

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
COLEGIO ODONTOLÓGICO
ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR



**PERCEPCIÓN DEL ORTODONCISTA EN LA SELECCIÓN DE ARCO PARA
ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN EN PACIENTES CON PERIODONTO
DISMINUIDO, RAÍCES CORTAS Y FORMA RADICULAR ATÍPICA.**

AUTORES

**EILEEN ALBA NIÑO
LIZZET DURÁN ACOSTA
PAOLA REINA FIGUEREDO
ELIANA VILLAMIL HERNÁNDEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
COLEGIO ODONTOLÓGICO
ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR
BOGOTÁ D.C 2021**

**PERCEPCIÓN DEL ORTODONCISTA EN LA SELECCIÓN DE ARCO PARA
ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN EN PACIENTES CON PERIODONTO
DISMINUIDO, RAÍCES CORTAS Y FORMA RADICULAR ATÍPICA.**

AUTORES

EILEEN ALBA NIÑO
LIZZET DURÁN ACOSTA
PAOLA REINA FIGUEREDO
ELIANA VILLAMIL HERNÁNDEZ

Asesor Científico

DRA. DIANA PACHECO BLANCO
Especialista en Ortodoncia y docencia universitaria.

Asesor Metodológico

DRA. LUZ ANDREA VELANDIA
Especialista en Ortodoncia y ortopedia maxilar, odontología legal y
forense, doctorado en ciencias jurídicas.

Asesor Estadístico

JULIAN ANDRES TAMAYO
Ingeniería estadística

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO
ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR
BOGOTÁ D.C, JULIO 28 DE 2021**

AGRADECIMIENTOS

A la doctora Diana Pacheco, asesora científica de este trabajo, por guiarnos y comprender nuestras ideas y dificultades en este proceso, en el que nos brindó sus conocimientos y su apoyo.

A la doctora Luz Andrea Velandia por su dedicación y especiales aportes que permitieron enriquecer esta investigación, por sus consejos en la revisión de este trabajo y por su paciencia.

A la Biblioteca de la institución universitaria colegios de Colombia, por facilitar la búsqueda bibliográfica y brindar su asesoramiento técnico.

A todos los docentes que durante los 3 años de la especialización brindaron sus conocimientos y grandiosa experiencia.

Al ingeniero Julián Andrés Tamayo por brindar sus consejos en la parte estadística y demás.

CONTENIDO

PÁGINA

1. ASPECTOS TEÓRICO-CIENTÍFICO	13
1.1 Planteamiento del problema.	13
1.1.1 Descripción	13
1.1.2 Formulación	14
1.2 Justificación	15
1.3. MARCO TEÓRICO	15
1.3.1. Alambres en ortodoncia	15
1.3.2. Criterios de un arco ideal	15
1.3.3. Características De Relevancia Clínica De Los Alambres	16
1.3.4. Clasificación de los alambres ortodóncicos	17
1.3.5. Nitinol	18
1.3.6. Nitinol térmico	18
1.3.7. Nitinol superelástico	19
1.3.8. Cromo cobalto (Cr-Co)	20
1.3.9. Acero inoxidable	21
1.3.10. Titanio molibdeno	22
1.3.11. Gum metal	23
1.3.12. NiTi-Copper	24
1.3.13. Termo NiTi	25
1.3.14. Australiano	26
1.3.15. Multihebras o Coaxial	28

1.3.16. Fuerzas en Ortodoncia	28
1.3.17. Fuerzas ideales en ortodoncia	30
1.3.18. Fuerzas en paciente con periodonto disminuido	31
1.3.19. Fuerzas en dientes con morfología radicular alterada	32
1.3.20. Fuerzas y reabsorción radicular	32
1.3.21. Fase alineación y nivelación	33
1.3.22. Investigación de encuestas	34
1.3.23. Investigación de cuestionario	35
1.4. OBJETIVOS	36
1.4.1. Objetivo general	36
1.4.2. Objetivos específicos	36
2. ASPECTOS METODOLOGICOS	36
2.1. Tipo de estudio	39
2.3 Unidad de observación	39
2.4 Población de estudio	39
2.4.1 Criterios de inclusión	39
2.4.1 Criterios de exclusión	39
2.5 Variables	39
2.6 Recolección de Datos	40
2.7 Procedimiento	40
2.8 Análisis estadístico	41
2.9 Conducción del estudio	41
2.10 Resultados/ productos esperados	42
2.11 Impacto esperado a partir del uso de los resultados	42
3. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	43

3.1	Presupuesto	43
3.2	Cronograma	44
4.	RESULTADOS	44
5.	DISCUSIÓN	50
6.	CONCLUSIONES	52
7.	REFERENCIAS	52

PERCEPCIÓN DEL ORTODONCISTA EN LA SELECCIÓN DE ARCO PARA ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN EN PACIENTES CON PERIODONTO DISMINUIDO, RAICES CORTAS Y FORMA RADICULAR ATÍPICA.

1. ASPECTOS TEÓRICO CIENTÍFICO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Descripción

En ortodoncia, es muy importante que el profesional identifique y conozca las propiedades físicas de los materiales que se usan en la práctica clínica, en especial, los alambres que se utilizan para realizar los movimientos, de esto depende el éxito del tratamiento; reduciendo al mínimo las secuelas indeseadas. Estudios y análisis de nuevos materiales que son introducidos por las casas comerciales, mejoran y corrigen alteraciones que afectan las propiedades de dichos materiales, dando al clínico, las herramientas necesarias para desempeñar su labor de forma exitosa.⁽¹⁾⁽²⁾

En casos muy específicos, donde el clínico debe realizar un tratamiento en el cual, los tejidos, el hueso, las raíces y otras estructuras se encuentran comprometidas y que afectan su estado normal de salud, la literatura sugiere el uso de fuerzas leves, continuas y distribuidas de forma controlada que afecten en mínima cantidad, el estado de dichas estructuras y que se traduzcan en una máxima velocidad de movimiento dental con un mínimo de reabsorción radicular y dolor para el paciente.⁽¹⁾⁽²⁾

Con este fin en la actualidad los fabricantes y las casas comerciales ofrecen un amplio rango de aleaciones con particularidades especiales para los arcos iniciales que afirman tener propiedades superiores y posibles aplicaciones en casos específicos basados en pruebas de laboratorio que de acuerdo a sus resultados se consideran ideales para su uso. Sin embargo, existen diversos factores que pueden influenciar el desempeño de cualquier arco en la práctica clínica y es posible que las afirmaciones de los fabricantes sobre el incremento en eficiencia de una nueva de sus aleaciones se usen como medio para justificar su elevado costo.⁽³⁾⁽⁴⁾

Los resultados de los estudios sobre las ventajas, desventajas y aplicaciones clínicas de las diferentes aleaciones en la fase de alineación y nivelación arrojan resultados diversos por lo cual se llevó a cabo en 2018 una revisión sistemática con el fin de abordar de manera crítica los resultados de dichos estudios y lograron incluir 12 artículos que cumplieron con estrictos criterios de selección sin embargo los resultados en cuanto a comparación del desempeño de las aleaciones en el índice de movimiento dental, experiencia de dolor en

los pacientes y cantidad de reabsorción radicular no fueron concluyentes en presentar evidencia confiable que permitiera dar una recomendación concerniente a la superioridad de un material de arco en particular con respecto a otro en cuanto al desempeño en los tres puntos investigados. Esta revisión sistemática no evaluó situaciones específicas concernientes a los pacientes con problemas periodontales, formas radiculares atípicas y anomalías de tamaño radicular posiblemente por la falta de investigaciones con diseños de estudios que permitieran su comparación para generar una recomendación de uso, limitación que se incluyó dentro de la revisión sistemática. ⁽⁵⁾

Las fuerzas que generan los arcos dependen principalmente de sus propiedades físicas, así como del calibre, diversos estudios sugieren que en teoría las aleaciones que proporcionan fuerzas más ligeras y continuas generan un movimiento dental más rápido y por ende deberían proporcionar una eficiencia en alineación mayor. ⁽⁶⁾ Para la etapa de alineación y nivelación convencionalmente la forma usada son alambres redondos porque los arcos rectangulares que se ajustan fuertemente producen un movimiento antero-posterior de las raíces mientras esta se alinea. Las diferentes aleaciones presentes en la literatura para tratar casos con anomalías radiculares de tamaño y forma, así como en pacientes periodontales sugieren el uso de fuerzas bajas y continuas sin embargo la gran cantidad de alambres disponibles en el mercado dificultan en muchas ocasiones la selección del alambre que produzca tales efectos. La mayoría de las decisiones de los clínicos suelen basarse en las afirmaciones que realiza la casa comercial y sus estudios independientes en otros casos los clínicos se basan en un criterio formado por la experiencia. ⁽⁴⁾

Algunos estudios han intentado determinar las razones que influyen la toma de decisión por parte de los clínicos para seleccionar ciertos alambres para cada etapa de la ortodoncia, ⁽⁷⁾ sin embargo poco se sabe acerca de las propiedades del alambre que tiene en cuenta el clínico para elegir un arco de alineación y nivelación y como los ortodontistas usan esta información para identificar el tipo de arco que se ajuste para los casos de anomalías radiculares de tamaño y forma así como para pacientes comprometidos periodontalmente.

Por lo tanto, a través de un cuestionario se busca evaluar ¿cuál es la percepción del clínico sobre el mejor material a usar en la etapa de alineación y nivelación, en pacientes con periodonto disminuido, raíces cortas y forma radicular atípica?

1.1.2. Formulación

¿Cuál es la percepción del ortodontista clínico sobre el mejor arco a usar en la etapa de alineación y nivelación, en pacientes con periodonto disminuido, raíces cortas y forma radicular atípica?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Las preferencias de los ortodoncistas sobre el uso de los arcos de alineación y nivelación para casos específicos tienden a estar influenciadas por la información dada a través de las casas comerciales que promocionan sus arcos. En este contexto es importante determinar la percepción del clínico respecto a las aleaciones ofrecidas en el mercado y las propiedades que consideran necesarias al momento de seleccionarlás. Esto permitirá sondear la opinión de los clínicos y conocer los factores considerados importantes para cada caso, las preferencias en las aleaciones así como las marcas comerciales más utilizadas en cada caso y a partir de los resultados se podrá utilizar esta información para conducir estudios más precisos y focalizados sobre el desempeño de aquellas marcas y aleaciones que resultan ser usadas más frecuentemente así como las propiedades consideradas como vitales en alineación y nivelación en los casos de raíces cortas, forma radicular atípica y periodonto disminuido.

1.3. MARCO TEÓRICO

1.3.1. Alambres en ortodoncia

Existe una gran variedad de alambres para su uso en ortodoncia, las diferentes casas comerciales han desarrollado alambres con aleaciones que buscan mejorar las cualidades de acuerdo a la función. ⁽¹⁾

1.3.2. Criterios de un arco ideal

Diversas características de los alambres ortodónticos son consideradas deseables para un desempeño óptimo durante el tratamiento. Estas incluyen:

Alta resistencia, baja rigidez, alto rango, amplia recuperación o elasticidad, alta formabilidad, alto almacenamiento de energía, biocompatibilidad, estabilidad ambiental, baja fricción superficial, baja capacidad de acumular bacterias esporas o virus, resiliencia, que sea soldable, estético, económico y resistente a la corrosión.⁽¹⁾ (Figura 1)

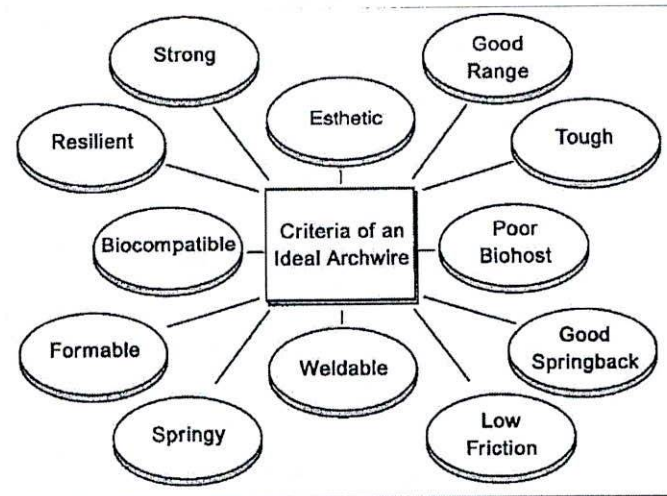


Figura 1. Criterios de un alambre ortodóntico ideal^(*)

1.3.3. Características De Relevancia Clínica De Los Alambres

Recuperación: También se conoce como máxima deformación elástica, máxima flexibilidad, rango de activación, rango de deflexión o rango de trabajo. La recuperación del alambre se encuentra relacionada con el límite elástico y el módulo de elasticidad del material ($Y S / E$). Los valores más altos de recuperación proporcionan la capacidad de aplicar grandes activaciones con el consiguiente aumento del tiempo de trabajo del alambre. Esto, a su vez, implica que se necesitarán menos cambios o ajustes del alambre. La recuperación es también una medida de la distancia que puede desviarse sin causar una deformación permanente o sin exceder los límites del material. ⁽²⁾

Rigidez: Resistencia a la deformación elástica cuando se hace un doblez o una torsión. ⁽⁸⁾ Una baja rigidez proporciona: La capacidad de aplicar fuerzas más bajas, una fuerza más constante a lo largo del tiempo a medida que el aparato experimenta una desactivación y una mayor facilidad y precisión en la aplicación de una fuerza determinada. ⁽²⁾

Rango de Trabajo: Carga máxima a la que puede someterse un alambre sin exceder el límite de deformación plástica, sirve para saber si se puede mover un diente con una sola activación (se mide en mm). ⁽⁸⁾

Moldeabilidad: Cantidad de deformación o grado de flexión permanente que puede soportar el alambre antes de romperse. ⁽⁸⁾ La alta moldeabilidad proporciona la capacidad de doblar un alambre en las configuraciones deseadas, sin fracturar el alambre. ⁽²⁾

Biocompatibilidad y Estabilidad Ambiental: incluye la resistencia a la corrosión y la tolerancia de los tejidos a los elementos propios del alambre. La estabilidad ambiental asegura el mantenimiento de las propiedades deseables del alambre durante largos períodos de tiempo después de su fabricación. ⁽²⁾

Resiliencia: Capacidad del alambre para almacenar energía, combinación entre resistencia y elasticidad. ⁽⁸⁾

Resistencia: Capacidad de un alambre de resistir una carga que lo deforma sin exceder el límite de deformación plástica, es la máxima carga que un alambre puede entregar hasta el límite que permita el material, la resistencia depende de la rigidez y rango de trabajo. ⁽⁸⁾

