (Tamer et al., 2019). El sistema de desplazamiento principalmente controla simples movimientos como rotaciones ligeras o torques, y el sistema impulsado por fuerza, requiere de principios biomecánicos que facilitan el movimiento de los órganos dentarios, los posicionadores están diseñados para aplicar la fuerza deseada específica en cada pieza (Boyd, 2008).

Estos posicionadores se deben de usar por 20 horas al día y deben de cambiarse cada dos semanas; se estarán realizando movimientos de 0.25 a 0.33 mm por alineador (Malik et al., 2013).

Es muy importante mencionar que en la literatura se menciona que Invisalign® ha sido indicado por su fabricante para su uso en adultos y adolescentes que tienen denticiones permanentes completamente erupcionadas (Lagravère y Flores, 2015), esto nos permite descartar por el momento a los pacientes menores de edad para tener un universo más específico de trabajo.

Otro factor importante para descartar la experimentación con alineadores en pacientes menores es que; la percepción de los padres de la alteración del bienestar emocional del niño, la gravedad de la maloclusión y el tipo de aparato son los principales predictores del cumplimiento (Hennessy et al., 2016). Los problemas psicosociales y las limitaciones de la función oral informadas por los niños y el impacto familiar tienen una influencia insignificante (Stefanovic et al., 2021). Lo cual nos lleva a creer que la factibilidad del tratamiento en el infante, se basa en la percepción del problema por el padre. También se debe de tomar en cuenta la diferencia perceptible de molestia o dolor en el tratamiento (Cardoso et al., 2020).

Los posicionadores nivelan los arcos y son efectivos en la intrusión anterior al igual que controlar la inclinación posterior bucolingual, movimientos en cuerpo del molar; de hasta 1.5mm (Rossini et al., 2015). A sido sugerido como tratamiento para el cierre de espacios aprovechando el RAP, al igual que en espacios con corticotomías (Cassetta et al., 2016). El uso de alineadores se ha disparado ya que cumple con las expectativas de los pacientes, al ser eficaz y también estético; especialmente en pacientes mayores de edad, que no se habían colocado ortodoncia por ser un tratamiento muy visible y molesto (Weir, 2017). Algunos de los factores que incluyen la edad, el sexo, la longitud de la raíz, los niveles óseos, la densidad ósea, los medicamentos y ciertas afecciones sistémicas pueden tener efectos inhibidores, sinérgicos o aditivos sobre la OTM (Chisari et al., 2014).

Es de igual importancia tomar en cuenta el material con el que se trabaja, ya que cada casa comercial trabaja con diferentes polímeros al igual que grados de rigidez,

aunque; existen estudios en donde se examinaron 2 materiales de alineadores de diferentes grados de rigidez y 2 frecuencias de activación de estos alineadores. Se descubrió que los materiales duros y blandos se desempeñaron igualmente bien, incluso en el cierre de los espacios de extracción (Clements et al., 2003).

En la actualidad el tratamiento con alineadores esta acompañado de "Attachments" los cuales al ser analizados revelaron un movimiento de rotación en el sentido de las agujas del reloj del elemento 4.5 en el plano horizontal. Los modelos con accesorios mostraron un patrón de desplazamiento de dientes mayor que los modelos sin accesorios. Las simulaciones con attachments y con activación del alineador exhibieron el mejor desempeño en cuanto al movimiento de los dientes, pero registraron altas tensiones en los ligamentos periodontales, lejos de los niveles ideales de tensión capaces de producir el movimiento de rotación del diente (Cortona et al., 2020).

Se evaluó sistemáticamente la evidencia sobre la mecánica de los alineadores y las fuerzas y momentos generados a través de diferentes tipos de alineadores. Estudios de laboratorio in vitro para modelos de movimiento dental simulado con alineadores (Iliadi et al., 2019), comprueban que; Las fuerzas ejercidas por los alineadores también han sido estudiados y se comprobó su efectividad; los momentos medios iniciales fueron de aproximadamente 7,3 mm para la torsión del incisivo superior y de aproximadamente 1,0 N para la distalización. Se midieron diferencias significativas en los momentos generados en el grupo de desrotación de premolares, ya fueran apoyados con un accesorio (8,8 N mm) o no (1,2 N mm). Todas las mediciones mostraron un cambio de fuerza exponencial (Simon et al., 2014).

Una gran mayoría de los movimientos realizados por los alineadores; son muy predecibles. la predictibilidad media de los movimientos lograda con los alineadores F22 fue del 73,6%. La inclinación mesiodistal mostró la mayor previsibilidad, con un 82,5% con respecto al ideal; le siguió la inclinación vestibulolingual (72,9%) y

finalmente la rotación (66,8%). En particular, la punta mesiodistal en los molares superiores y premolares inferiores se logró con la mayor previsibilidad (93,4 y 96,7%, respectivamente), mientras que la rotación en los caninos inferiores fue la menos eficaz (54,2%) (Lombardo et al., 2017). Lo cuál comprueba que las rotaciones en general son complejas de predecir en casos con alineadores; por lo cual se debe de investigar que tipo de movimiento es mejor para estos casos.

Se pretende replicar usando como base; el modelo con un solo accesorio y 1,2 ° de activación del alineador; ya que fue el más eficiente, seguido por el modelo de tres accesorios con el mismo grado de activación. La activación del alineador no debe exceder los 1,2 ° para lograr un mejor control del movimiento y una tensión razonable en las estructuras periodontales (Cortona et al.,2020).

### 3- MARCO DE REFERENCIA

Se encontraron tres estudios similares a esta investigación los cuales se utilizaron como marco de referencia; cabe mencionar que no se encontró una publicación que fuera idéntica a esta investigación. Los objetivos principales que buscaban obtener en cada una de las investigaciones se encuentran en la siguiente tabla.

*Tabla 1. Artículos de referencia principales*

<b>Artículo</b>	<b>Autores</b>	<b>Descripción</b>
<p><b>Orthodontic Treatment with Clear Aligners and The Scientific Reality Behind Their Marketing: A Literature Review</b></p>	<p>İpek Tamer , Evren Öztaş , Gülnaz Marşan</p>	<p>Comprender la mecánica del movimiento de los dientes usando alineadores podría conducir a una selección más adecuada de pacientes y una secuencia de tratamiento más precisa, lo que conduciría a mejores resultados. El mecanismo de movimiento del diente con alineadores transparentes se puede explicar desde dos perspectivas diferentes: el sistema impulsado por desplazamiento y el sistema impulsado por fuerza. El sistema impulsado por desplazamiento controla principalmente movimientos simples como la inclinación o rotaciones menores. Sin embargo, el sistema impulsado por fuerza requiere principios biomecánicos para facilitar el movimiento de los dientes. Los alineadores están diseñados para aplicar las fuerzas deseadas en el diente.</p>
<p><b>Clear aligner orthodontic therapy of rotated mandibular round-shaped teeth: A finite element study</b></p>	<p>Andrea Cortonaa; Gabriele Rossinib; Simone Parrinic; Andrea Deregibusd; Tommaso Castroflorioe</p>	<p>Todas las configuraciones analizadas revelaron un movimiento de rotación en el sentido de las agujas del reloj del elemento 4.5 en el plano horizontal. Los modelos con aditamentos mostraron un mayor patrón de desplazamiento de dientes que los modelos sin aditamentos. Las simulaciones con aditamentos y 38 de activación del alineador exhibieron el mejor desempeño en cuanto al movimiento dentario pero registraron altas tensiones en los ligamentos periodontales, lejos de los niveles de tensión ideales capaces de producir movimiento de rotación dentario.</p>
<p><b>Forces and moments generated by</b></p>	<p>Mareike Simon,a Ludger Keilig,b</p>	<p>Los momentos medios iniciales fueron de aproximadamente 7,3 mm para el torque del incisivo</p>