Fricción: Fuerza que existe entre dos superficies ásperas en contacto, que se opone al deslizamiento, en ortodoncia, la fricción es causada por el contacto entre el arco y la superficie del slot del bracket y esta tiene una dirección opuesta a la dirección del movimiento que se quiere realizar. ⁽⁹⁾

FRICCIÓN ESTÁTICA: Es la fuerza de fricción necesaria para mover un cuerpo respecto del otro cuando ambos están en reposo. ⁽⁹⁾

FRICCIÓN DINÁMICA: Es la fuerza de fricción necesaria para mantener en movimiento relativo los dos cuerpos en contacto. ⁽⁹⁾

Histéresis: Falta de coordinación o retraso en el efecto de un cambio en el sistema, es el efecto del enfriamiento y recalentamiento y la tendencia de un material a conservar una de sus propiedades, en ausencia del estímulo que la ha generado. ⁽¹⁰⁾

Tensión y Esfuerzo: Distribución interna de la fuerza de carga por unidad de área o superficie. ⁽¹⁾

Unión: Capacidad de unir elementos auxiliares a los alambres de ortodoncia mediante soldadura que proporcionan una ventaja adicional al incorporar modificaciones estas modificaciones a la aparatología. ⁽²⁾

1.3.4. Clasificación de los alambres ortodóncicos:

Aleaciones de oro

Aleaciones de acero inoxidable:

- Alambres multihebras/ trenzados
- Alambres australianos

Aleaciones de Cromo Cobalto/ Elgiloy

Aleaciones de Níquel Titanio

- Niti convencional /M- Niti
- Niti pseudoelastico/ A-Niti
- Ni-Ti termodinámico
- NiTi termodinámico graduado
- Niti chino
- NiTi Japones
- NiTi Cobre

Alfa Titanio

Beta Titanio

Alambres combinados

Alambres estéticos

- Alambres recubiertos
- Alambres composite

Alambres Titanio Niobio y TiMolium® ⁽¹⁾

A continuación, se describen los más utilizados en la práctica clínica:

1.3.5. NITINOL

El nombre de NITINOL es un acrónimo de Níquel, Titanio y Naval Ordnance Laboratory, el sitio donde fue creado, creado por William Beuhler, en los laboratorios de la Marina de Municiones (ahora Naval Surface Warfare Center) por la década de 1960. ⁽¹¹⁾

El alambre de NiTi es una aleación de metal que puede existir en forma martensítica y en forma austenítica, la transición entre estas dos formas puede ser provocada por la aplicación de tensión o por un cambio de temperatura, cambiando así las propiedades del alambre sin afectar su integridad. ⁽⁵⁾

Los alambres fabricados como forma activa tienen ambas fases existiendo simultáneamente, esta capacidad de coexistencia da lugar a las propiedades superelásticas de las aleaciones activas de NiTi, esto significa que los alambres ejercen aproximadamente la misma fuerza independientemente de si se desvían a una distancia relativamente pequeña o grande, que es una característica única y extremadamente deseable, especialmente en los arcos de alineación inicial. ⁽⁵⁾

La temperatura en la que la aleación se convierte de una fase a otra se conoce como temperatura de transición (TTR) y se puede preajustar durante la fabricación de los arcos, según la temperatura de transición; los alambres de NiTi se pueden clasificar según la estructura cristalina y la transformación de fase en; 1. Estabilizado, por ejemplo, el Nitinol, y Orthonol, 2. Austenítico activo superelástico, como el Sentalloy, 3. Martensítico termodinámico activo como el Cobre-NiTi y Neosentalloy, 4. Termodinámica graduada como el Bioforce. ⁽⁵⁾

1.3.6. Nitinol térmico

La composición original compuesta de relación atómica de Níquel y Titanio. Níquel 55%, Titanio 45%. Sin embargo, para reducir el rango de temperatura de transición a 37 ° C, la cantidad de cobalto agregado a la aleación es 1.6%. La característica única de esta aleación es el fenómeno de la memoria, que permite que el alambre se deforme plásticamente o se estire a una temperatura inferior a su rango de temperatura de transición y mantenga la forma hasta que se eleve su temperatura, en ese momento el alambre se deformará a su forma original. ⁽¹⁾

Ventajas:

Menos cambios en el arco de alambre.

Menos tiempo al lado de la silla.

Reducción del tiempo requerido para lograr la rotación

Menos molestias para el paciente. ⁽¹⁾

Limitaciones:

La formabilidad deficiente de los alambres implica que son los más adecuados para sistemas preajustados.

Se fractura fácilmente cuando se dobla sobre un borde afilado. Estala flexión afecta negativamente la propiedad de recuperación elástica del alambre.

Se recomiendan ganchos y topes prensados para su uso.

Para poder cinchar el alambre es necesario elevar su temperatura con una flama. ⁽¹⁾

1.3.7. Nitinol superelástico

Los arcos de Ni-Ti superelásticos, fueron adoptados por primera vez en 1985 por Burstone, Miura y colaboradores en Japón ⁽²⁾ y han sido ampliamente aceptados para la primera fase de alineación de las maloclusiones, principalmente debido a sus propiedades únicas de superelasticidad y memoria de forma ⁽¹²⁾⁽¹³⁾. La superelasticidad se caracteriza por una curva de deflexión de la carga con una región horizontal durante la descarga, denominada meseta. Kusy lo denomina pseudoelasticidad a este comportamiento no lineal pero no obstante elástico. Estas dos propiedades se asocian con las transiciones de fase dentro de la aleación de Ni-Ti entre las formas martensítica y austenítica que pueden ocurrir ya sea bajando la temperatura o aplicando tensión en un rango de temperatura definido. Sin embargo, la superelasticidad se hace evidente sólo si la desviación/activación es lo suficientemente alta como para inducir la transformación martensítica ⁽¹³⁾ El tratamiento térmico del nitinol produce alteraciones sustanciales en las propiedades mecánicas de la aleación como cambios en la disposición cristalográfica causados por el calentamiento que producen el efecto "memoria", Andreasen y Morrow" describieron el fenómeno de "memoria de forma" como la capacidad del alambre de volver a una forma previamente fabricada cuando se calienta a través de su Rango de Temperatura de Transición (TTR). Este efecto se realiza manteniendo el alambre en la forma deseada mientras se somete a un tratamiento térmico de alta temperatura. Cuando se enfría posteriormente, el alambre puede ser deformado dentro de ciertos límites de tensión, de los cuales recupera su forma original si se calienta a través de su único rango de temperatura de transición (TTR). ⁽²⁾

Hallazgos sobre la resistencia a la corrosión de los alambres de nitinol han sido inconsistentes. Algunos investigadores, han encontrado que el nitinol para ser más susceptible a la corrosión que otras aleaciones y que la corrosión o los efectos acumulativos del trabajo en frío produce un aumento de la deformación permanente y una disminución de

la elasticidad. Pero Schwaninger, Sarkar y Foster han observado que la corrosión no afecta a las propiedades de flexión de los alambres de nitinol⁽²⁾

Los arcos de Ni-Ti superelásticos están diseñados para mover los dientes con fuerzas ligeras y continuas.⁽¹³⁾ Son particularmente útiles cuando se necesitan grandes deflexiones para alinear dientes gravemente mal posicionados⁽¹²⁾. Su baja rigidez proporciona estabilidad inadecuada para su aplicación en fases finales del tratamiento por ello se recomienda la estabilidad mediante un alambre de acero inoxidable que se adapte a la oclusión final deseada.⁽²⁾ La superelasticidad permite que el diente reciba una fuerza tan constante como sea posible por encima de un mínimo fuerza requerida. Si el nivel de fuerza se mantiene por encima del mínimo fisiológico necesario para inducir el movimiento de los dientes casi hasta la desactivación total, debería lograrse una nivelación completa sin cambios frecuentes del alambre; si se limita la fuerza máxima se evitan efectos indeseables como la incomodidad del paciente, la hialinización de los tejidos y la reabsorción radicular.⁽¹³⁾

1.3.8. Cromo cobalto (Cr-Co)

En 1950 la compañía Elgin Watch estaba desarrollando una aleación compleja, cuyos ingredientes primarios eran cobalto (40%), cromo (20%), hierro (16%) y níquel (15%). Esta aleación de cromo cobalto fue mercadeada como Elgiloy por la Rocky Mountain Orthodontics. Tiene características similares a las del acero inoxidable, capaz de tener resistencia y maleabilidad para poder realizar dobleces y mejorar los rangos de trabajo.⁽¹⁴⁾

Se comercializaron cuatro alambres que variaron en maleabilidad inicial, desde un nivel alto a resistente. A estas aleaciones se les designaron nombres específicos, Comercialmente se conocen como Elgiloy y tiene cuatro presentaciones: Elgiloy azul, Elgiloy amarillo, Elgiloy verde, Elgiloy rojo. se desarrollaron entre 1958 y 1961.⁽¹⁴⁾

El Cr-Co como ya lo habíamos dicho presenta propiedades similares a las del acero inoxidable, las ventajas de este, sobre el acero incluyen mayor resistencia a la fatiga, distorsión y otros aspectos.

El Elgiloy Azul es el más dúctil y suave de los cuatro, puede doblarse fácil manualmente o con ayuda de pinzas ortodónticas. Su uso es recomendado cuando requiere flexión o soldadura. El Elgiloy azul cuando es tratado con temperatura aumenta su resistencia a la deformación⁽²⁾

Elgiloy amarillo presenta propiedades similares al azul, con una resistencia un poco mayor, también puede manejarse con relativa facilidad y su resistencia y rendimiento se puede lograr por tratamiento con calor⁽²⁾

Elgiloy verde es más resistente que el amarillo y se puede moldear con unas pinzas antes del tratamiento térmico.⁽²⁾

El Elgiloy rojo es más resistente, su manipulación con las pinzas debe ser cuidadosa. Debido a su resistencia también se puede fracturar con mayor facilidad después del tratamiento térmico.⁽²⁾

Los arcos Co-Cr presentan una recuperación elástica menor comparados con los arcos de acero inoxidable de tamaños similares, esta propiedad se mejora cuando el arco de Cr-Co es sometido a un tratamiento térmico ideal de 900 °F (482 °C) durante 7 a 12 minutos, provocando el endurecimiento de la aleación y aumentando la resistencia a la deformación.⁽²⁾

Los arcos de Cr-Co pueden ser reemplazados por acero inoxidable del mismo tamaño, dado que estos arcos entregan el doble de fuerza que otros arcos y cuatro veces más fuerza que los arcos de níquel titanio. La activación de estos arcos debe ser controlada debido a que se pueden obtener vectores de fuerza no deseados o movimientos dentales acelerados.⁽²⁾

1.3.9. Acero inoxidable

El alambre recomendado en la práctica clínica ortodóncica en las etapas iniciales del tratamiento es el de tipo súper elástico de níquel-titanio y termoactivado, sin embargo, algunos especialistas prefieren usar arcos de acero de múltiples hilos, estos son de menor costo y no se ha demostrado que sean menos efectivos clínicamente que los alambres de Níquel-Titanio.⁽²⁾

Hasta la década de 1930, los únicos alambres de ortodoncia disponibles estaban hechos de oro. El acero inoxidable austenítico, con propiedades de mayor resistencia, mayor módulo de elasticidad, buena resistencia a la corrosión y costos moderados se involucró como un alambre de ortodoncia en 1929, y tiempo después ganó popularidad sobre el oro.⁽²⁾

A finales de los años 50 la ortodoncia de los rocky mountain ofrecía dos tipos de aceros inoxidables trabajados en frío: uno de grado estándar y otro extraduro. Hoy en día la ortodoncia americana anuncia tres grados de alambre de acero inoxidable: uno estándar, un tono dorado y otro tono súper dorado.⁽¹⁴⁾

Estos alambres son altamente resistentes al óxido debido a su contenido de cromo relativamente alto. Por ejemplo, un cable de acero inoxidable típico está compuesto de 18% de cromo y 8% de níquel (por lo tanto, el acero utilizado en este alambre se denomina acero inoxidable)⁽¹⁵⁾

El endurecimiento intersticial de carbono y el trabajo en frío pueden atribuirse al alto límite elástico y al módulo de elasticidad del acero inoxidable. Por esta razón para aliviar el estrés después de doblar un alambre de este tipo se realiza un tratamiento térmico y esto ayuda a mejorar las propiedades elásticas del alambre.⁽²⁾

El cronograma recomendado de temperatura y tiempo para el acero inoxidable para aliviar el estrés es de 750° F (399° C) durante 1 minuto, El gran módulo de elasticidad del acero

inoxidable y su alta rigidez requieren el uso de alambres más pequeños para la alineación de dientes rotados moderada o severamente. Una reducción en el tamaño del alambre da como resultado un peor ajuste en el soporte y puede causar pérdida de control durante el movimiento del diente. Sin embargo, la alta rigidez es ventajosa para resistir la deformación causada por fuerzas de tracción extraoral e intraoral. ⁽²⁾

Los alambres de acero inoxidable producen fuerzas más altas que se disipan en períodos de tiempo más cortos que los alambres de beta-titanio o nitinol, lo que requiere activaciones más frecuentes o cambios en el arco de alambre. ⁽²⁾

Adicionalmente esta aleación también proporcionó una resistencia a la fricción significativamente menor que el alambre nitinol y el TMA. Se sugirió que, cuando se requería una gran rigidez durante la mecánica de deslizamiento, se debería usar acero inoxidable sobre nitinol o TMA. Aunque existen varias aleaciones de arcos de alambre para la retracción de los dientes, los arcos de acero inoxidable siempre han sido el pilar de esta fase del tratamiento. Por otro lado, en las aplicaciones clínicas la mayor rigidez de los alambres de acero inoxidable permite la fijación de elásticos inter e intramaxilares. ⁽¹⁶⁾

1.3.10. Titanio molibdeno

La aleación de Titanio y Molibdeno (TMA) Es una aleación de β titanio introducida a principios de la década de 1980 para aplicaciones de ortodoncia. Su combinación de alta resistencia y elasticidad lo convierte en una excelente opción para resortes auxiliares y arcos de finalización, especialmente alambres rectangulares utilizados en las últimas etapas del tratamiento de ortodoncia. ⁽¹⁵⁾

Ventajas:

- Tiene un módulo de elasticidad que es menor que el del acero inoxidable y aproximadamente el doble que el del nitinol, por lo que es ideal en situaciones en las que son necesarias fuerzas menores que las del acero inoxidable y cuando un material de módulo más bajo como el nitinol es inadecuado para producir las magnitudes de fuerza deseadas. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽²⁾
- Entregan aproximadamente la mitad de la fuerza que los alambres de acero inoxidable, por ejemplo, un cable de titanio molibdeno de 0.018 X 0.025 pulgadas entrega aproximadamente la misma fuerza que un cable de acero inoxidable de 0.014 X 0.020 pulgadas en una activación de segundo orden. Esto tiene como ventaja un acoplamiento de soporte completo y un mayor control de torque resultante que el cable de acero inoxidable más pequeño. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽²⁾
- Según Vinod Krishnan y col en el 2015 ^(6,7) reportaron que este alambre era más amable con los tejidos al generar una fuerza baja y constante, en comparación con el acero inoxidable para las características de deflexión de carga. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽²⁾

- La recuperación elástica es superior a la del acero inoxidable, por lo tanto, un alambre puede desviarse casi el doble que el alambre de acero inoxidable sin deformación permanente. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽²⁾
- Capacidad de soldadura directa: Es posible unir topes, ganchos y auxiliares activos mediante soldadura, lo que aumenta la versatilidad del alambre y se logra una resistencia adecuada de la soldadura sin pérdida en las propiedades del alambre. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽²⁾
- Tiene una resistencia a la corrosión comparable a la del acero inoxidable y las aleaciones de cromo cobalto. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽²⁾

Desventajas

- Alto coeficiente de fricción: Demuestran niveles más altos de fricción de soporte que los alambres de acero inoxidable o Cromo Cobalto, esto puede implicar tasas más lentas de movimiento del diente durante la retracción canina y consolidación del espacio.
- Sin embargo, ya están disponibles los alambres TMA implantados con iones que han reducido sustancialmente la fricción del soporte de arco eléctrica (TMA de baja fricción).
- Algunos lotes de arcos de TMA son susceptibles de fracturarse durante la manipulación clínica y demuestran niveles más altos de fricción del área de soporte que los alambres de acero inoxidable o de cromo cobalto. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽²⁾

1.3.11. Gum metal

El Gum Metal es otra aleación de tipo β titanio que se desarrolló en el 2003 en la Sección de Investigación de Metalurgia de Toyota Central en Japón. Esta aleación de titanio multifuncional tiene una estructura de cristal cúbico centrado en el cuerpo de tipo β . Su composición química es titanio (Ti), niobio (Nb), tántalo (Ta), circonio (Zr), los cuales se encuentran en los grupos IVa y Va en la tabla periódica de elementos. Tienen un módulo de Young muy bajo con comportamiento elástico no lineal, alta resistencia, deformación de alto rendimiento, alta ductilidad y deformabilidad superplástica a temperatura ambiente. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁷⁾

La adición de oxígeno y un buen rendimiento de trabajo en frío producen una microestructura similar al mármol que le da al Gum Metal una estructura deformada de plástico sin un movimiento de dislocación del cristal. El oxígeno en Gum Metal es el elemento de aleación más importante en términos de obtener sus propiedades mecánicas sobresalientes y su comportamiento de deformación único. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁷⁾

Cuatro empresas han colaborado en el desarrollo de Gum Metal para la terapia de ortodoncia: la Sección de Investigación de Metalurgia de Toyota Central I + D Labs., Inc.; Toyotsu Material Inc.; Maruem Works Co., Ltd.; y Rocky Mountain Morita Corporation. El módulo súper bajo de Young de Gum Metal permite un verdadero control tridimensional de los dientes y la fabricación de aparatos de ortodoncia que proporcionan una distribución de

fuerza casi óptima para un movimiento estable y suave de los dientes. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁷⁾

Características:

1. Presenta un módulo de Young muy bajo que se aproxima a 40 GPa y una resistencia a la tracción muy alta de aproximadamente 1000 MPa.
2. Es súper elástico y tiene una ductilidad aproximadamente 10 veces mayor que la de los metales convencionales.
3. Tiene una verdadera deformación elástica sin histéresis (es decir, sin pérdida de energía entre la carga y la descarga en la relación tensión-deformación). Sus propiedades elásticas no lineales no están sujetas a la ley de Hook.
4. Todos los elementos atómicos constituyentes de la aleación son biocompatibles y no tóxicos.
5. En comparación con otros alambres de titanio, el Gum Metal genera aproximadamente la mitad de la fricción entre el arco y el soporte con una superficie tratada adecuadamente. ⁽¹⁵⁾⁽²⁾⁽¹⁷⁾

Aplicaciones clínicas:

- Las características de deformación elástica del Gum Metal son adecuadas para tratar las primeras etapas de apiñamiento. Debido a que no sigue la ley de Hooke, Gum Metal produce una fuerza de ortodoncia baja incluso cuando el desplazamiento es alto.
- Proporciona más torque para mover los dientes en una etapa temprana y una duración de alineación y nivelación mucho más corta en comparación con los alambres convencionales.
- Son aplicables cuando se necesita un control tridimensional (torque) del movimiento del diente en las etapas más tempranas de los procedimientos de ortodoncia. Por lo tanto, el uso de alambre de Gum Metal reduce no solo la duración total del tratamiento de ortodoncia, sino también el número de visitas de ortodoncista necesarias para los cambios del alambre.

Reduce el dolor y la incomodidad del tratamiento de ortodoncia al reducir el número de cambios de alambre requeridos y la duración del tratamiento, por su comportamiento de súper elasticidad y deformación elástica no lineal maximiza el rango de activación de los cables sin una fuerza excesiva. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽²⁾

1.3.12. NiTi-Copper

Los arcos de NiTi-Copper (NiTi-Cu), están compuestos, de níquel, titanio, cobre y cromo; por su composición estos arcos garantizan cargas más homogéneas en la totalidad del arco y su transición de temperaturas más definidas aumenta la efectividad en el movimiento de los dientes. ⁽¹⁸⁾

Además, presentan histéresis reducida, lo que permite la producción de fuerzas más constantes y por períodos más largos de tiempo, tienen mayor mecánica de resistencia y un menor porcentaje de deformación ⁽¹⁸⁾

En el estado martensítico, esta aleación es muy difícil de deformar mediante la aplicación de tensiones, y al eliminar la carga, la deformación persiste lo cual le da la apariencia de una deformación plástica; sin embargo, después de ser deformada, el aumento de temperatura provoca una transformación del material a un estado austenítico, por lo cual el material recupera su forma original. ⁽¹⁹⁾

Estos arcos generan alrededor del 20% menos fuerza de carga, por lo tanto, generan menos trauma e incomodidad para el paciente. Se pueden usar en casos de apiñamiento severo y en pacientes con periodonto disminuido, los arcos de NiTi-cu evitan el área de hialinización, necrosis y pérdida de anclaje, disminuyendo la probabilidad de reabsorción radicular. Sin embargo, por su composición, los alambres Niti-Cu tienen una superficie delicada y sensible a materiales de corte o estriados, se recomienda manejarlo cuidadosamente. ⁽²⁰⁾

1.3.13. Termo NiTi

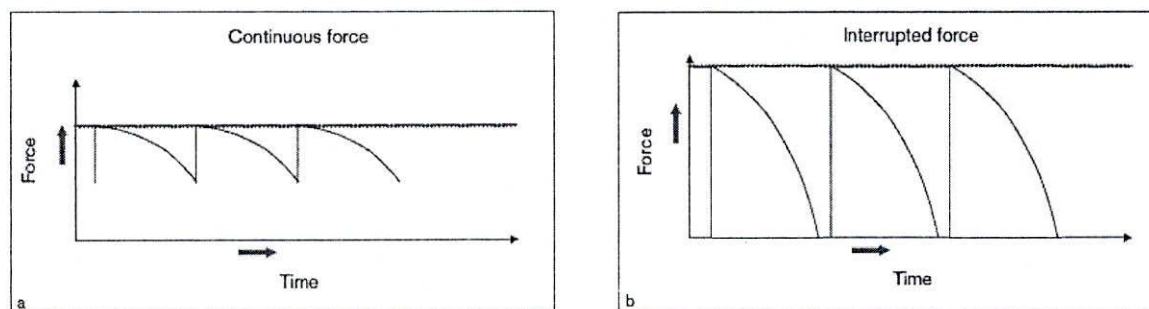
Los arcos de Nitinol termoactivados son arcos superelásticos que se activan por medio de la temperatura de la cavidad oral, ⁽¹²⁾, a altos rangos de temperatura, las estructuras cristalinas de los alambres son cúbicas de cuerpo (fase austenítica); y a baja temperatura, la estructura es hexagonal cerrada (fase martensítica). ⁽²¹⁾⁽¹²⁾,

Los arcos termoactivados de NiTi tienen dos características específicas, memoria de forma y superelasticidad, que se dan por la capacidad de los cambios moleculares cuando están bajo el efecto de la temperatura y la deflexión. La superelasticidad combinada con la memoria de forma, que es inherente a estas aleaciones ⁽²¹⁾⁽¹²⁾

La superelasticidad en la curva de histéresis de los arcos termoactivados de NiTi tiene una meseta de desactivación que es típica de la transformación de fase martensítica. Esta meseta promueve fuerzas constantes, que son favorables al movimiento de los dientes, siempre que sean fuerzas de baja intensidad ⁽²¹⁾

(Figura 2)

Características de los NiTi



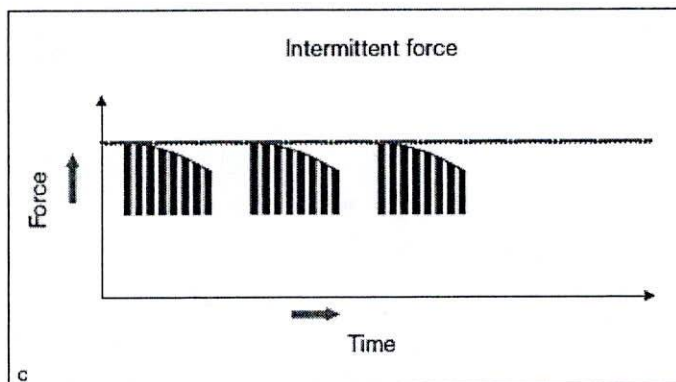


Figura 2. Efectos de la fuerza continua (a), interrumpida (b) e intermitente (c) sobre los tejidos periodontales.⁽²²⁾

Estos alambres se fabrican y encuentran en el mercado con sensibilidad a tres temperaturas, lo que nos permite tener tres tipos de arcos termoactivados de NiTi; Los tipo I superelásticos, que se activan a los 27°C, los cuales son muy parecidos a los alambres de NiTi convencionales, ideales para pacientes con alto umbral del dolor y con periodonto sano; tipo II que se activa a los 35°C, este genera fuerzas ligeras, ideal en pacientes con umbral del dolor normal, periodonto normal o levemente comprometido; tipo III se activan a los 40°C, alambres que generan movimiento dental en forma intermitente el cual se vuelve rígido cuando la temperatura oral supera los 40°C y se utilizan en pacientes con umbral del dolor muy bajo o con problemas periodontales moderados o severos.⁽¹⁹⁾

Los alambres termoactivados son muy útiles en las fases iniciales del tratamiento de ortodoncia, por su facilidad de colocación en arcadas con apiñamiento severo⁽¹⁹⁾⁽²¹⁾

1.3.14. Australiano

El alambre australiano fue creado por Raymond Begg en 1940, el padre de la técnica Begg. Begg desarrolló un alambre de acero inoxidable ligero y flexible con alta resistencia para usar en su nueva técnica, presenta unas características adecuadas, es más templado que la aleación estándar de acero inoxidable, libera fuerza más alta que un alambre de acero inoxidable del mismo diámetro, es ideal en fases intermedias y finales del tratamiento, es ideal para nivelar la curva de Spee debido a su temple, estos alambres fueron los primeros en ser adoptados en el tratamiento de las maloclusiones después de los arcos de oro de Angle⁽²³⁾.

Las aleaciones con alto contenido de carbono están asociadas con una mayor dureza causada por la agrupación de átomos de carbono y la precipitación de carburos. Por lo tanto, los valores de dureza más altos podrían atribuirse al mayor contenido de carbono en el alambre australiano, acompañado con el proceso de fabricación. Además, esta mayor

dureza puede hacer que el alambre australiano sea más frágil que el de acero inoxidable tradicional y, en consecuencia, puede afectar negativamente la capacidad del alambre para resistir la flexión. La mayor dureza del alambre australiano también puede afectar negativamente a la mecánica de ortodoncia, específicamente en el deslizamiento⁽²³⁾.

Propiedades:

- Es un alambre de arco de acero austenítico de ultra alta resistencia a la tracción.
- Relajación de tensión cero (permite que el cable mantenga su fuerza durante un período de tiempo más largo, pero resiste la deformación permanente de la carga elástica)
- Forma la columna vertebral del aparato de Begg⁽¹⁾

Están disponibles en tamaños que van desde 0.012 a 0.024 y, vienen en formas Regular y Regular Plus para uso general, Special; Special Plus y Premium, que son ideales para abrir mordidas y para casos que requieran alta resiliencia. Los más finos son los Premium Plus y Supreme, que son ideales para usar como auxiliares¹⁴.

El alambre regular y regular plus se usa a menudo en situaciones que requieren una flexión significativa, Los especiales y especiales plus son más fuertes y no son adecuados para doblar⁽²³⁾.

Cables premium: para mantener formas de arco.

Premium Plus: para fabricar muelles verticales y de torsión.

Supremo: Alambres de ultra alta resistencia utilizados para la alineación en ortodoncia lingual, para fabricar resortes de torsión recíprocos, mini resortes.