<b>removable thermoplastic aligners: Incisor torque, premolar derotation, and molar distalization</b>	Joërg Schwarze,c Britta A. Jung,d and Christoph Bourauele	maxilar y de aproximadamente 1,0 N para la distalización. Se midieron diferencias significativas en los momentos generados en el grupo de desrotación de premolares, tanto si estaban soportados con un atache (8,8 N mm) como si no (1,2 N mm). Todas las mediciones mostraron un cambio de fuerza exponencial.
---	---	--

### 3.1 Necesidades de obtención de tratamiento

El aumento en el número de pacientes adultos con ortodoncia ha provocado un aumento en la demanda de alternativas estéticas y cómodas a los aparatos fijos convencionales. Los alineadores transparentes que satisfacen esta demanda también son propensos a las rápidas mejoras tecnológicas en los materiales y las técnicas de producción de los alineadores. Los avances en las tecnologías de alineadores transparentes han aumentado el número y la complejidad de los casos tratados con este método (Tamer et al., 2019).

### 3.2 Tipos de movimientos dentarios

El mecanismo de movimiento dentario con alineadores transparentes se puede explicar desde dos perspectivas diferentes: el sistema impulsado por desplazamiento y el sistema impulsado por fuerza. El sistema accionado por desplazamiento controla principalmente movimientos simples como vuelcos o rotaciones menores.

### 3.3 Limitaciones de los alineadores

El número y la complejidad de los casos tratados con alineadores transparentes siguen aumentando, es imposible tratar todo tipo de maloclusiones con este sistema. Los alineadores transparentes son convenientes en casos de apiñamiento o diastema de leve a moderado, expansión posterior, intrusión de uno o dos dientes, casos de extracción de incisivos inferiores e inclinación distal de los molares. Se sabe que los movimientos como la extrusión, la corrección de rotaciones severas,

el enderezamiento de molares y el cierre de espacios de extracción son más difíciles de lograr con alineadores.

### 3.4 Rotaciones complicadas

La forma del diente podría influir en la eficiencia del tratamiento durante la corrección de la mala alineación debido a la interacción geométrica entre los dientes y los alineadores. La rotación de dientes redondos sigue siendo uno de los movimientos menos predecibles. Según la literatura existente el movimiento menos preciso es la rotación de premolares. El control reducido del movimiento dental ortodóncico podría estar relacionado con la falta de socavados interproximales entre premolares, produciendo una distribución de fuerza incorrecta. El resultado es una pérdida de seguimiento de las superficies dentales con respecto a la forma del alineador.

## 4- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Los pacientes adultos de entre 17- 35 años que presenten *malposición* de premolares inferiores, podrían hacer uso de alineadores para generar sobre ellos rotación sobre su propio eje o rotación en bisagra, para determinar su eficacia y regresar a su posición ideal?

## 5- OBJETIVO

### 5.1 General:

Determinar el tipo de movimiento rotacional sobre premolares inferiores, que requiera menor número de alineadores para aliviar la malposición dental del paciente.

### 5.2 Específicos:

- 1- Comparar la cantidad de alineadores necesarios para aliviar la malposición de premolares inferiores.
- 2- Analizar la cooperación de los pacientes que usan los retenedores
- 3- Analizar los grados de rotación de cada uno de los premolares que requieren corrección.

## 6- Hipótesis

Los pacientes adultos del posgrado de ortodoncia de la UANL de entre 17- 35 años que poseen malposición de premolares inferiores pueden ser tratados con alineadores, con movimientos de rotación en bisagra de forma mas predecible que con movimientos rotacionales sobre su propio eje.

## 7- Diseño

El diseño de esta investigación es:

Comparativo

Ciego

Experimental

Prospectivo

Longitudinal

## 8- MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.1 Universo de estudio:

Adultos de entre 17-35 años de edad del posgrado de ortodoncia de la UANL

### 8.2 Tamaño de la muestra:

Número total de casos del estudio = 5 pacientes - 10 Hemiarcadas

Determinación del Tamaño de la muestra:

Por las condiciones de la variable a evaluar del tipo cuantitativa (Higiene Oral) donde además, se trata de una población infinita se estima el tamaño de la muestra con la aplicación de la siguiente fórmula general:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{e^2}$$

Para el presente proyecto se han determinado los siguientes valores considerando el artículo "*Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review*" que fueron aplicados para determinar el tamaño de la muestra:

$z = 1.96$  para 95% confiabilidad

$\sigma = 1.15$

$e = 0.77$

Para obtener el tamaño de la muestra se sustituyen los valores y se obtiene que:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{e^2} \quad n=10$$

De aquí se obtiene que el número total de pacientes que serán incluidos en el estudio será de 10, los que deberán ser elegidos considerando los criterios de inclusión, exclusión y eliminación definidos en el presente estudio.

8.2.1 Forma de asignación de los casos a los grupos de estudio:  
Secuencial

8.2.2 Características de los grupos:

- 5 Hemiarcadas- Movimiento rotacional sobre su mismo eje
- 5 Hemiarcadas- Movimiento rotacional en bisagra

8.3 Criterios de selección:

8.3.1 Criterios de Inclusión.

- Adultos de entre 17 a 35 años.
- Pacientes que presenten premolares inferiores con malposición dental.
- Apiñamiento leve en la arcada inferior.
- Pacientes que acudan al Posgrado de Ortodoncia de la facultad de odontología, de la Universidad Autónoma de Nuevo León

8.3.2 Criterios de exclusión.

- Anquilosis de los premolares inferiores
- Deformación anatómica dental
- Algún síndrome o enfermedad sistémica importante
- Pacientes que no firmen el consentimiento informado

8.3.3 Criterios de eliminación.

- Pacientes que no acudan a sus revisiones periódicas
- Poca cooperación con el uso de sus alineadores
- No terminar el tratamiento de alineadores completo



## 8.4 Pruebas de diagnóstico (sensibilidad y especificidad)

### 8.4.1 Medición de giroversiones

(<https://www.americanboardortho.com/media/5439/introalignmentsandrotations.mp4>)

Fue basado en ABO (American Board of Orthodontics)

- Se baso en el surco fundamental de las piezas. Cualquier discrepancia ( $> 0.5$ ) mayor a 0.5 mm
- Se colocó un punto en el surco fundamental en la cresta marginal de la pieza (mesial y distal)
- En caso de que sea el segundo premolar; se coloca en mesial de la primera molar y en distal del primer premolar.
- En caso de que solo tenga un premolar se coloca por igual en mesial y distal del premolar en cuestión, en mesial de la primera molar y en el punto de contacto distal del canino.
- Si se quiere evaluar el 1er premolar y si se tiene un 2do premolar se coloca, se coloca en mesial y distal del premolar a evaluar; en mesial del 2do premolar y en distal del canino.

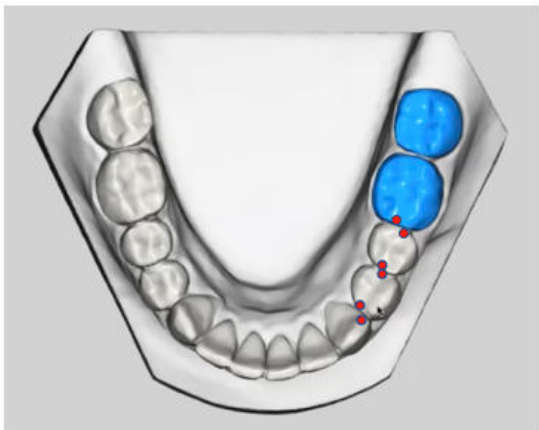


Figura 1. Medición de giroversiones

#### 8.4.2 Medición de asociación

- Se asoció la cantidad de alineadores necesarios, al principio y al finalizar el movimiento deseado con scans intraorales.

#### 8.5 Determinación de variables

##### **Independientes:**

- Fuerza ejercida; medida en Newtons.
- Punto de apoyo para la rotación; fue medida de forma nominal, punto mesial y distal.
- Rotación; medida de forma nominal en milímetros.

##### **Dependientes:**

- IPR; medida de forma nominal en milímetros
- Número de alineadores

#### 8.6 Descripción de procedimientos

En este experimento se tuvo que obtener a 5 pacientes que cumplieran con las especificaciones brindadas en los criterios de inclusión; estos pacientes tienen arcadas inferiores con apiñamiento clasificado como leve, y en ambas hemiarcadas (derecha e izquierda) se presentan premolares con giroversiones, que concuerdan con las especificaciones de ABO de cómo clasificar dichas rotaciones.

Posterior a la obtención de los pacientes se tuvieron que hacer concesiones en perspectiva de nuestras variables; estableciendo como base el número de 20 alineadores para todos los pacientes; limitando la cantidad de IPR, al igual que estableciendo el material de los alineadores como el estándar usado por **ALIWELL®**.

Se realizó el tratamiento holístico de los pacientes en cuanto a la maloclusion arreglando otras malposiciones en la cantidad establecida de los alineadores, se le

pidió a los pacientes usar por igual los alineadores por 22 horas; solo retirándolos para su higiene al igual que para su alimentación. Cada cita se realizaba un cambio de alineadores cada 15 días para permitir que se expresara el movimiento por completo.

Los aditamentos fueron colocados por el equipo de **ALIWELL®**, dejando al investigador sin el conocimiento de que hemiarcada estaba obteniendo que tipo de tratamiento (Bisagra o Movimiento sobre su propio eje).

Al terminar cada consulta y entregar un par de alineadores nuevos se entregaba al paciente una hoja que requerían llenar de forma honesta, para eliminar así la incertidumbre de no cooperación.

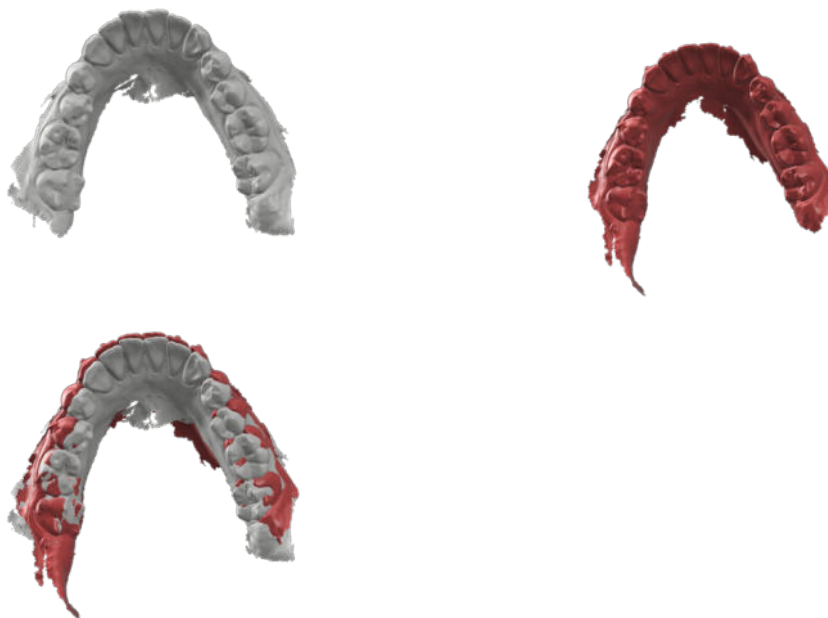
Se tomaron scans iniciales y finales al terminar los 20 alineadores; esto permitió obtener resultados por medio de las comparaciones de ellos. Esto se puede observar en la *Figura 2*.

Los scans se obtuvieron de parte de la compañía ALIWELL®, se usó un scan 3D Shape Trios; el cual se encontraba calibrado de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

8.6.1 Tabla 2. Hoja de captura de datos

NO. DE CITA	NOMBRE DEL PX:			
	HEMIARCADA IZQUIERDA DEL PX/ SOBRE SU PROPIO EJE		HEMIARCADA DERECHA DEL PX/ ROTACIÓN EN BISAGRA	
FECHA	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1- 10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1-10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)
1				
2				
3				
4				
5				

8.6.2 Figura 2. Ejemplo STL inicial, STL final y comparación de STLs



## 8.7-Validación de datos

El modelo estadístico analítico consistió en la aplicación de un análisis comparativo mediante una prueba t de diferencia de medias para muestras independientes en caso de que la variable muestre evidencia de normalidad, dicha prueba será determinada considerando un 95% de confiabilidad.

El modelo fue aplicado para comparar la efectividad del movimiento rotacional sobre premolares inferiores entre los grupos de estudio.

La estadística de prueba que fue empleada para analizar los resultados es el siguiente:

$$z = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

Al mostrarse evidencia de libre distribución fue aplicada una prueba de U de Mann Whitney para dichas muestras, la prueba fue determinada considerando también un 95% de confiabilidad.

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

**I) Se utilizó estadística descriptiva: medidas de tendencia central y dispersión: rango, media, mediana, moda, desviación estándar, proporciones o porcentajes.**

II) Por tener dos o más muestras, se utilizó estadística inferencial.

a) escala nominal. Prueba de Chi cuadrada

## 8.8 Presentación de resultados

La muestra fue conformada por todos aquéllos pacientes que cumplieron con los requisitos para ser incluidos en el estudio.

Los datos fueron capturados en una base de datos en el programa IBM Statistics 25 con el se realizarón tablas de frecuencia de dos variables dentro de las cuales fue considerada la variable dependiente (Efectividad del movimiento rotacional sobre premolares inferiores) confrontada con la variable independiente (Grupo de estudio) y demás criterios establecidos en el instrumento de observación. Para algunos procedimientos estadísticos de clasificación y manejo de base de datos será empleado el programa Microsoft Excel 2010.