(Figura 3) ⁽¹⁾

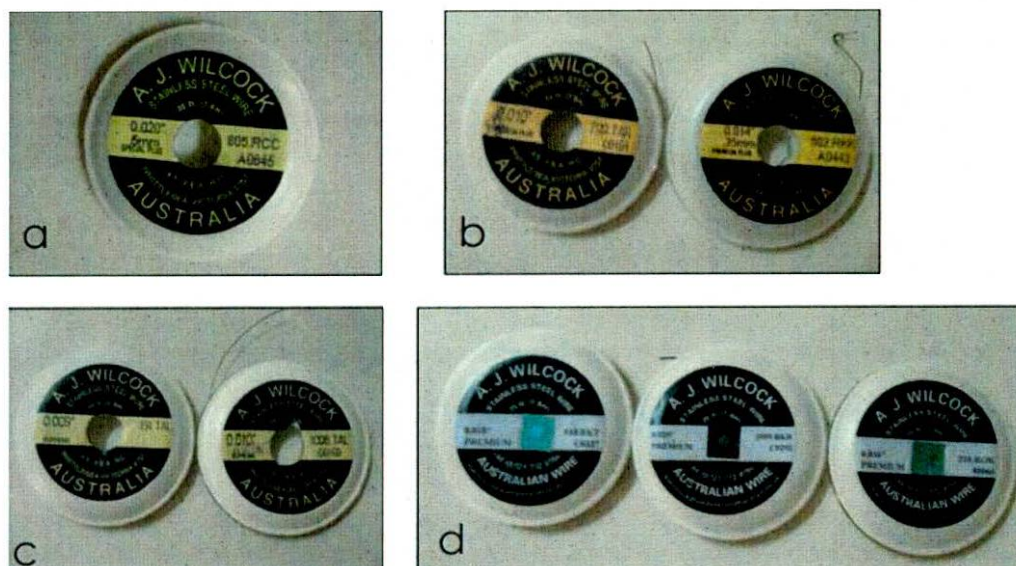


Figura 3. Alambre australiano: a) Especial Plus; b) Premium Plus; c) supremo; d) Premium⁽¹⁾

1.3.15. Multihebras o Coaxial

Dentro de los diversos tipos de alambres de acero inoxidable se encuentran tres subtipos: Coaxial, trenzado o twisted.

El tipo coaxial consiste en seis hebras de 0.008 en hebras que se encuentran enrolladas en conjunto (Figura 4) ⁽¹⁾⁽²⁴⁾

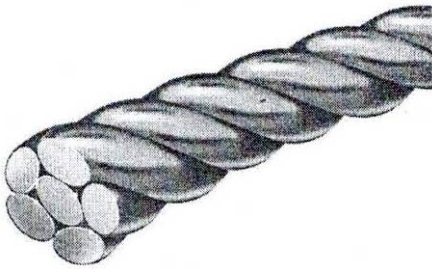


Figura 4. Alambre Co-Axial * (1)

Los arcos múltihebras están hechos de acero inoxidable y compuesto de un número específico de secciones de alambre delgado enrollados uno alrededor del otro para proporcionar una forma redonda o rectangular. Las propiedades elásticas de los arcos multihebras varían ampliamente, varios de estos arcos se comparan favorablemente con algunos de los arcos de beta-titanio y nitinol. ⁽²⁾

Los alambres multihebras presentan menor resistencia al deslizamiento comparado con arcos de acero convencional de una hebra del mismo alambre, esto se debe a las características estructurales de estos arcos que son menos rígidos. ⁽²⁵⁾ El arco coaxial, tiene significativamente niveles más bajos de fricción que los arcos menos flexibles cuando se someten a angulaciones o dobleces. ⁽²⁶⁾

La mecánica de deslizamiento de los coaxiales debe tenerse en cuenta para lograr los objetivos en el tratamiento. La fricción de estos arcos se puede comparar con arcos de alineación y nivelación común y corriente. ⁽²⁷⁾

1.3.16. Fuerzas en Ortodoncia

El principal objetivo de la ortodoncia es el diagnóstico y el tratamiento de las anomalías dentomaxilofaciales, mediante el uso de diferentes aparatos fijos o removibles, la acción y fuerza que ejercen estos aparatos sobre los dientes y el hueso alveolar, pueden producir cambios en la posición espacial de los dientes y hueso, para mejorar la funcionalidad y la estética, logrando la corrección y mejoramiento de la oclusión. ⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾

Las fuerzas aplicadas de forma controlada que ejercen los brackets adheridos a las superficies de los dientes mediante las ranuras rectangulares que estos presentan se

transmiten por medio de alambres, elásticos o elasties; resortes elastoméricos o metálicos, que mediante ciclos de activación y desactivación permiten predecir, con precisión, cómo y en qué dirección se van a mover los dientes, evitando hacer movimientos innecesarios y repetitivos que produzcan daños irreparables, aumentando las posibilidades de éxito y reduciendo al mínimo las secuelas y la duración del tratamiento. ⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾

Es importante conocer el significado de Fuerza (F), para poder comprender y entender su influencia en la ortodoncia. Se le denomina fuerza, a cualquier acción física capaz de modificar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo, es decir, de imprimirle una aceleración modificando su velocidad. La fuerza es un vector, por ello tiene magnitud y dirección. En ortodoncia la fuerza se aplica por medio de la adhesión de los brackets en las coronas de los dientes, y esta, se describe como un vector en un sistema de coordenadas con magnitud, dirección y sentido. La longitud de este vector será determinada según una escala establecida e indicará la magnitud de la fuerza, el punto de aplicación y la dirección de la fuerza, definirán la línea de acción de la misma y la orientación en que esta será aplicada en los dientes. ⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾ (Figura 5)

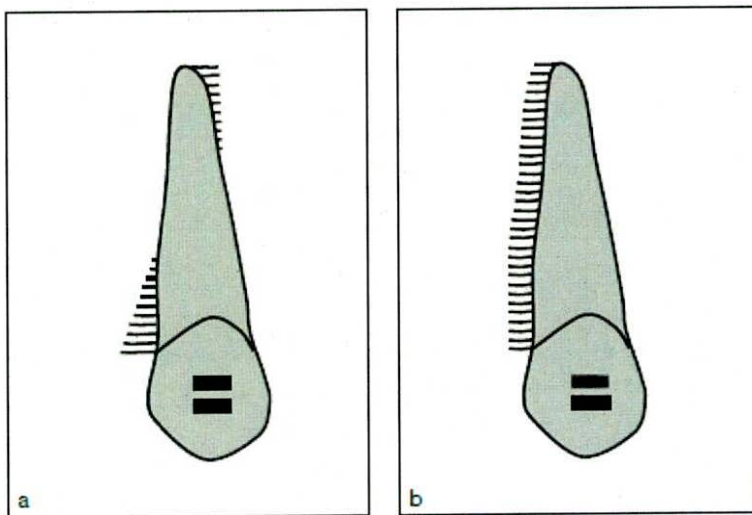


Figura 5. Distribución de la fuerza sobre las superficies óseas y radicales en los movimientos de inclinación (a) y traslación (b). Durante el movimiento ortodóntico. ⁽²²⁾

La fuerza es el efecto que hace que cambie un objeto en el espacio, su lugar o su forma. En ortodoncia, se mide la fuerza en gramos, onzas o newtons. La fuerza es un vector teniendo las características de línea de acción, dirección, magnitud y punto de aplicación. En la aplicación de las fuerzas de ortodoncia, algunos factores como la distribución y la duración también son importantes.

Cuando las fuerzas de presión se aplican en el ligamento periodontal, éste las transforma en tensión que estimula la producción de hueso; con un equilibrio en la reabsorción del mismo, manteniendo el periodonto en condiciones ideales, produciendo aposición de tejido duro en condiciones normales. Pero cuando las mismas fuerzas son tan intensas y descontroladas, comprimen totalmente los vasos sanguíneos y cortan el suministro de sangre, en zonas del ligamento periodontal se produce necrosis aséptica o hialinización, dando como resultado, la rápida aparición de dolor y retraso en el movimiento de los dientes, si no es controlado a tiempo, se produce como efecto adverso la reabsorción basal. Según los estudios de McLaughlin, Bennet y Trevisi 2002, el rango de fuerza ideal para cerrar espacios es de 150g y 200g, minimizando efectos adversos y dando resultados efectivos.⁽²⁹⁾⁽³¹⁾

Las fuerzas se pueden clasificar según la magnitud en:

- Fuerzas Inocuas: Son fuerzas de magnitud tan pequeñas que son incapaces de producir el movimiento del diente.
- Fuerzas Leves: Es la fuerza ideal capaz de producir movimiento del diente.
- Fuerzas Pesadas: Son fuerzas que producen gran cantidad de áreas de hialinización en la zona de presión del ligamento periodontal, no hay reabsorción frontal y el diente se mantendrá inmóvil por un largo período de tiempo.

Las fuerzas se pueden clasificar según el ritmo de aplicación:

- Fuerzas Continuas: Estas fuerzas están dadas por los aparatos fijos, su acción persiste por un porcentaje apreciable a la original entre una visita del paciente y la siguiente.
- Fuerzas Intermitentes: Dadas por aparatos removibles, su intensidad varía entre el valor deseado y la ausencia total de presión.⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾

Según Schwarz, Storey y Smith, consideran que las fuerzas más indicadas para realizar un movimiento de los dientes son las ligeras y continuas, porque al actuar en forma continua evitan la formación de tejido osteoide que es más resistente que el hueso normal y que al continuar el movimiento, evita la reabsorción radicular.⁽³¹⁾

1.3.17. Fuerzas ideales en ortodoncia

En la actualidad presentamos diferencias en los conceptos acerca de la fuerza óptima que va a ser aplicadas sobre ligamento periodontal para el movimiento dental. Una fuerza óptima es primordial para generar la respuesta biológica adecuada en el ligamento periodontal. Durante mucho tiempo se ha sugerido que esta fuerza debe ir estrechamente relacionada con la superficie de la radicular, esta puede diferir para cada diente y entre pacientes.⁽³²⁾

La fuerza aplicada, ha recibido un punto de atención bastante valioso a su vínculo con el sistema de fuerza y el área de superficie del ligamento periodontal sobre el que se disipa. La fuerza ejercida sobre los dientes, se distribuyen por la estructura de soporte dental. Biológicamente, la distribución del esfuerzo del ligamento y la deformación ósea son factores a tener en cuenta directamente para restablecer la respuesta celular mediante la remodelación de los tejidos de soporte.⁽³²⁾

El término "fuerzas ligeras" se popularizó en los años 60, generalmente se pensaba que las fuerzas ligeras tenían una empatía más "biológica" y generaban menor sintomatología dolorosa. Este término se sigue utilizando libremente sin haber una aprobación a nivel científico con respecto a valores de la magnitud de fuerza. El concepto de fuerza ligera es relativo y depende de su punto de aplicación: una fuerza que se considera ligera puede ser demasiado alta para un área o punto de aplicación diferente.⁽³²⁾

Es probable que el diente se incline algo durante el proceso de intrusión, pero la fuerza se concentra aún en el ápice.⁽³³⁾

1.3.18. Fuerzas en paciente con periodonto disminuido

La enfermedad periodontal se caracteriza por una severa pérdida de inserción y reducción del soporte óseo alveolar; según Feng et al. En el 2005 algunas secuelas son la movilidad dental, diastemas y recesión marginal del tejido de las encías.⁽³⁴⁾

El tratamiento de ortodoncia puede beneficiar la restauración de la dentición con periodonto reducido ya que puede utilizarse como parte de la terapia periodontal si se usa para reducir la acumulación de placa, corregir estructuras gingivales y óseas anormales, mejorar la estética y facilitar el reemplazo protésico.⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾

El tratamiento ortodóntico en pacientes con periodonto disminuido no está contraindicado, al contrario; en muchas situaciones clínicas relacionadas a la enfermedad periodontal permite mejorar la salud, función y estética de dichos pacientes mediante la estrecha colaboración interdisciplinaria. Ante estos pacientes el ortodoncista se enfrenta a un desafío, donde es prudente individualizar cada caso, ordenar las prioridades y establecer las posibilidades terapéuticas.⁽³⁶⁾

Es indispensable tener en cuenta que para realizar un tratamiento ortodóntico ideal se deben seleccionar mecanismos que disminuyan los niveles de fuerza y las cargas en los tejidos periodontales, estas fuerzas deben ser continuas y ligeras reduciendo el estrés y las lesiones al periodonto y que las fuerzas excesivas o incontroladas provocan compresión vascular y necrosis de los vasos sanguíneos y del ligamento periodontal.⁽³⁵⁾⁽³⁷⁾

1.3.19. Fuerzas en dientes con morfología radicular alterada

Se debe prestar mucha atención y evaluar la forma de la raíz dental antes de iniciar el tratamiento de ortodoncia ya que las raíces con anomalías en su morfología, producen una mayor carga en la raíz que las formas normales durante la aplicación de la fuerza de ortodoncia, lo cual puede hacer que el paciente sea propenso a la reabsorción radicular, esta teoría es soportada en el estudio realizado por Ranjit H. Kamble y col⁽³⁸⁾ del año 2012 en el cual se aplicaron fuerzas de ortodoncia en varias direcciones (intrusión 15g, extrusión 50g, inclinación 50g y rotación 50g) al eje del diente en el nivel del soporte en incisivos centrales superiores con diferentes morfologías de la raíz utilizando el modelo de elementos finitos, se encontró que en raíces cortas, el estrés significativo se concentró en el cuello de la raíz, lo cual está relacionado con la alteración de la relación corona-raíz, en raíces con forma roma el nivel de estrés en el ápice de la raíz aumentó durante la intrusión y la extrusión y disminuyó durante la inclinación y la rotación en comparación con el modelo de raíz normal, en raíces dilaceradas, el estrés se concentró en las regiones media y apical de la raíz durante la aplicación de la fuerza, mientras que en raíces con forma de pipeta, la tensión se concentró en el medio de la raíz esto está respaldado por Thongudomporn y Freer y por Sameshima y Sinclair quienes describieron que en dientes con ápice de raíz en forma de pipeta disminuía la resorción de la raíz.⁽³⁸⁾

Los dientes con morfologías radiculares anormales muestran con frecuencia resorción externa de la raíz, en comparación con la morfología normal. Mirabella y Årtun descubrieron que, con una forma de raíz anormal, si la fuerza de ortodoncia se concentra en una región particular de la forma de raíz desviada, puede producirse la resorción de la raíz. Lee y col.⁽³⁸⁾ Afirmaron que es posible que los pacientes con anomalías dentales tengan un mayor riesgo de reabsorción apical durante el tratamiento de ortodoncia. El mecanismo puede ser que el cemento y la dentina se vean afectados durante la formación de la raíz en estos pacientes, reduciendo así la capacidad del cemento y la dentina para resistir la resorción en situaciones que implican un exceso de presión.⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾

En el estudio de Glenn T. y col.⁽³⁹⁾ encontraron que la forma anormal de la raíz es un factor significativo. En general, los dientes dilacerados tuvieron la mayor reabsorción, seguidos por los dientes en forma de botella y puntiagudos, mientras que los dientes que se clasificaron como romos tuvieron menos resorción que los dientes de forma normal.⁽³⁹⁾

1.3.20. Fuerzas y reabsorción radicular

La reabsorción de la raíz apical evaluada a mitad o después del tratamiento de ortodoncia es de gran interés para el profesional. La reabsorción severa que amenaza la pérdida del diente o que obliga a detener el tratamiento es poco ocasional, pero cuando se presenta

ocurre principalmente en los dientes anteriores, en donde los dientes más reabsorbidos son los incisivos laterales superiores, seguidos de los incisivos centrales superiores, luego los caninos superiores, caninos inferiores, finalmente los incisivos centrales inferiores y laterales inferiores. ⁽³⁹⁾