El presente proyecto conto con un modelo estadístico de presentación de datos que consistirá en la elaboración y descripción de tablas de frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas y de intervalo, así como un modelo descriptivo de medidas de tendencia central y dispersión para las variables cuantitativas, además del uso de gráficos para las tablas mayormente relacionadas con el análisis de los datos, posterior a este diseño se realizó una descripción detallada de los resultados.

## 9- RESULTADOS

Para esta investigación, se tomaron 10 pacientes con buena salud; apiñamiento leve, al igual que premolares con rotaciones indicadas por la ABO como "Giroversiones", dichos pacientes presentaban en ambas hemiarcadas inferiores (derecha e izquierda); premolares con estas características.

Se les tomo scan previo al inicio del tratamiento, al igual que al termino de 20 alineadores (estándar para todos), con el mismo tipo de material, al igual que la misma fuerza; indicando para cada ortodoncista la cantidad de IPR que requiera su paciente tratando de realizar la menor cantidad posible.

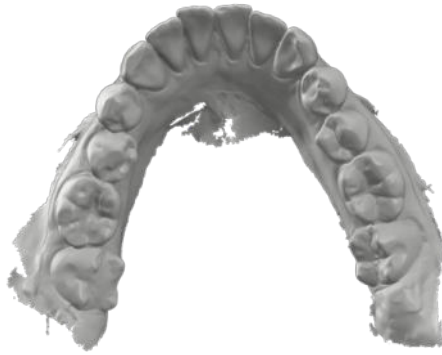
Se le pidió al ortodoncista tratante, al igual que al paciente llenar las siguientes tablas para poder obtener los resultados. También se tomaron en cuenta, como ya antes se explico los valores obtenidos con los STLs, midiéndolos por medio de AUTOCAD en una computadora por el mismo investigador.

### 9.1 Tablas de resultados

#### 9.1.1 Paciente no.1

NO. DE CITA	HEMIARCADA IZQUIERDA DEL PX/ SOBRE SU PROPIO EJE		HEMIARCADA DERECHA DEL PX/ ROTACIÓN EN BISAGRA	
FECHA	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1-10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1-10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)
1	10	SPC	10	SPC
2	10	SPC	10	SPC
3	10	SPC	10	SPC
4	10	SPC	10	SPC

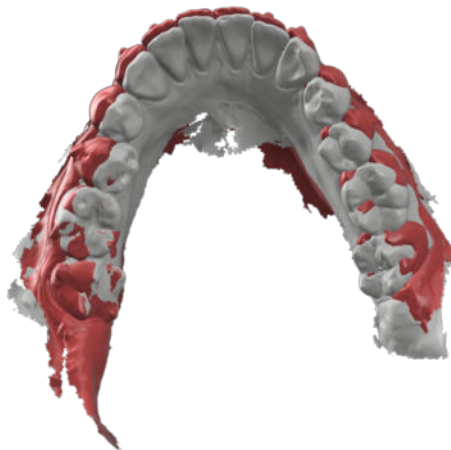
Tabla 3. Paciente no.1 Resultados



*Figura 3. Paciente no.1 STL inicial*



*Figura 4. Paciente no.1 STL final*



*Figura 5. Paciente no.1 STL comparación*



En la *Tabla 3* del paciente no.1 se puede observar que el paciente fue clasificado como un paciente ideal que usaba en todo momento sus alineadores, al igual que se percibe que el paciente no requirió IPR, ya que en cada cita el ortodoncista tratante indico SPC "Sin Punto de Contacto".

En la *Figura 3* se puede observar como se encontraban los premolares de ambas hemiarquadas con giroversion; al igual que la arcada completa con su malocusión.

En la *Figura 4* se puede observar como los premolares se ven en mejor posición al igual que la mejoría en sus demás piezas.

En la *Figura 5* se pueden observar todos los cambios de inicio (blanco) a fin (rojo).

### 9.1.2 Paciente no.2

NO. DE CITA	HEMIARCADA IZQUIERDA DEL PX/ SOBRE SU PROPIO EJE		HEMIARCADA DERECHA DEL PX/ ROTACIÓN EN BISAGRA	
FECHA	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1-10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1-10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)
1	8	SPC	8	SPC
2	10	SPC	10	SPC
3	9	SPC	9	SPC
4	10	SPC	10	SPC

*Tabla 4. Paciente no.2 Resultados*



*Figura 6. Paciente no.2 STL Inicial*



*Figura 7. Paciente no.2 STL Final*



*Figura 8. Paciente no.2 Comparación de STLs*

En la *Tabla 4* del paciente no.2 se puede observar que el paciente fue clasificado como un paciente promedio que usaba sus alineadores pero a veces no cumplía con las 22 horas establecidas, al igual que se percibe que el paciente no requirió IPR, ya que en cada cita el ortodoncista tratante indico SPC "Sin Punto de Contacto".

En la *Figura 6* se puede observar como se encontraban los premolares de ambas hemiarquadas con giroversion; al igual que la arcada completa con su malocusión.

En la *Figura 7* se puede observar como los premolares se ven en mejor posición al igual que la mejoría en sus demás piezas.

En la *Figura 8* se pueden observar todos los cambios de inicio (blanco) a fin (rojo).

### 9.1.3 Paciente no. 3

NO. DE CITA	HEMIARCADA IZQUIERDA DEL PX/ SOBRE SU PROPIO EJE		HEMIARCADA DERECHA DEL PX/ ROTACIÓN EN BISAGRA	
FECHA	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1-10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1-10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)
1	10	SPC	10	SPC
2	10	SPC	10	SPC
3	10	SPC	10	SPC
4	10	CPC	10	CPC

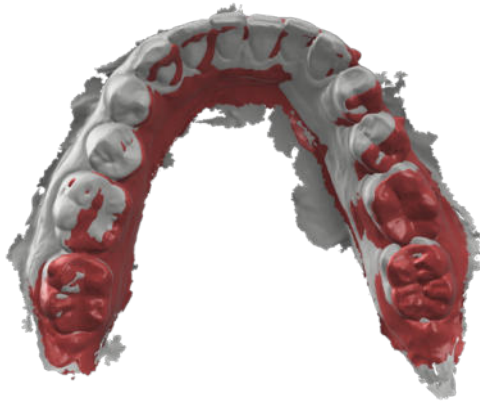
*Tabla 5. Paciente no.3 Resultados*



*Figura 9. Paciente no.3 STL Inicial*



*Figura 10. Paciente no.3 STL Final*



*Figura 11. Paciente no.3 STLs comparación*

En la *Tabla 5* del paciente no.3 se puede observar que el paciente fue clasificado como un paciente ideal que usaba en todo momento sus alineadores, al igual que se percibe que el paciente requirió leve IPR en la ultima consulta, ya que en cada cita el ortodoncista tratante indico CPC "Con Punto de Contacto".

En la *Figura 9* se puede observar como se encontraban los premolares de ambas hemiarquadas con giroversion; al igual que la arcada completa con su malocusión.

En la *Figura 10* se puede observar como los premolares se ven en mejor posición al igual que la mayoría en sus demás piezas.

En la *Figura 11* se pueden observar todos los cambios de inicio (blanco) a fin (rojo).

#### 9.1.4 Paciente no. 4

NO. DE CITA	HEMIARCADA IZQUIERDA DEL PX/ SOBRE SU PROPIO EJE		HEMIARCADA DERECHA DEL PX/ ROTACIÓN EN BISAGRA	
FECHA	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1-10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1-10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)
1	9	SPC	9	SPC
2	9	SPC	9	SPC
3	10	SPC	10	SPC
4	10	SPC	10	SPC

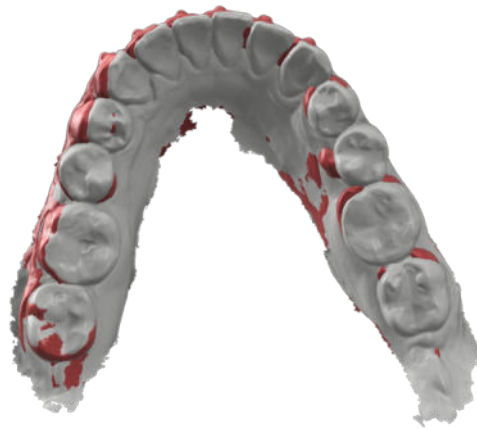
*Tabla 6. Paciente no.4 Resultados*



*Figura 12. Paciente no.4 STL Inicial*



*Figura 13. Paciente no.4 STL Final*



*Figura 14. Paciente no.4 STLs comparación*

En la *Tabla 6* del paciente no.4 se puede observar que el paciente fue clasificado como un paciente ideal que usaba en todo momento sus alineadores, al igual que se percibe que el paciente no requirió IPR, ya que en cada cita el ortodoncista tratante indico SPC "Sin Punto de Contacto".

En la *Figura 12* se puede observar como se encontraban los premolares de ambas hemiarcadas con giroversion; al igual que la arcada completa con su malocusión.

En la *Figura 13* se puede observar como los premolares se ven en mejor posición al igual que la mejoría en sus demás piezas.

En la *Figura 14* se pueden observar todos los cambios de inicio (blanco) a fin (rojo).

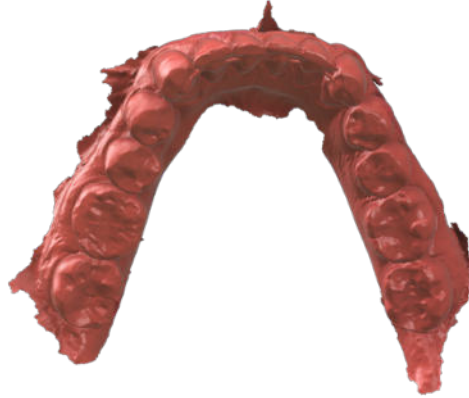
#### 9.1.5 Paciente no.5

NO. DE CITA	HEMIARCADA IZQUIERDA DEL PX/ SOBRE SU PROPIO EJE		HEMIARCADA DERECHA DEL PX/ ROTACIÓN EN BISAGRA	
FECHA	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1-10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)	COOPERACIÓN SEGÚN EL PACIENTE (1-10)	OBSERVACIONES (Puntos de contacto)
1	10	SPC	10	SPC
2	10	SPC	10	SPC
3	10	SPC	10	SPC
4	10	SPC	10	SPC

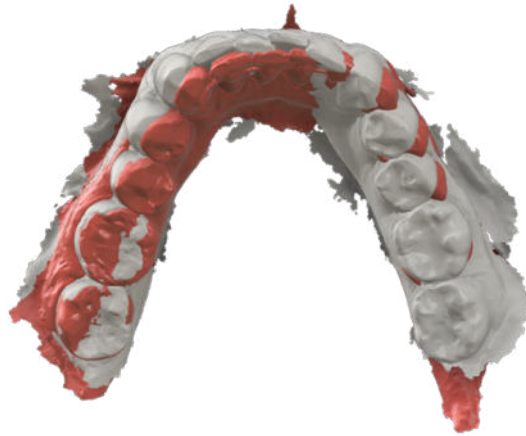
*Tabla 7. Paciente no.5 Resultados*



*Figura 15. Paciente no.5 STL Inicial*



*Figura 16. Paciente no.5 STL Final*



*Figura 17. Paciente no.5 STLs comparación*

En la *Tabla 7* del paciente no.1 se puede observar que el paciente fue clasificado como un paciente ideal que usaba en todo momento sus alineadores, al igual que se percibe que el paciente no requirió IPR, ya que en cada cita el ortodoncista tratante indico SPC "Sin Punto de Contacto".

En la *Figura 15* se puede observar como se encontraban los premolares de ambas hemiarquadas con giroversion; al igual que la arcada completa con su malocusión.

En la *Figura 16* se puede observar como los premolares se ven en mejor posición al igual que la mejoría en sus demás piezas.

En la *Figura 17* se pueden observar todos los cambios de inicio (blanco) a fin (rojo).

## 9.2 Resultados Estadísticos

Tabla 8.

*Prueba U de Mann-Whitney según el tipo de movimiento*

			n	Media	DE	Prueba z	Valor p
Distal	Inicial	Bisagra	5	2.69	1.36	0.763	0.2480
		Sobre su eje	5	2.44	1.28		
	Final	Bisagra	5	1.94	0.86	-0.129	0.9000
		Sobre su eje	5	2.01	0.94		
Mesial	Inicial	Bisagra	5	3.27	0.44	2.91	0.0191
		Sobre su eje	5	2.21	0.68		
	Final	Bisagra	5	2.18	0.51	2.7	0.0280
		Sobre su eje	5	1.29	0.40		

DE= Desviación estándar

La tabla 8 describe los valores obtenidos al realizar una media de los 5 valores obtenidos inicialmente, tanto en los valores de bisagra como los obtenidos sobre su propio eje; describiendo la desviación estándar de los casos en general. Los siguientes valores demuestran una relación notoria en los movimientos de bisagra.