La razón por la cual los laterales superiores son más gravemente afectados es que estos dientes demuestran los porcentajes más altos de formas radiculares y coronales anormales, también son el tercer diente que falta con mayor frecuencia después de los terceros molares y los segundos premolares inferiores y a menudo la erupción del canino reabsorbe la raíz del lateral en dirección palatina de lo cual es importante resaltar que esta reabsorción no es visible en el examen radiográfico convencional; además en los casos que requieren un movimiento corporal distal del segmento anterior, solo el incisivo lateral experimenta un movimiento significativo en los 3 planos de espacio. ⁽³⁹⁾

Por lo tanto, es importante evaluar los factores clínicos utilizados en cada caso como lo son el tipo de aparato, el uso de arcos rígidos, el patrón de extracción, los procedimientos quirúrgicos, la expansión, el uso de aparatos funcionales, la cantidad de torque aplicado, la distancia de desplazamiento del ápice y el uso de aparatos fijos y removibles. ⁽⁴⁰⁾

El movimiento dental ideal se describe como la cantidad máxima de movimiento con efectos secundarios patológicos mínimos y molestias mínimas para el paciente. Se han desarrollado estudios en donde se aplica 10g de fuerza ligera con un movimiento dental significativamente mayor con una resorción de raíz significativamente menor durante un período de 28 días. ⁽⁴¹⁾

Muchos investigadores han informado que la reabsorción radicular se agravó al aumentar las magnitudes de fuerza. Aunque ha habido algunos informes contradictorios de que las fuerzas pesadas no aumentaron la reabsorción radicular, la fuerza pesada generalmente se considera nociva. ⁽⁴¹⁾

1.3.21. Fase alineación y nivelación

La primera etapa del tratamiento de ortodoncia implica nivelar y alinear los dientes. Por lo general, los arcos ideales para esta etapa vital generan una fuerza continua y ligera durante un largo período de tiempo, para corregir las discrepancias verticales y horizontales; durante el tratamiento de ortodoncia es recomendado utilizar fuerzas ligeras con el fin de minimizar el daño en los tejidos periodontales y la presencia de dolor en los pacientes. ⁽⁴²⁾⁽⁴³⁾

Los alambres que se utilizan en la alineación inicial deben combinar una resistencia y elasticidad excelentes con un rango de acción muy amplio. A ser posible, han de tener una curva de carga-desviación casi plana, de modo que el alambre suministre unos 50g (fuerza óptima para la inclinación) con casi cualquier grado de desviación. Al escoger los arcos de alambre adecuados para la alineación, hay que tener en cuenta el material, el tamaño (diámetro o sección transversal) y la separación entre brackets. ⁽³³⁾

El tipo de arco de alambre más frecuentemente recomendado en la práctica contemporánea para las etapas iniciales del tratamiento de ortodoncia es el Níquel-Titanio súper elástico y termo activado. Sin embargo, algunos prefieren arcos de acero de múltiples hilos ya que son más baratos y no se ha demostrado que sean menos efectivos clínicamente que los alambres de Níquel-Titanio. Estos hallazgos han sido confirmados por estudios clínicos y de laboratorio recientes, durante la alineación del segmento anterior del maxilar inferior en donde resaltan el hecho de que los alambres superelásticos de níquel titanio no son superiores al acero inoxidable múltitrenzado, incluso en el segmento anterior mandibular donde los espacios pequeños entre los brackets disminuyen la longitud relativa del arco. (42)(43)

Un aumento en el diámetro superelástico de níquel-titanio de 0.014 a 0.016 pulgadas aumenta el nivel de fuerza en un 50%, esto en comparación con un aumento en el diámetro del alambre de multitrenzado de 0.015 a 0.0175 pulgadas solo aumenta la fuerza en un 20-30%.⁽³³⁾

1.3.22. Investigación de encuestas

Las encuestas son herramientas que se utilizan para recopilar información sobre las perspectivas individuales en una investigación. Existen tres tipos principales de encuestas: encuestas epidemiológicas, encuestas sobre actitudes hacia un servicio o intervención de salud y cuestionarios que evalúan el conocimiento sobre un tema en particular. Una encuesta requiere una planificación, tiempo y esfuerzo extensos.

Las preguntas clínicas más adecuadas para la investigación de encuestas incluyen preguntas descriptivas, explicativas o exploratorias. Un uso de la investigación clínica es hacer afirmaciones descriptivas sobre una población. ⁽⁴⁴⁾

Después de elegir las preguntas de la encuesta, el siguiente paso es decidir a quiénes se les van a hacer, es importante considerar que, con poblaciones pequeñas, intentar encuestarlos a todos es manejable, pero a medida que la población crece, es necesario tomar una muestra, esta muestra debe ser lo suficientemente grande como para ser representativa de toda la población de no serlo así el poder de sus estadísticas disminuirá y es posible que no se logre ninguna respuesta significativa. Es por esta razón que es importante incluir a un estadístico en el estudio desde el principio. ⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁵⁾

También es importante nombrar los elementos esenciales para realizar una buena encuesta:

- Modo conceptual. El paso más importante en la investigación de encuestas es el desarrollo de la encuesta, que debe basarse en un marco conceptual que explique las relaciones de las variables independientes y dependientes. El modelo conceptual es una estrategia de trabajo que contiene los conceptos principales y sus relaciones.
- Elementos de la encuesta. Los ítems del cuestionario son de primordial importancia en la investigación de encuestas. Los datos recopilados solo son útiles si miden con precisión los conceptos de interés. En otras palabras, un buen proceso de preguntas

y respuestas es aquel que produce respuestas que brindan información significativa sobre lo que se intenta describir y producir resultados consistentes.

- Construcción de preguntas. Varias pautas pueden ser útiles al desarrollar preguntas en el caso de que no se disponga de instrumentos previamente validados.
- Solicitud de preguntas en la encuesta. El orden de las preguntas de la encuesta puede influir mucho en las respuestas.
- Estudios piloto. Antes de la administración de la encuesta, se deben realizar entrevistas individuales intensivas con las preguntas de la encuesta para evaluar la comprensión de las preguntas por parte del que las va a responder.
- Administración de encuestas Las encuestas se pueden administrar de varias formas, como entrevistas telefónicas y correo electrónico. Los métodos electrónicos tienen la ventaja de tener costos más bajos y una administración de la encuesta más rápida, y pueden ser más fáciles para el encuestado cuando existen patrones de omisión porque el cuestionario puede formatearse electrónicamente para que el encuestado solo vea las preguntas que se supone que debe responder.
- Importancia de un estadístico. Los estadísticos pueden ayudar a evaluar la fiabilidad de las preguntas. ⁽⁴⁴⁾⁽⁴⁵⁾

1.3.23. Investigación de cuestionario:

El Cuestionario es un instrumento empleado para recolectar información, diseñado para poder cuantificar y universalizar la información, es el método de recolección de datos más utilizado en investigación, por ser menos costoso, permite llegar a un mayor número de participantes y facilita el análisis, La finalidad del cuestionario es obtener, de manera sistemática y ordenada, información acerca de la población con la que se trabaja, sobre las variables objeto de la investigación o evaluación. ⁽⁴⁶⁾

Para el diseño de un cuestionario, al igual que otros instrumentos, se debe recurrir a la operacionalización de variables de la investigación. El formato del cuestionario puede ser de preguntas abiertas, cerradas o ambas; uni o multidimensionales, los uni evalúan una sola dimensión, los multidimensionales evalúan dos o más dimensiones; los cuestionarios se componen de una serie de ítems. El ítem es la unidad básica de información de un instrumento de evaluación, y consta de una pregunta y de una respuesta. El número de ellos puede ir desde 10 a 90, de manera que abarquen de forma proporcional cada una de las variables definidas. La definición de cada ítem debe ser completo y excluyente y al formular la pregunta deben tenerse en cuenta factores como la comprensión (es necesario adaptar el lenguaje y el tipo de elección de respuestas al nivel sociocultural de los individuos a quienes va dirigido el cuestionario), así como la aceptabilidad para el sujeto que es preguntado. ⁽⁴⁶⁾

Se deben tener en cuenta los siguientes criterios para la redacción de las preguntas:

- Utilizar preguntas breves y fáciles de comprender.

- No emplear palabras que induzcan una reacción estereotipada.
- No redactar preguntas en forma negativa.
 - Evitar el uso de la interrogación «por qué».
- No formular preguntas en las que una de las alternativas de respuesta sea tan deseable que difícilmente pueda rehusarse.
- Evitar preguntas que obliguen a hacer cálculos o esfuerzos de memoria.⁽⁴⁶⁾

En cuanto a las respuestas de un cuestionario pueden ser: Dicotómicas, policotómicas, analógicas.⁽⁴⁶⁾

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

Evaluar la percepción de los clínicos ortodoncistas sobre la selección de los arcos iniciales en ortodoncia para alineación y nivelación disponibles en el mercado para pacientes con periodonto disminuido, raíces cortas y forma radicular atípica.

1.4.2. Específicos

Identificar las características consideradas por el ortodoncista al escoger un arco para alineación y nivelación en pacientes con periodonto disminuido, raíces cortas y morfología radicular atípica.

Establecer cuál es la percepción del ortodoncista sobre los arcos disponibles en el mercado para alineación y nivelación.

Analizar y sintetizar los resultados obtenidos.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Se realizó una búsqueda en bases de datos electrónicas (PubMed, scielo, ProQuest, Ebsco, y Google Scholar) y una búsqueda de libros en la biblioteca Dr. David Ordóñez Rueda de UNICOC, los criterios de inclusión fueron: revisiones sistemáticas, ensayos clínicos aleatorizados, reportes de casos clínicos que incluían análisis sobre aleaciones en alambres de ortodoncia, ortodoncia en pacientes con periodonto disminuido, raíces cortas, forma radicular atípica, fases de tratamiento en ortodoncia, fase de alineación nivelación, se realizó una búsqueda bibliográfica en Colombia, Canadá, estados unidos , entre otros países, con un periodo comprendido entre 2010 y 2020, seguimiento hasta 10 años.

En los primeros resultados de la búsqueda de artículos, se excluyeron todos aquellos artículos y resúmenes que no se relacionaban con el tema o no cumplían con los criterios de inclusión. Cada búsqueda se llevó a cabo de manera independiente por cada investigador; los resultados se compararon y se llegó a un acuerdo en donde se seleccionaron 45 fuentes. La información obtenida en esta búsqueda fue la base para la construcción del cuestionario.

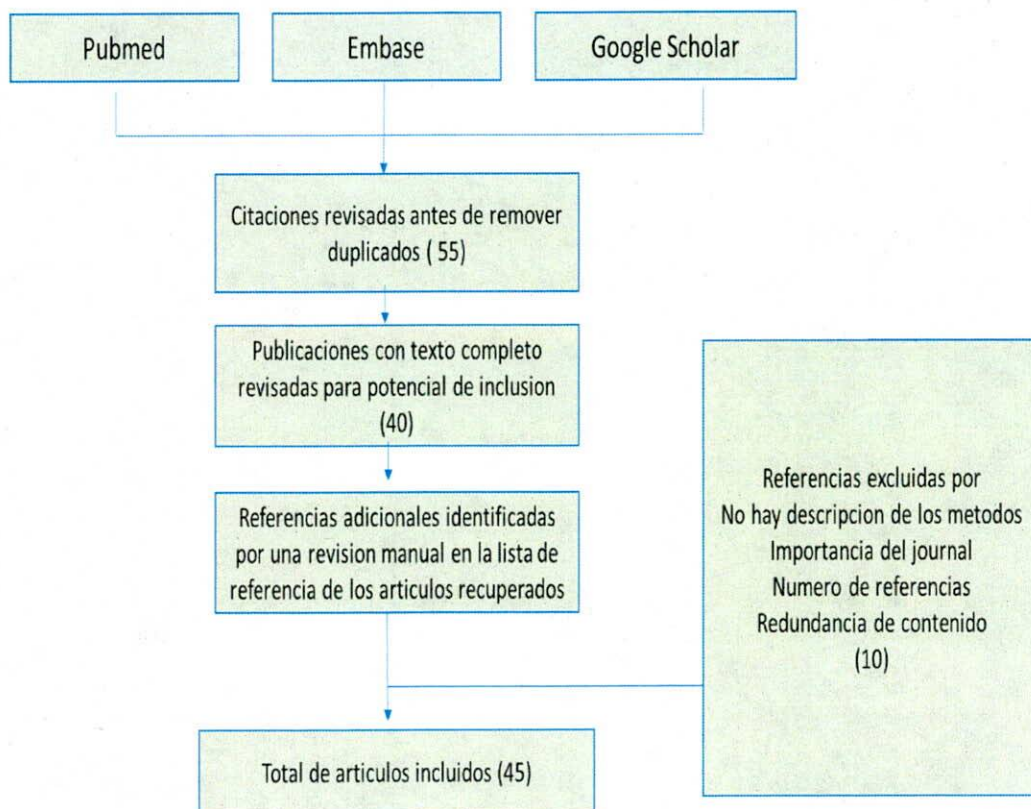


Gráfico 1.

Diseño del cuestionario

Se realizó un cuestionario de 13 preguntas, diseñado para respuesta cerrada y abierta de tipo policotómico, el formato se envió a cada uno de los participantes por medio de correo electrónico y whatsapp, dirigida a ortodoncistas y residentes; con el propósito de determinar qué tipo de aleación es la más conveniente para utilizar en pacientes con periodonto disminuido raíces cortas o con anomalías de forma.

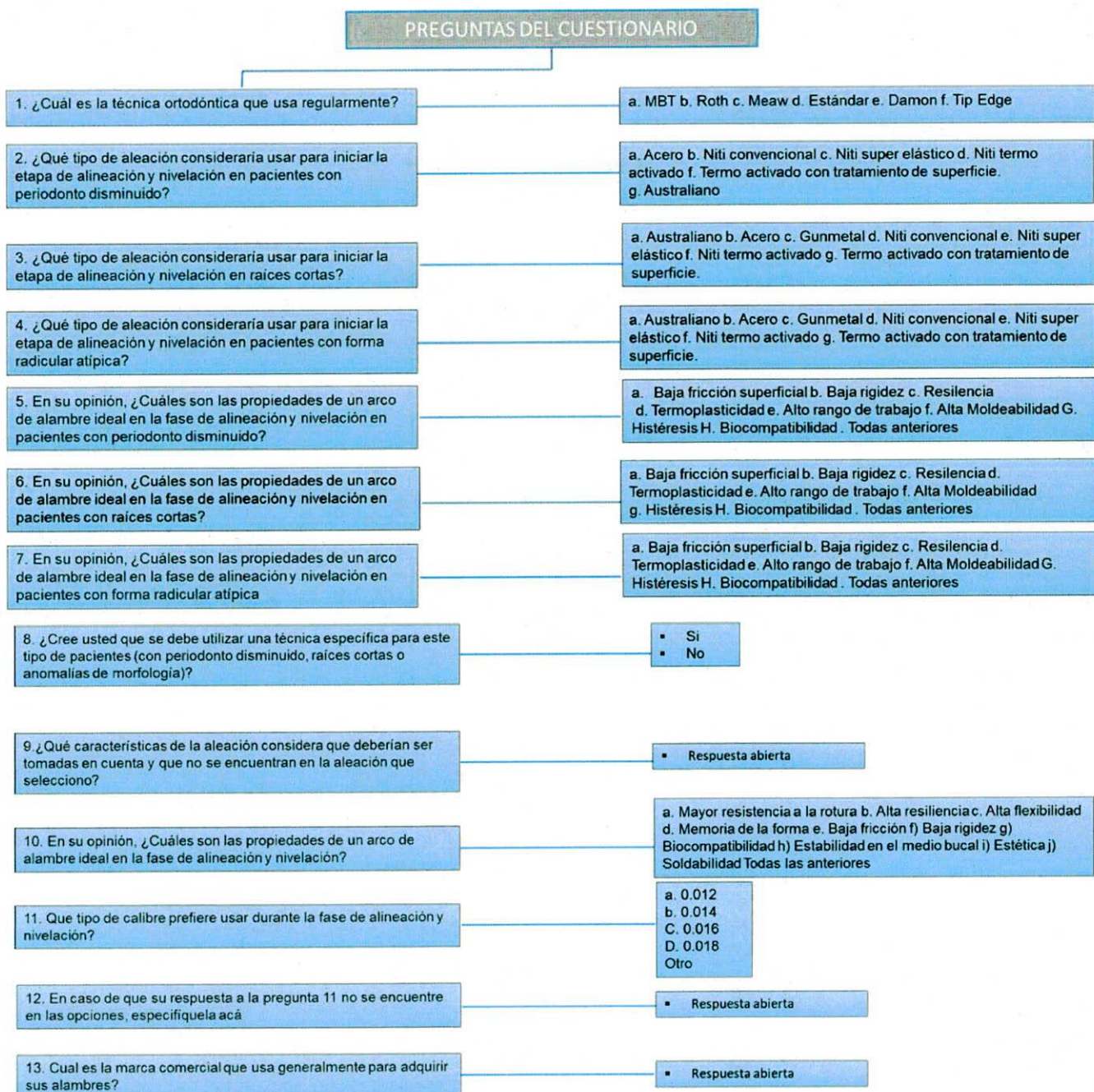


Gráfico 2.

2.1 TIPO DE ESTUDIO.

Observacional Descriptivo transversal

2.2 OBJETO DE ESTUDIO.

Información sobre la percepción acerca de las características de los arcos iniciales a usar en los casos de raíces cortas, morfología radicular atípica y periodonto disminuido recopilado de las respuestas de los cuestionarios realizados a ortodoncistas.

2.3. UNIDAD DE OBSERVACIÓN.

Aleaciones, marcas y propiedades de los arcos utilizados en alineación y nivelación.

2.4. POBLACIÓN

Residentes y Especialistas en ortodoncia.

2.4.1. Criterios Inclusión

Ortodoncistas titulados.

Residentes de último año de la especialidad de ortodoncia

2.4.2. Criterios Exclusión

Ortodoncistas titulados sin experiencia clínica

Ortodoncistas patrocinados por casas comerciales o que sean portavoces de alguna de ellas

2.5. VARIABLES

Tabla 1. Clasificación de variables

VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN	NATURALEZA	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CATEGORÍAS/ VALORES	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
RAICES CORTAS	Tamaño anormal de la raíz con respecto a la corona dentaria.	Cualitativa	Independiente	Nominal politómica	Relación corono/radicular	1.Si 2.No	Cuestionario

PERIDONTO DISMINUIDO	Perdida de la inserción clínica o pérdida ósea.	Cuantitativa	Independiente	Discreta de razón	mm	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9	Cuestionario
FORMA RADICULAR ATÍPICA	Raíces con anomalías en su morfología	Cualitativa	Independiente	Nominal politómicas	Forma radicular.	Dilaceración radicular, Raíz roma, Raíz de pipeta.	Cuestionario
ALEACIONES	Mezcla homogénea de dos o más elementos, de los cuales al menos uno debe ser un metal.	Cualitativa	Independiente	Nominal politómicas	Tipo de aleación	Acero Australiano Gunmetal Niti convencional Niti súper elástico Niti termoactivado Termo activado con tratamiento de superficie.	Cuestionario
OPINIÓN DEL ORTODONCISTA	Opinión del ortodoncista sobre las propiedades del arco ideal en la etapa de alineación y nivelación.	cualitativa	Dependiente	Nominal politómicas	Baja fricción superficial Baja rigidez Resilencia Termoplasticidad Alto rango de trabajo Alta maleabilidad Histéresis Biocompatibilidad	Si No	Cuestionario

2.6. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para este efecto se utilizará el programa Google Forms en donde se recolectarán las respuestas enviadas por los diferentes ortodoncistas.

2.7. PROCEDIMIENTO

La recolección de los datos se realiza de la siguiente manera:

Fase 1: Según la revisión de literatura realizada se selecciona los alambres utilizados en la fase de alineación y nivelación, así como las propiedades consideradas necesarias en dicha fase.

Fase 2: Se realiza un cuestionario con 13 preguntas que van dirigidas a ortodoncistas titulados y residentes de último año de ortodoncia.

Fase 3: Se realizará una base de datos en Excel con los 292 ortodoncistas a quienes van

dirigidos los cuestionarios

Fase 4: Recolección de resultados de los cuestionarios.

Fase 5: Análisis de resultados

2.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los datos se realizó a partir del programa estadístico IBM SPSS 26. Para introducir los datos en el programa, se construyó una matriz de doble entrada, donde la fila representaba cada una de los sujetos estudiados y las columnas las variables o preguntas de interés. En un primer momento se realizó un análisis univariado de los datos a partir de tablas de frecuencia y porcentajes, al igual que el uso de gráficos de barras. Posteriormente, se realizó un análisis de bivariado en donde se relacionó la experiencia del ortodoncista en función de las preguntas o variables de interés a partir de tablas de contingencia y la prueba Chi-cuadrado de Pearson. El nivel de significación utilizado es del 5%

2.9. CONDUCCIÓN DEL ESTUDIO

Lugar de Investigación: Clínica de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar Dr. Eduardo Rodríguez Ataine.

Archivo de datos y sistematización: Los datos se manejarán en una base de datos en Excel, se organizará de acuerdo a lo establecido en los parámetros de medición para el estudio y archivará en medio magnético (disco duro portátil) y en los computadores de cada uno de los investigadores y se generará una copia de esta información para el asesor científico y el asesor metodológico.

Consideraciones Éticas: Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

ARTICULO 11. Para efectos de este reglamento la siguiente investigación se clasifica en: Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o

modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

2.10. RESULTADOS / PRODUCTOS ESPERADOS

Se espera conocer cuál es el arco más utilizado en las etapas de alineación y nivelación en los casos con periodonto disminuido, raíces cortas y forma radicular atípica por los ortodoncistas y residentes encuestados.

RESULTADOS/ PRODUCTOS ESPERADOS	INDICADORES	BENEFICIOS
Artículo publicado en revista indexada	Un articulo	Investigadores científicos Universidades / Entes académicos.

2.11. IMPACTO ESPERADO A PARTIR DEL USO DE LOS RESULTADOS

Conocer la apreciación del clínico sobre las propiedades y el aco ideal en las etapas de alineación y nivelación en los casos con periodonto disminuido, raíces cortas y forma radicular atípica por los ortodoncistas y residentes permitirá sondear la población con respecto a su percepción tanto de las marcas comerciales disponibles como de las propiedades consideradas importantes en estos casos. Esto permitirá a futuro focalizar los estudios sobre arcos de alineación y nivelación a marcas específicas teniendo en cuenta la opinión y experiencia del clínico, así como estudiar entonces las propiedades más importantes de estas aleaciones. La obtención de esta información permite tanto desde un punto de vista comercial conocer las tendencias en el uso de marcas específicas, así como desde el punto de vista científico permite evaluar la percepción en experiencia del uso y selección de arcos para las condiciones planteadas en este estudio

3. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

3.1. PRESUPUESTO

No	DESCRIPCIÓN	FUENTE	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
1	Papel, esferos, borradores, Tinta para impresora, fotocopias	Investigadores	\$250.000	\$250.000
2.	Corrector de estilo	Investigadores	\$600.000	\$400.000
3.	Desplazamientos	Investigadores	\$350.000	\$350.000
4	Ponencia de artículo en congreso	Investigadores	\$6.000.000	\$6.000.000
			Total	\$7.000.000

3.2. CRONOGRAMA

MESES	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
ACTIVIDAD	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
PROPUESTA DE INVESTIGACION	X											
REVISIÓN DE LA LITERATURA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
DISEÑO DEL PROTOCOLO				X	X	X	X	X	X	X		
SELECCIÓN DE LA MUESTRA							X	X	X	X		
SELECCIÓN DE LOS 3 CASOS CLINICOS										X		
DISEÑO DE LA ENCUESTA							X	X	X	X		

ENVIO DE ENCUESTA A LOS ORTODONCISTAS										X	X	
RECOLECCIÓN Y ANALISIS DE DATOS											X	
DISEÑO DEL ALGORITMO											X	
SUSTENTACIÓN												X
ENTREGA FINAL												X

4. RESULTADOS:

Para lograr un nivel de confianza del 95% con un margen de error del 5%, el tamaño de muestra que se debe tener como referencia es de 293 profesionales.

Se enviaron cuestionarios a 500 ortodoncistas de diferentes regiones del país de los cuales se obtuvieron 292 cuestionarios completados (58,4% de respuesta del total enviado).

Cuando se indagó por la experiencia profesional se encontró que el 60% (n = 176) eran ortodoncista titulados de hace más de 5 años. **Figura 6.**

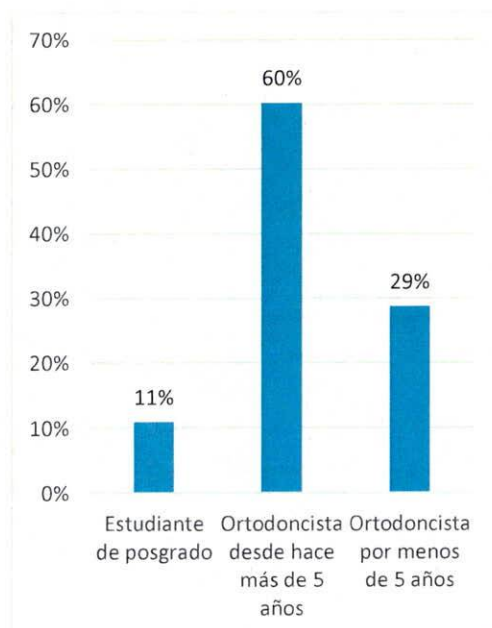


Figura 6. Experiencia profesional de las personas entrevistadas.

En la tabla 2. Se observa que la técnica referida como más utilizada es McLaughlin, Bennett y Trevisi (MBT).

Al evaluar los tipos de aleación según los casos particulares se encontró que para iniciar la

etapa de alineación y nivelación en pacientes con periodonto disminuido la respuesta más frecuente fue Niti termo-activado (51%), esta también fue la opción más comúnmente elegida para iniciar la etapa de alineación y nivelación en raíces cortas (43,8%) y la segunda más frecuente para iniciar la etapa de alineación y nivelación en pacientes con forma radicular atípica (29.8%) Siendo en este caso en particular el Niti convencional la aleación más elegida por los ortodoncistas (34.2%) Tabla 2.

En cuanto a la opinión de los diversos métodos, en términos de las propiedades de un alambre ideal en la fase de alineación y nivelación en pacientes con periodonto disminuido la opción más frecuente fue la baja fricción superficial (11.6%), seguido de cerca por baja rigidez (11%). Una distribución similar ocurre con la opinión sobre el alambre ideal en pacientes con raíces cortas (16,8%) y en dientes con forma radicular atípica. (11,7%) Tabla 2.

EL 18% respondió que la propiedad de un arco de alambre ideal en fase de alineación y nivelación en general debería ser la memoria de forma seguido por la alta flexibilidad (15,2%). El calibre preferido durante la fase de alineación y nivelación fue de 0.014 (50.5%). Tabla 2

Tabla 2. Análisis univariado de las respuestas del cuestionario.