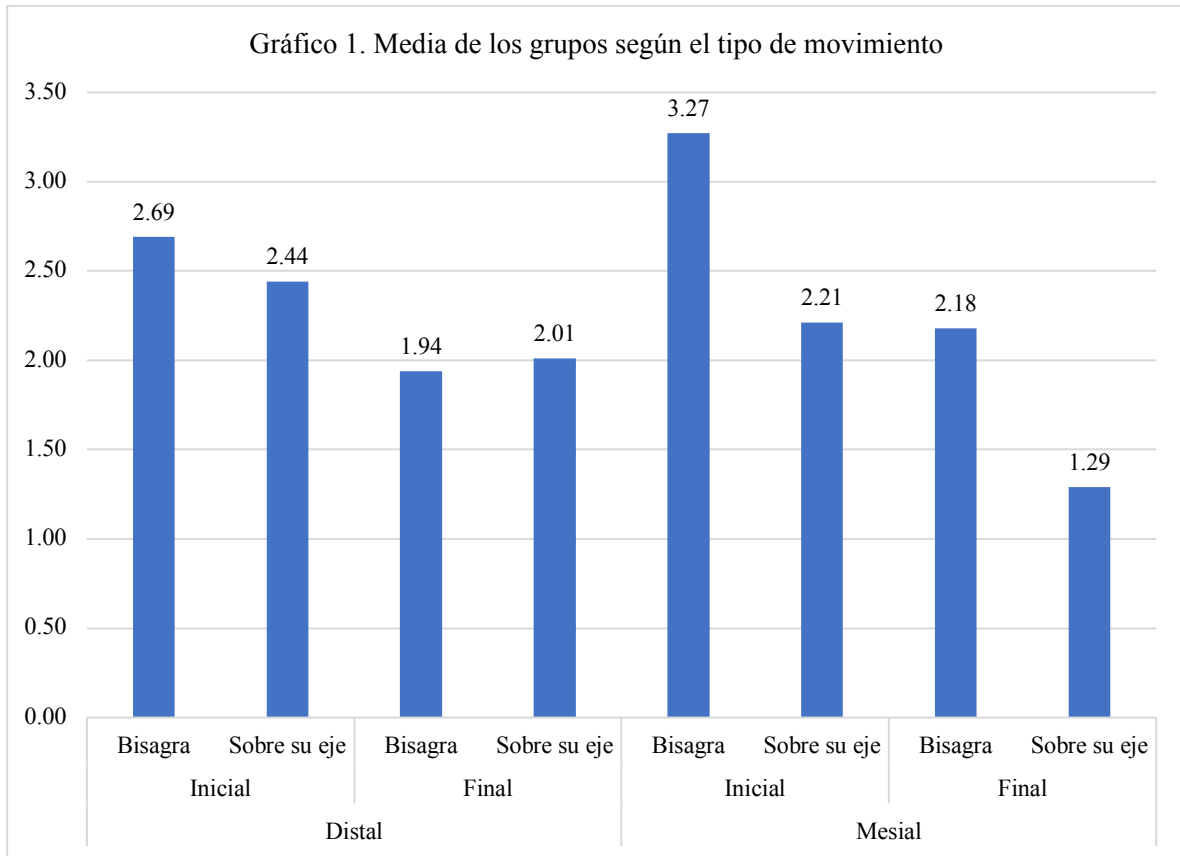


Tabla 9.

*Prueba de Wilcoxon, comparación inicial y final para el tipo de movimiento de bisagra*

		n	Media	DE	Min	Max	Prueba z	Valor p
Distal	Inicial	5	2.69	1.36	1.53	4.87	-2.02	0.0430
	Final	5	1.94	0.86	1.23	3.26		
Mesial	Inicial	5	3.27	0.44	2.75	3.90	-2.37	0.0410
	Final	5	2.18	0.51	1.76	3.01		

DE= Desviación estándar, Min= Valor mínimo, Max=Valor máximo

La tabla 9 describe con la prueba de Wilcoxon; movimiento completo que fue realizado de manera distal y mesial en bisagra; al ser menor de 0.05 se puede observar que no se encontró un movimiento representativo.

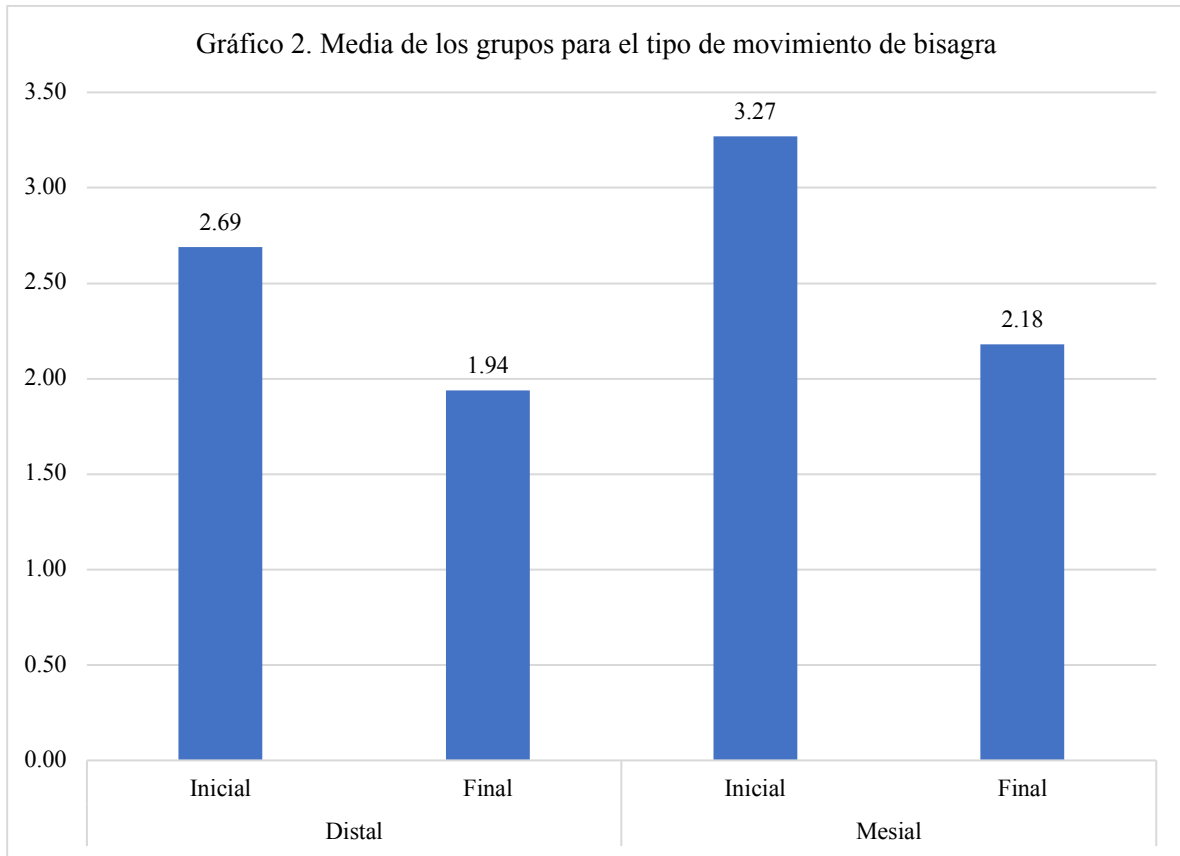


Tabla 10.