Pregunta		n	%
¿Cuál es la técnica ortodóntica que usa regularmente?	a. MBT	155	53,1%
	b. Roth	112	38,4%
	c. Meaw	2	0,7%
	d. Estándar	1	0,3%
	e. Damon	20	6,8%
	f. Tip Edge	2	0,7%
¿Qué tipo de aleación consideraría usar para iniciar la etapa de alineación y nivelación en pacientes con periodonto disminuido?	b. Acero	1	0,3%
	d. Niti convencional	38	13,0%
	e. Niti súper elástico	86	29,5%
	f. Niti termo activado	149	51,0%
	g. Termo activado con tratamiento de superficie.	13	4,5%
	h. Australiano	5	1,7%
¿Qué tipo de aleación consideraría usar para iniciar la etapa de alineación y nivelación en raíces cortas?	a. Australiano	6	2,1%
	b. Acero	1	0,3%
	c. Gunmetal	9	3,1%
	d. Niti convencional	39	13,4%
	e. Niti súper elástico	90	30,8%
	f. Niti termo activado	128	43,8%
	g. Termo activado con tratamiento de superficie.	19	6,5%
¿Qué tipo de aleación	a. Australiano	7	2,4%

Pregunta		n	%
consideraría usar para iniciar la etapa de alineación y nivelación en pacientes con forma radicular atípica?	b. Acero	1	0,3%
	c. Gunmetal	4	1,4%
	d. Niti convencional	100	34,2%
	e. Niti super elástico	80	27,4%
	f. Niti termo activado	87	29,8%
	g. Termo activado con tratamiento de superficie.	13	4,5%
En su opinión, ¿Cuáles son las propiedades de un arco de alambre ideal en la fase de alineación y nivelación en pacientes con periodonto disminuido?	a. Baja fricción superficial	34	11,6%
	b. Baja rigidez	32	11,0%
	c. Resilencia	9	3,1%
	d. Termoplasticidad	16	5,5%
	e. Alto rango de trabajo	9	3,1%
	f. Alta Moldeabilidad	8	2,7%
	G. Histéresis	5	1,7%
	H. Biocompatibilidad	1	0,3%
	Todas anteriores	178	61,0%
En su opinión, ¿Cuáles son las propiedades de un arco de alambre ideal en la fase de alineación y nivelación en pacientes con raíces cortas?	a. Baja fricción superficial	49	16,8%
	b. Baja rigidez	34	11,6%
	c. Resilencia	4	1,4%
	d. Termoplasticidad	21	7,2%
	e. Alto rango de trabajo	7	2,4%
	f. Alta Moldeabilidad	7	2,4%
	G. Histéresis	4	1,4%
	H. Biocompatibilidad	1	0,3%
	Todas anteriores	165	56,5%
En su opinión, ¿Cuáles son las propiedades de un arco de alambre ideal en la fase de alineación y nivelación en pacientes con forma radicular atípica?	a. Baja fricción superficial	34	11,7%
	b. Baja rigidez	32	11,0%
	c. Resilencia	10	3,4%
	d. Termoplasticidad	11	3,8%
	e. Alto rango de trabajo	15	5,2%
	f. Alta Moldeabilidad	11	3,8%
	G. Histéresis	6	2,1%
	H. Biocompatibilidad	1	0,3%
	Todas anteriores	170	58,6%
¿Cree usted que se debe utilizar una técnica específica para este tipo de pacientes (con periodonto disminuido, raíces cortas o anomalías de morfología)?	No	138	47,3%
	Si	154	52,7%

Pregunta		n	%
En su opinión, ¿Cuáles son las propiedades de un arco de alambre ideal en la fase de alineación y nivelación?	a) Mayor resistencia a la rotura	1	0,3%
	b. Alta resiliencia	10	3,5%
	c. Alta flexibilidad	44	15,2%
	d. Memoria de la forma	52	18,0%
	e. Baja fricción	32	11,1%
	f) Baja rigidez	11	3,8%
	g) Biocompatibilidad	3	1,0%
	h) Estabilidad en el medio bucal	2	0,7%
	Todas las anteriores	134	46,4%
¿Qué tipo de calibre prefiere usar durante la fase de alineación y nivelación?	a. 0.012	111	38,1%
	b. 0.014	147	50,5%
	C. 0.016	30	10,3%
	Otro	3	1,0%

Al analizar los subgrupos por tiempo de experiencia se encontró que, aunque la técnica ortodóncica más utilizada en todos los casos es MBT, se encuentra una mayor frecuencia en residentes de posgrado que en ortodoncistas titulados de más de 5 años y menos de 5 años (78.1% vs 45,5% vs 59.5% respectivamente, p-valor = 0.046). Tabla 3.

De forma similar el Niti termo activado es la aleación más frecuentemente escogida en los tres grupos de ortodoncistas evaluados a la hora de tratar pacientes con periodonto disminuido, sin embargo, se encuentra una mayor frecuencia en ortodoncistas titulados con menos de 5 años de experiencia comparado con los otros dos grupos (60,7% vs 47,7% en ortodoncistas titulados de más de 5 años vs 43,8% en residentes de posgrado, p-valor = 0.027). El segundo arco escogido con mayor frecuencia para este tipo de pacientes es el Niti súper elástico con un 29% del total de encuestados seguido del arco Niti convencional con un 12%. Por otro lado, los residentes de posgrado tienen mayor frecuencia de uso de Niti termo activado en pacientes con forma radicular atípica comparado con los ortodoncistas de más y menos de 5 años de experiencia (40,6% vs 29,5%, 26,2%, respectivamente. P-valor = 0.016). Los grupos de ortodoncistas graduados seleccionaron más comúnmente el Niti convencional para este tipo de pacientes. Tabla 3.

Finalmente, el grupo de ortodoncistas titulados con menos de 5 años de experiencia opinó que no es necesario el uso de una técnica específica para pacientes con periodonto disminuido, raíces cortas o anomalías de morfología en mayor frecuencia que los otros grupos (44% vs 28.1% tanto para ortodoncistas con más de 5 años de experiencia como para residentes de posgrado. P-valor = 0.033). Tabla 3

Tabla 3. Análisis por subgrupos según el nivel de experiencia

Pregunta		Estudiante de posgrado		Ortodoncista desde hace más de 5 años		Ortodoncista por menos de 5 años		P*
		n	%	n	%	n	%	
¿Cuál es la técnica ortodóncica que usa	a. Mbt	25	78,1%	80	45,5%	50	59,5%	0,046

Pregunta		Estudiante de posgrado		Ortodoncista desde hace más de 5 años		Ortodoncista por menos de 5 años		P*
		n	%	n	%	n	%	
regularmente?	b. Roth	5	15,6%	75	42,6%	32	38,1%	
	c. Meaw	0	0,0%	2	1,1%	0	0,0%	
	d. Estándar	0	0,0%	1	0,6%	0	0,0%	
	e. Damon	2	6,3%	16	9,1%	2	2,4%	
	f. Tip Edge	0	0,0%	2	1,1%	0	0,0%	
¿Qué tipo de aleación consideraría usar para iniciar la etapa de alineación y nivelación en pacientes con periodonto disminuido?	b. Acero	1	3,1%	0	0,0%	0	0,0%	0,027
	d. Niti convencional	4	12,5%	26	14,8%	8	9,5%	
	e. Niti súper elástico	1	3,1%	54	30,7%	20	23,8%	
	f. Niti termo activado	2	43,8%	84	47,7%	51	60,7%	
	g. Termo activado con tratamiento de superficie.	4	0,0%	11	6,3%	2	2,4%	
	h. Australiano	1	3,1%	1	0,6%	3	3,6%	
¿Qué tipo de aleación consideraría usar para iniciar la etapa de alineación y nivelación en raíces cortas?	a. Australiano	1	3,1%	2	1,1%	3	3,6%	0,155
	b. Acero	1	3,1%	0	0,0%	0	0,0%	
	c. Gunmetal	1	3,1%	4	2,3%	4	4,8%	
	d. Niti convencional	4	12,5%	26	14,8%	9	10,7%	
	e. Niti súper elástico	1	43,8%	55	31,3%	21	25,0%	
	f. Niti termo activado	4	28,1%	78	44,3%	41	48,8%	
	g. Termo activado con tratamiento de superficie.	2	6,3%	11	6,3%	6	7,1%	
¿Qué tipo de aleación consideraría usar para iniciar la etapa de alineación y nivelación en pacientes con forma radicular atípica?	a. Australiano	0	0,0%	2	1,1%	5	6,0%	0,016
	b. Acero	1	3,1%	0	0,0%	0	0,0%	
	c. Gunmetal	0	0,0%	3	1,7%	1	1,2%	
	d. Niti convencional	6	18,8%	65	36,9%	29	34,5%	
	e. Niti súper elástico	1	37,5%	43	24,4%	25	29,8%	
	f. Niti termo activado	2	40,6%	52	29,5%	22	26,2%	
	g. Termo activado con tratamiento de superficie.	3	0,0%	11	6,3%	2	2,4%	
En su opinión, ¿Cuáles son las propiedades de un arco de alambre ideal en la fase de alineación y nivelación en pacientes con periodonto disminuido?	a. Baja fricción superficial	8	25,0%	14	8,0%	12	14,3%	0,206
	b. Baja rigidez	4	12,5%	20	11,4%	8	9,5%	
	c. Resiliencia	1	3,1%	3	1,7%	5	6,0%	
	d. Termoplasticidad	2	6,3%	7	4,0%	7	8,3%	
	e. Alto rango de trabajo	0	0,0%	7	4,0%	2	2,4%	
	f. Alta Moldeabilidad	0	0,0%	4	2,3%	4	4,8%	
	G. Histéresis	1	3,1%	3	1,7%	1	1,2%	
	H. Biocompatibilidad	0	0,0%	1	0,6%	0	0,0%	

Pregunta		Estudiante de posgrado		Ortodoncista desde hace más de 5 años		Ortodoncista por menos de 5 años		P*
		n	%	n	%	n	%	
	Todas anteriores	16	50,0%	117	66,5%	45	53,6%	
En su opinión, ¿Cuáles son las propiedades de un arco de alambre ideal en la fase de alineación y nivelación en pacientes con raíces cortas?	a. Baja fricción superficial	6	18,8%	25	14,2%	18	21,4%	0,098
	b. Baja rigidez	4	12,5%	18	10,2%	12	14,3%	
	c. Resiliencia	1	3,1%	2	1,1%	1	1,2%	
	d. Termoplasticidad	3	9,4%	6	3,4%	12	14,3%	
	e. Alto rango de trabajo	0	0,0%	7	4,0%	0	0,0%	
	f. Alta Moldeabilidad	0	0,0%	4	2,3%	3	3,6%	
	G. Histéresis	0	0,0%	3	1,7%	1	1,2%	
	H. Biocompatibilidad	0	0,0%	1	0,6%	0	0,0%	
	Todas anteriores	18	56,3%	110	62,5%	37	44,0%	
En su opinión, ¿Cuáles son las propiedades de un arco de alambre ideal en la fase de alineación y nivelación en pacientes con forma radicular atípica?	a. Baja fricción superficial	4	12,5%	19	10,9%	11	13,1%	0,348
	b. Baja rigidez	6	18,8%	16	9,2%	10	11,9%	
	c. Resiliencia	3	9,4%	5	2,9%	2	2,4%	
	d. Termoplasticidad	0	0,0%	6	3,4%	5	6,0%	
	e. Alto rango de trabajo	3	9,4%	6	3,4%	6	7,1%	
	f. Alta Moldeabilidad	0	0,0%	8	4,6%	3	3,6%	
	G. Histéresis	0	0,0%	4	2,3%	2	2,4%	
	H. Biocompatibilidad	0	0,0%	0	0,0%	1	1,2%	
	Todas anteriores	16	50,0%	110	63,2%	44	52,4%	
¿Cree usted que se debe utilizar una técnica específica para este tipo de pacientes (con periodonto disminuido, raíces cortas o anomalías de morfología)?	No	9	28,1%	92	28,1%	37	44,0%	0,033
	Si	23	71,9%	84	71,9%	47	56,0%	
En su opinión, ¿Cuáles son las propiedades de un arco de alambre ideal en la fase de alineación y nivelación?	a) Mayor resistencia a la rotura	0	0,0%	0	0,0%	1	1,2%	0,731
	b. Alta resiliencia	1	3,1%	6	3,5%	3	3,6%	
	c. Alta flexibilidad	8	25,0%	28	16,2%	8	9,5%	
	d. Memoria de la forma	6	18,8%	29	16,8%	17	20,2%	
	e. Baja fricción	4	12,5%	16	9,2%	12	14,3%	
	f) Baja rigidez	1	3,1%	5	2,9%	5	6,0%	
	g) Biocompatibilidad	0	0,0%	2	1,2%	1	1,2%	
	h) Estabilidad en el medio bucal	0	0,0%	2	1,2%	0	0,0%	
	Todas las anteriores	12	37,5%	85	49,1%	37	44,0%	
¿Qué tipo de calibre prefiere usar durante la	a. 0.012	10	31,3%	67	38,3%	34	40,5%	0,259

Pregunta		Estudiante de posgrado		Ortodoncista desde hace más de 5 años		Ortodoncista por menos de 5 años		P*
		n	%	n	%	n	%	
fase de alineación y nivelación?	b. 0.014	2	65,6%	87	49,7%	39	46,4%	
	C. 0.016	0	0,0%	20	11,4%	10	11,9%	
	Otro	1	3,1%	1	0,6%	1	1,2%	

* Prueba Chi-cuadrado de Pearson

5. DISCUSIÓN

El cuestionario utilizado en el presente estudio fue diseñado para evaluar la percepción de los ortodoncistas sobre las propiedades y características de los diferentes arcos ofrecidos en el mercado actualmente para la fase de alineación y nivelación, adicionalmente se indago sobre su uso en casos particulares como raíces cortas periodonto disminuido y forma radicular atípica.

Se encontraron preferencias por la técnica MBT tanto en el análisis univariado como en el de subgrupos por años de experiencia. Para los ortodoncistas todas las propiedades del alambre ideal fueron importantes, sin embargo, la baja fricción superficial y la baja rigidez fueron las más frecuentes cuando se reportaron individualmente.

Autores como Kusy et al ⁽¹⁰⁾ afirman que no existe un arco ideal, ya que las exigencias del plan de tratamiento por caso individual requieren características diferentes. Pop Silvia-Izabella et al, en el 2013 ⁽¹¹⁾ encontraron que la mayoría de los ortodoncistas consideran que en general el arco ideal debería tener una mayor resistencia a la ruptura, memoria de forma, biocompatibilidad, baja fricción y estabilidad en el entorno oral. Otras propiedades, como resiliencia, flexibilidad, soldabilidad y rigidez, no se consideraron importantes. Varios estudios también enfatizaron que el rendimiento clínico de un arco depende de la relación rigidez / fuerza ⁽¹²⁻¹⁴⁾.

Shaw y Kyriakides en 1994 ⁽¹⁵⁾ afirmaron que un buen clinico debe tener un conocimiento adecuado sobre las características del alambre. Por lo tanto, los ortodoncistas deben estar en capacidad de conocer las propiedades de los diferentes tipos de alambres y utilizar una secuencia adecuada para cada paciente. Esto aumenta la calidad del tratamiento. Según la revisión bibliográfica, aún existen vacíos en la literatura respecto al arco ideal en la fase de alineación y nivelación en pacientes con periodonto disminuido, reabsorción y forma radicular atípica.

Adicionalmente, se observó en los resultados de este cuestionario que el tiempo de experiencia influye en la frecuencia de uso de los distintos arcos e incluso en la decisión de utilizar diferentes técnicas en los pacientes según sus particularidades.

En este cuestionario se indagó por el uso de arcos específicamente para problemas periodontales, debido al creciente número de pacientes adultos que presentan secuelas de enfermedad periodontal y que asisten a ortodoncia para su corrección así como para manejo de malposiciones dentales ⁽¹⁶⁾ Sin embargo los resultados de este cuestionario parecen

indicar que de la mayor parte de arcos que ofrece el mercado para alineación y nivelación se prefiere el NiTi termoactivado en casos periodontales aunque existen diferentes aleaciones disponibles en el mercado como el NiTiCu cuyos fabricantes también afirman que están indicadas para este tipo de pacientes, es probable que la mayor frecuencia de escogencia de NiTi se deba a la reciente introducción de esta aleación ⁽¹¹⁾.

En este estudio los resultados del cuestionario arrojaron una preferencia por parte de los ortodoncistas del uso de Niti durante las primeras fases, lo cual se correlaciona con lo que la literatura refiere sobre las ventajas que presenta esta aleación, ya que expresa fuerzas ligeras y continuas sobre una gama más amplia de desplazamientos que los alambres tradicionales de acero inoxidable, lo que lo hace un arco con características deseables para obtener un movimiento fisiológico y controlado de los dientes y las estructuras adyacentes ⁽¹⁷⁾.

Estos resultados también están de acuerdo con una encuesta realizada por McNamara et al. ⁽¹⁸⁾ En el que la aleación más utilizada para la etapa de alineación y nivelación fue Niti, y se relaciona con el estudio realizado por Pop Silvia-Izabella et al, en el 2013, ⁽¹¹⁾ donde los resultados indicaron que la mayoría de los ortodoncistas utilizan alambres NiTi redondos y rectangulares en la etapa de alineación y nivelación de sus tratamientos. Esto muestra que el porcentaje de ortodoncistas que utilizan arcos de Niti aumenta constantemente, probablemente debido a la introducción de arcos de NiTi súper elásticos y termoactivados, lo cual los hace una opción versátil para el inicio de los tratamientos.

En la revisión de la literatura se observó que pocos estudios han evaluado las nuevas aleaciones que componen los arcos utilizados en la fase inicial del tratamiento, y a pesar de la preferencia por este arco observada en otros estudios así como en los resultados del presente cuestionario, ningún estudio ha probado la superioridad de los alambres de níquel-titanio sobre otros alambres utilizados para alinear y nivelar los dientes ⁽¹⁷⁾.

Aunque este cuestionario no evaluó las preferencias de los arcos por marca comercial es de destacar que en la revisión bibliográfica se observó que existen estudios in vitro que demuestran diferencias en desempeño de los arcos de la misma aleación fabricados por diferentes casas comerciales, ^(19, 20) Sin embargo a nivel clínico otros autores han demostrado diferencias poco significativas al comparar los fabricantes del arco así como en las secuencias sugeridas por las casas comerciales ^(21, 22) concluyendo que el fundamento para la selección de arco varía de acuerdo a la filosofía de tratamiento del clínico así como a su experiencia ⁽²¹⁾.

Además, una revisión sistemática reciente no logro demostrar cuál es la secuencia de arco de alambre más efectiva para nivelar y alinear los dientes, debido a la falta de estudios in vivo por lo cual una parte importante de los resultados deben medirse inicialmente a través de las preferencias de los expertos en el área ⁽²³⁾.

Tanto los vacíos encontrados en la revisión bibliográfica como las respuestas obtenidas del cuestionario aplicado en este estudio sugieren la necesidad de comparar el rendimiento clínico de las aleaciones convencionales, como el acero inoxidable y Gummetal, con los más nuevos, como los alambres superelásticos de Ni-Ti y las aleaciones activadas por calor

con tratamiento de superficie, en la fase de alineación y nivelación. Es importante también considerar la realización de estudios clínicos que puedan corroborar los resultados obtenidos en los estudios in-vitro teniendo en cuenta las opiniones recogidas de la experiencia clínica observadas en el cuestionario aplicado en este estudio.

6. CONCLUSIÓN

En general la técnica más utilizada es MBT, el tipo de aleación preferida sin importar la particularidad clínica del paciente fue NiTi termo activo, sin embargo, la proporción de la preferencia varía según la experiencia del ortodoncista según los resultados de este estudio, esto también aplica para las diferentes técnicas disponibles para este tipo de pacientes.

Todas las propiedades del arco de alambre ideal en la fase de alineación y nivelación fueron escogidas como importantes en el cuestionario independientemente de la experiencia de los encuestados.

Ante la falta de estudios sobre efectividad y eficacia con diferentes aleaciones de arco en diferentes casos clínicos específicos, se hace necesario evaluar las propiedades de estos materiales en estudios clínicos que permitan cubrir los vacíos encontrados en la literatura y en la opinión clínica recogida en el cuestionario.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jyothikiran H, Shantharaj R, Batra P, Subbiah P, Lakshmi B, Kudagi V. Total recall: an update on orthodontic wires. *Int J Orthod Milwaukee*. 2014;25(3):47–56.
2. Kapila S, Sachdeva R. Mechanical properties and clinical applications of orthodontic wires. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1989;96(2):100–9.
3. Bellini H, Moyano J, Gil J, Puigdollers A. Comparison of the superelasticity of different nickel–titanium orthodontic archwires and the loss of their properties by heat treatment. *J Mater Sci Mater Med [Internet]*. 2016 Oct 1 [cited 2021 Apr 11];27(10):158. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10856-016-5767-5>
4. Proffit WR, Fields H, Sarver D. *Contemporary Orthodontics*. 4th ed. Mosby M, editor. St Louis; 2007. 553 p.
5. Wang Y, Liu C, Jian F, McIntyre GT, Millett DT, Hickman J, et al. Initial arch wires used in orthodontic treatment with fixed appliances. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Jul 31;(7).
6. Abdelrahman RS, Al-Nimri KS, Al Maaitah EF. A clinical comparison of three aligning archwires in terms of alignment efficiency: A prospective clinical trial. *Angle Orthod [Internet]*. 2015 May 1 [cited 2021 Apr 11];85(3):434–9. Available from: http://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article-pdf/85/3/434/1397324/041414-274_1.pdf
7. Silvia-Izabella P, Mariana P, Cristina BD, Rv P, Manuela C. Clinicians' Choices in

8. Selecting Orthodontic Archwires. *Acta Medica Marisiensis*. 2014 Mar 10;59(4):212–8.
8. Uribe G. Metales y alambres en ortodoncia. In: *corporacion para investigaciones biologicas*, editor. *Ortodoncia Teoría y Práctica*. 2da ed. medellin; 2010. p. 393–401.
9. Coa P. FRICCIÓN EN ORTODONCIA. *Evidencias en Odontol Clínica*. 2019 Aug 7;2(2):66.
10. Rosenstiel S. Glosario de terminos prostodónticos. In: *Protesis Fija Contemporanea*. S.A. Elsev. España; 2008. p. 1038.
11. Brinson LC, Schmidt I, Lammering R. Stress-induced transformation behavior of a polycrystalline NiTi shape memory alloy: Micro and macromechanical investigations via in situ optical microscopy. *J Mech Phys Solids*. 2004;52(7):1549–71.
12. Abdelrahman RS, Al-Nimri KS, Al Maaitah EF. A clinical comparison of three aligning archwires in terms of alignment efficiency: A prospective clinical trial. *Angle Orthod*. 2015;85(3):434–9.
13. Bellini H, Moyano J, Gil J, Puigdollers A. Comparison of the superelasticity of different nickel–titanium orthodontic archwires and the loss of their properties by heat treatment. *J Mater Sci Mater Med [Internet]*. 2016;27(10):0–1. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10856-016-5767-5>
14. Kusy RP. A review of contemporary archwires: Their properties and characteristics. Vol. 67, *Angle Orthodontist*. 1997. p. 197–208.
15. Chang HP, Tseng YC. A novel β -titanium alloy orthodontic wire. *Kaohsiung J Med Sci [Internet]*. 2018;34(4):202–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.010>
16. Juvvadi SR, Kailasam V, Padmanabhan S, Chitharanjan AB. Physical, mechanical, and flexural properties of 3 orthodontic wires: An in-vitro study. *Am J Orthod Dentofac Orthop [Internet]*. 2010;138(5):623–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.01.032>
17. Nordstrom B, Shoji T, Anderson WC, Fields HW, Beck FM, Kim DG, et al. Comparison of changes in irregularity and transverse width with nickel-titanium and niobium-titanium-tantalum-zirconium archwires during initial orthodontic alignment in adolescents: A double-blind randomized clinical trial. *Angle Orthod*. 2018;88(3):348–54.
18. Gravina MA, Brunharo IHVP, Canavarro C, Elias CN, Quintão CCA. Mechanical properties of NiTi and CuNiTi shape-memory wires used in orthodontic treatment. Part 1: Stress-strain tests. *Dental Press J Orthod*. 2013;18(4):35–42.
19. Sandoval Vidal P, Lara L A, Minte Hidalgo C, Gutiérrez Moraga P. Caracterización de los Alambres Termoactivados para Uso Ortodóncico: Reporte de Caso. *Int J Odontostomatol*. 2012;6(1):65–70.
20. Garcia FG, Barbosa JA, Basting RT. Análise da deformação plástica em fios ortodônticos de NiTi e CuNiTi submetidos à ciclagem mecânica. *Brazilian Dent Sci*. 2017;20(3):78–86.
21. Serafim CM de C, Gurgel J de A, Tiago CM, Tavares RR de J, Maia Filho EM. Clinical Efficiency of Two Sequences of Orthodontic Wires to Correct Crowding of the Lower Anterior Teeth. *ScientificWorldJournal*. 2015;2015:690280.
22. Nanda R, Yahya T. Physical principles. In: Byaters L, editor. *Biomechanics in Orthodontics : Principles and Practice*. china; 2010. p. 4–5.
23. Pelsue BM, Zinelis S, Bradley TG, Berzins DW, Eliades T, Eliades G. Structure, composition, and mechanical properties of Australian orthodontic wires. *Angle Orthod*

- [Internet]. 2009 Jan 1 [cited 2020 Jul 27];79(1):97–101. Available from: http://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article-pdf/79/1/97/1384160/022408-110_1.pdf
24. Nagalakshmi S, Sriram G, Balachandar K, Dhayanithi D. A comparative evaluation of mandibular incisor decrowding with coaxial and optiflex arch wires and their load-deflection rates. *J Pharm Bioallied Sci.* 2014;6(SUPPL. 1):118–22.
 25. Gil FJ, Solano E, Campos A, Boccio F, Sáez I, Alfonso MV, et al. Improvement of the friction behaviour of NiTi orthodontic archwires by nitrogen diffusion. *Biomed Mater Eng.* 1998 Jan 1;8(5,6):335–42.
 26. Dickson JA, Jones SP, Davies EH. A comparison of the frictional characteristics of five initial alignment wires and stainless steel brackets at three bracket to wire angulations-an in vitro study. *Br J Orthod.* 1994;21(1):15–22.
 27. Rucker BK, Kusy RP. Resistance to sliding of stainless steel multistranded archwires and comparison with single-stranded leveling wires. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002;122(1):73–83.
 28. Moreno J, Covarrubias M, García E. Movimiento dentario ortodóncico: factores modificantes y alteraciones Tisulares, revisión bibliográfica. *Rev Latinoam Ortod y Odontopediatría.* 2016;(edición electrónica Obtenible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2016/art-16/>).
 29. Uribe G. Principios de física que se aplican en ortodoncia. In: *Teoría y Clínica Fundamentos de odontología. Corporación para Investigaciones Biológicas*; 2004. p. 339–415.
 30. Fajardo Y, Murillo LM, Velásquez R SJ. Distribución de las deformaciones y esfuerzos en el arco, bracket y unidad dentoalveolar en cierre de espacios con el sistema damon en pacientes con periodonto disminuido en dientes anteriores inferiores. análisis por elementos finitos tridimensional. *Rev Odontos.* 2013;40:35–54.
 31. Konoo T, Kim YJ, Gu GM, King GJ. Intermittent force in orthodontic tooth movement. *J Dent Res.* 2001;80(2):457–60.
 32. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: A systematic literature review. *Angle Orthod.* 2003;73(1):86–92.
 33. Proffit W, Fields H, Sarver D. Bases biológicas del tratamiento ortodóncico. In: *Ortodoncia Contemporánea quinta edición.* Barcelona: Elsevier España S.L; 2014. p. 286–7.
 34. Shintcovsk RL im., Knop LA mori. H, Pinto AS anto., Gandini LG onzag., Martins LP. Orthodontic Treatment in Adult Patient with Reduced Periodontium: A Case Report. *Int J Orthod Milwaukee.* 2015;26(4):71–4.
 35. Ristoska S, Dzipunova B, Stefanovska E, Rendzova V, Radojkova-Nikolovska V, Evrosimovska B. Orthodontic treatment of a periodontally - affected adult patient (case report). *Open Access Maced J Med Sci.* 2019;7(14):2343–9.
 36. Ong MMA, Wang HL. Periodontic and orthodontic treatment in adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002;122(4):420–8.
 37. Minch LE, Sarul M, Nowak R, Kawala B, Antoszewska-Smith J. Orthodontic intrusion of periodontally-compromised maxillary incisors: 3-dimensional finite element method analysis. *Adv Clin Exp Med.* 2017;26(5):829–33.
 38. Kamble RH, Lohkare S, Hararey P V., Mundada RD. Stress distribution pattern in a root of maxillary central incisor having various root morphologies: A finite element study. *Angle Orthod.* 2012;82(5):799–805.

39. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2001;119(5):505–10.
40. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2001;119(5):511–5.
41. Gonzales C, Hotokezaka H, Yoshimatsu M, Yozgatian JH, Darendeliler MA, Yoshida N. Force magnitude and duration effects on amount of tooth movement and root resorption in the rat molar. *Angle Orthod*. 2008;78(3):502–9.
42. Reddy RK, Katari PK, Bypureddy TT, Anumolu VNSH, Kartheek Y, Sairam NRV. Forces in initial archwires during leveling and aligning: An in-vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent [Internet]*. 2016 Sep 1 [cited 2020 Jul 27];6(5):410–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27891306/>
43. Sandhu SS, Sandhu J. Arandomized clinical trial investigating pain associated with superelastic nickel-titanium and multistranded stainless steel archwires during the initial leveling and aligning phase of orthodontic treatment. *J Orthod*. 2013;40(4):276–85.
44. Alderman AK, Salem B. Survey research. *Plast Reconstr Surg [Internet]*. 2010 Oct [cited 2021 Mar 15];126(4):1381–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20885261/>
45. Jones TL, Baxter M, Khanduja V. A quick guide to survey research. *Ann R Coll Surg Engl [Internet]*. 2013 Jan [cited 2021 Apr 11];95(1):5–7. Available from: </pmc/articles/PMC3964639/>
46. Arribas MCM. Diseño y validación de cuestionarios Formación continuada El cuestionario es un instrumento para la recogida de información, diseñado para cuantificarla y universalizarla. Vol. 5, Matronas Profesión. 2004.