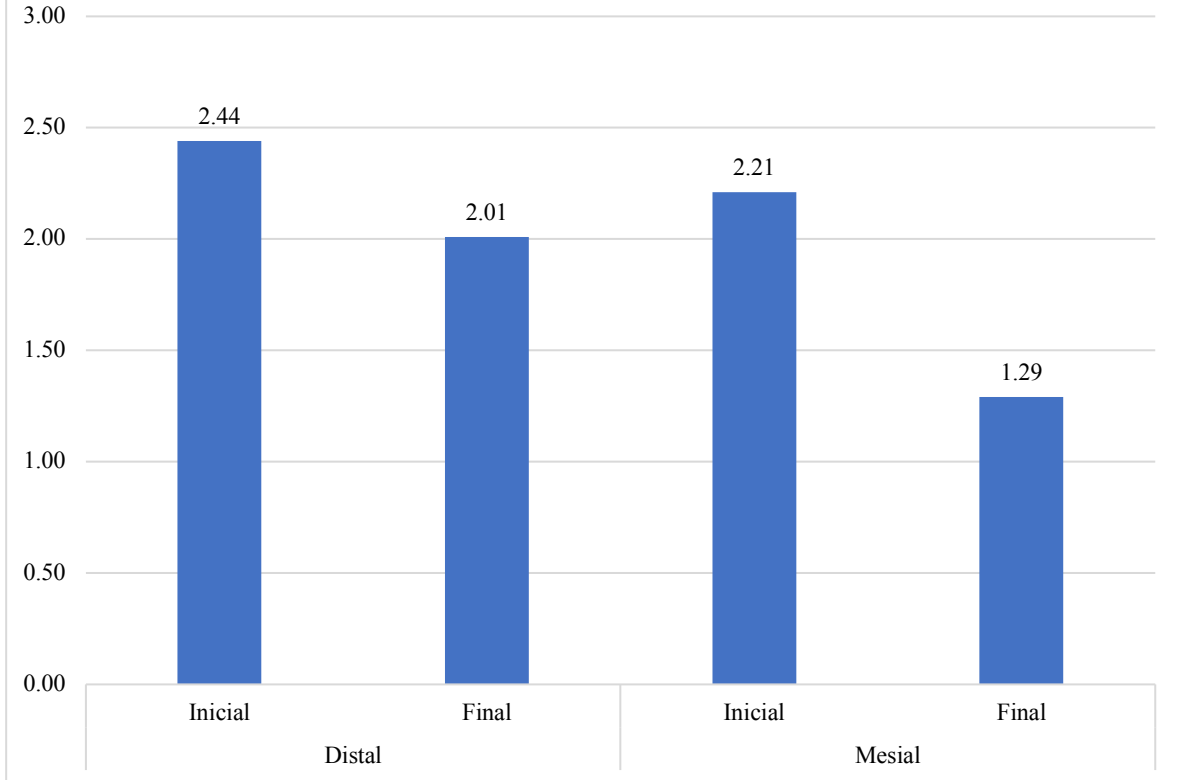
*Prueba de Wilcoxon, comparación inicial y final para el tipo de movimiento sobre su eje*

		n	Media	DE	Min	Max	Prueba z	Valor p
Distal	Inicial	5	2.44	1.28	1.71	4.72	2.84	0.0375
	Final	5	2.01	0.94	1.06	3.56		
Mesial	Inicial	5	2.21	0.68	1.39	3.20	2.36	0.0386
	Final	5	1.29	0.40	0.99	2.00		

DE= Desviación estándar, Min= Valor mínimo, Max=Valor máximo

La tabla 10 describe con la prueba de Wilcoxon; movimiento completo que fue realizado de manera distal y mesial sobre su propio eje; al ser menor de 0.05 se puede observar que no se encontró un movimiento representativo.

Gráfico 3. Media de los grupos para el tipo de movimiento sobre su eje



## 10- DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación demuestran que debido a su forma y falta de espacio; los premolares inferiores son una de las piezas más complicadas para poder desrotar. Al hacer esta investigación se encontraron complicaciones que sobrellevar, por lo tanto se probó cual de los dos movimientos prometía más resultados; entre el movimiento de bisagra o sobre su propio eje.

Los valores se mantuvieron lo más estandarizados posibles; haciendo un estudio en donde se descartaron a los pacientes que no tuvieran buena cooperación, al descartar todos estos posibles candidatos que no cumplieran con las directrices de uso constante de alineadores, pudimos eliminar el sesgo de esta gran variable. En la examinación de los artículos base, esto nunca se había realizado; ya que al ser casos con un alto costo de fabricación, se trataban de aprovechar a todos los pacientes que cumplieran con características de piezas cortadas.

La medición de la rotación, por igual fue algo diferente que se decidió realizar, en principio se pudo realizar la porción experimental en pacientes con actuales problemas de rotación y no de forma finita en simulaciones (Cortona et al., 2020); esto fue clave para obtener resultados reales. La rotación al no ser medida por simulaciones permitió tomar los puntos de medición entre dientes con igual malposición que se colocaban en mesial y distal a las piezas en cuestión. Esta forma de medición la se obtuvo de los estándares de la American Board of Orthodontics ; ya que así miden la rotación de una pieza.

Estudios previos han mencionado que la fuerza es un factor muy importante en la realización de estos movimientos, así que decidieron usar diferentes variaciones para ver cual podía obtener mejor resultado, haciendo un uso de fuerzas exponenciales, al finalizar el experimento no se pudo determinar si la geometría o la fuerza era el factor que realizaba el movimiento (Simon et al., 2014). Sin embargo, se decidió usar la misma cantidad de fuerza en todos los pacientes, para así poder descartar esta problemática; dicha fuerza fue colocada en parámetros que pudieran

realizarse en solo 20 alineadores; para por igual estandarizar la cantidad requerida por cada paciente.

Otro elemento importante que se considero es el grosor de los alineadores, como se hizo mención; mientras más grosor en el alineador, más potencial de fuerza se puede aplicar sobre la pieza que se desea desrrotar (Clements et al., 2003). Se pensó en esto al realizar el diseño y se estandarizó el mismo grosor, cantidad de alineadores, cantidad de rotación y por supuesto el uso perfecto de todos los pacientes.

Una parte importante por igual es la estética, ya que uno de los principales motivos de usar alineadores sobre brackets convencionales es que pasen por desapercibido, mientras pueden realizar su función; lo cual se pudo lograr por igual , al igual que se trato de que no fuera un tratamiento tan molesto; como se mencionaba por igual por el Dr Weir (Weir, 2017).

Los resultados mostraron que sí hubo una mejoría en ambos casos; tanto en los movimientos de bisagra como en los movimientos sobre su propio eje; tomando en cuenta la desviación estándar el movimiento con mejor predicción y mejores resultados fueron los movimientos en bisagra; esto se puede deber al diseño en su de los plásticos; ya que al ejercer fuerzas basadas en el empuje, resulta más fácil ejercer fuerza sobre un solo punto e irlo alternando para con esto poder llegar a los resultados deseados; por el contrario el movimiento sobre su propio eje se enfoca en fuerzas en cupla y esto puede disipar la fuerza que se aplica, haciendo así que no se llegue al resultado deseado de forma tan rápida.

Por igual, un factor muy importante es la cantidad de espacio; tanto el movimiento en bisagra como el realizado sobre su propio eje; requiere espacio para poder realizarse; lo cual se tiene que obtener con stripping o con expansión; la cual como ya se ha mencionado, es un fuerte oponente actualmente de los alineadores (Boyd, 2008).

Por último, un factor importante; es que al tomar todas estas variables, el costo del tratamiento y su tiempo de realización, lamentablemente el universo de nuestra población no es tan amplio, lo cual da resultados; que no son tan llamativos; una consideración para el futuro sería agregar estos mismos estándares a un universo más grande.

## 11- CONCLUSIÓN

El la presente investigación se encontró que los dos diseños de movimiento de los premolares con alineadores tienen un gran uso y son funcionales, ambos ejercen fuerzas de empuje sobre los premolares, lo cual genera que hayan movimientos para la alineación de las piezas. El movimiento rotacional con mejor promesa es el movimiento en bisagra; tomando en cuenta la cantidad de 20 alineadores usada en todos los pacientes.

Al usar métodos de estandarización, se pudo obtener pacientes con características muy específicas del universo; lo cual provoco tener un universo con pacientes con el uso correcto en cuanto a horas por día; siendo una base las 22 horas. Todos los pacientes registraron en las tablas de cotejo el uso casi perfecto de los alineadores. Se pudo por igual obtener un movimiento muy controlado determinando el grosor de los alineadores, la cantidad de fuerza y el IPR realizado en cada paciente. Al igual que la estandarización de la cantidad de alineadores en los pacientes.

Dicho esto el movimiento que promete mas eficacia es el movimiento de bisagra; esto tomando en cuenta los valores de la desviación estándar, el movimiento realizado sobre su propio eje; fue menor, ya que no se contaba con suficiente espacio para poder realizar una cupla en donde no hubiera otros choques.

Por ende, el movimiento a buscar con mejor promesa es el de bisagra; con la condición de que haya suficiente espacio, se ejerza la fuerza apropiada y se cumpla el uso constante de los alineadores.

Se sugiere por igual estandarizar este proceso y realizar futuras investigaciones con un universo mas amplio que el actual.

## 12-Referencias

- Pavoni, C., Lione, R., Laganà, G., & Cozza, P. (2011). Self-ligating versus Invisalign: analysis of dento-alveolar effects. *Annali di stomatologia*, 2(1-2), 23–27.
- Bollen, A. M., Huang, G., King, G., Hujoel, P., & Ma, T. (2003). Activation time and material stiffness of sequential removable orthodontic appliances. Part 1: Ability to complete treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 124(5), 496–501. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(03\)00576-6](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(03)00576-6)
- Djeu, G., Shelton, C., & Maganzini, A. (2005). Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 128(3), 292–298. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.06.002>
- Skidmore, K. J., Brook, K. J., Thomson, W. M., & Harding, W. J. (2006). Factors influencing treatment time in orthodontic patients. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 129(2), 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.10.003>
- Li, W., Wang, S., & Zhang, Y. (2015). The effectiveness of the Invisalign appliance in extraction cases using the the ABO model grading system: a multicenter randomized controlled trial. *International journal of clinical and experimental medicine*, 8(5), 8276–8282.
- KESLING H. D. (1946). Coordinating the predetermined pattern and tooth positioner with conventional treatment. *American journal of orthodontics and oral surgery*, 32, 285–293. [https://doi.org/10.1016/0096-6347\(46\)90053-1](https://doi.org/10.1016/0096-6347(46)90053-1)
- Tamer, İ., Öztaş, E., & Marşan, G. (2019). Orthodontic Treatment with Clear Aligners and The Scientific Reality Behind Their Marketing: A Literature Review. *Turkish journal of orthodontics*, 32(4), 241–246. <https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2019.18083>
- Boyd R. L. (2008). Esthetic orthodontic treatment using the invisalign appliance for moderate to complex malocclusions. *Journal of dental education*, 72(8), 948–967.



- Malik, O. H., McMullin, A., & Waring, D. T. (2013). Invisible orthodontics part 1: invisalign. *Dental update*, 40(3), 203–215. <https://doi.org/10.12968/denu.2013.40.3.203>
- Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2015). Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *The Angle orthodontist*, 85(5), 881–889. <https://doi.org/10.2319/061614-436.1>
- Cassetta, M., Altieri, F., & Barbato, E. (2016). The combined use of corticotomy and clear aligners: A case report. *The Angle orthodontist*, 86(5), 862–870. <https://doi.org/10.2319/091115-617.1>
- Weir T. (2017). Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian dental journal*, 62 Suppl 1, 58–62. <https://doi.org/10.1111/adj.12480>
- Chisari, J. R., McGorray, S. P., Nair, M., & Wheeler, T. T. (2014). Variables affecting orthodontic tooth movement with clear aligners. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 145(4 Suppl), S82–S91. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.10.022>
- Cortona, A., Rossini, G., Parrini, S., Deregibus, A., & Castroflorio, T. (2020). Clear aligner orthodontic therapy of rotated mandibular round-shaped teeth: A finite element study. *The Angle orthodontist*, 90(2), 247–254. <https://doi.org/10.2319/020719-86.1>
- Simon, M., Keilig, L., Schwarze, J., Jung, B. A., & Bourauel, C. (2014). Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: incisor torque, premolar derotation, and molar distalization. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 145(6), 728–736. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.03.015>
- Lagravère, M. O., & Flores-Mir, C. (2005). The treatment effects of Invisalign orthodontic aligners: a systematic review. *Journal of the American Dental Association* (1939), 136(12), 1724–1729. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2005.0117>
- Clements, K. M., Bollen, A. M., Huang, G., King, G., Hujoel, P., & Ma, T. (2003). Activation time and material stiffness of sequential removable orthodontic appliances. Part 2: Dental improvements. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American*

*Board of Orthodontics*, 124(5), 502–508. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(03\)00577-8](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(03)00577-8)

- Buschang, P. H., Shaw, S. G., Ross, M., Crosby, D., & Campbell, P. M. (2014). Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. *The Angle orthodontist*, 84(3), 391–396. <https://doi.org/10.2319/062113-466>
- Iliadi, A., Koletsi, D., & Eliades, T. (2019). Forces and moments generated by aligner-type appliances for orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & craniofacial research*, 22(4), 248–258. <https://doi.org/10.1111/ocr.12333>
- Stefanovic, N. L., Uhac, M., Brumini, M., Zigante, M., Perkovic, V., & Spalj, S. (2021). Predictors of patient compliance during Class II division 1 malocclusion functional orthodontic treatment. *The Angle orthodontist*, 91(4), 502–508. <https://doi.org/10.2319/090820-780.1>
- Lombardo, L., Arreghini, A., Ramina, F., Huanca Ghislanzoni, L. T., & Siciliani, G. (2017). Predictability of orthodontic movement with orthodontic aligners: a retrospective study. *Progress in orthodontics*, 18(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0190-0>
- Cortona, A., Rossini, G., Parrini, S., Deregibus, A., & Castroflorio, T. (2020). Clear aligner orthodontic therapy of rotated mandibular round-shaped teeth: A finite element study. *The Angle orthodontist*, 90(2), 247–254. <https://doi.org/10.2319/020719-86.1>
- Hennesy, J., & Al-Awadhi, E. A. (2016). Clear aligners generations and orthodontic tooth movement. *Journal of orthodontics*, 43(1), 68–76. <https://doi.org/10.1179/1465313315Y.0000000004>
- Zheng, M., Liu, R., Ni, Z., & Yu, Z. (2017). Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & craniofacial research*, 20(3), 127–133. <https://doi.org/10.1111/ocr.12177>
- Cardoso, P. C., Espinosa, D. G., Mecnas, P., Flores-Mir, C., & Normando, D. (2020). Pain level between clear aligners and fixed appliances: a systematic review. *Progress in orthodontics*, 21(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0303-z>