



**UNIVERSIDAD MICHUACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**
División de estudios de la Facultad de
Odontología



ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

“Metalurgia de los Instrumentos, Reciproc® y Reciproc Blue® VDW®” Una revisión de sus propiedades físicas y características estructurales.

TESINA

PRESENTA PARA OBTENER EL DIPLOMA COMO
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA:

María Fernanda Ayala Meneses

DIRECTOR DE TESIS:

C.D.E.E Luis Alberto Pantoja Villa

CODIRECTOR DE TESIS:

C.D.E.E. Martín Alberto Loeza Ramírez

Morelia, Michoacán
Septiembre 2025



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**
División de estudios de la Facultad de
Odontología



ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

**“Metalurgia de los Instrumentos,
Reciproc® y Reciproc Blue® VDW®”
Una revisión de sus propiedades
físicas y características
estructurales.**

**PRESENTA PARA OBTENER EL DIPLOMA COMO
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA:**

María Fernanda Ayala Meneses

DIRECTOR DE TESIS:
C.D.E.E Luis Alberto Pantoja Villa
CODIRECTOR DE TESIS:
C.D.E.E. Martin Alberto Loeza Ramírez

Morelia, Michoacán
2025
Septiembre



DEDICATORIA

A Dios, por darme la fuerza, la salud y la perseverancia para llegar hasta aquí.

A mi familia, por su amor incondicional, por ser mi refugio en los momentos difíciles y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Su apoyo ha sido fundamental en cada paso de este camino.

A Víctor, mi compañero de vida, por su amor, paciencia y aliento constante. Gracias por estar a mi lado en cada etapa de este proceso, por celebrar mis logros. Esta meta también es tuya.

A mis amigos, por su compañía, por las risas que aligeraron el camino y por estar presentes cuando más los necesité.

A mis profesores y mentores, por compartir su conocimiento con dedicación y por motivarme a dar siempre lo mejor de mí.

Y a mí, por no rendirme, por cada desvelo, cada esfuerzo y cada paso que me trajo hasta aquí.



AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la culminación de esta tesis.

En primer lugar, agradezco profundamente al Dr. Luis Alberto Pantoja Villa, mi asesor, por su guía, paciencia y compromiso durante todo este proceso. Su conocimiento, exigencia académica y apoyo constante fueron clave para el desarrollo de este trabajo.

Asimismo, al Dr. Martín Alberto Loeza Ramírez, mi coasesor, por su valiosa orientación, comentarios constructivos y acompañamiento en cada etapa de esta investigación.

Al centro universitario de estudios de posgrados de la UMSNH, por brindarme la formación académica, los recursos y el espacio para crecer tanto profesional como personalmente.

A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser siempre mi mayor motivación.

A Víctor, mi pareja, gracias por tu amor, tu comprensión y por estar a mi lado en los momentos de mayor reto y también en los de mayor alegría. Esta meta también te pertenece.

A mis amigos y compañeros, gracias por su compañía, apoyo y por compartir este camino lleno de aprendizajes.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a la realización de este proyecto. A cada uno, mi gratitud sincera.

*“Metalurgia de los Instrumentos, Reciproc® y Reciproc Blue® VDW®”
Una revisión de sus propiedades físicas y características estructurales.*

Maria Fernanda Ayala Meneses



TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	4
1 RESUMEN.....	7
Abstrac.....	8
2 INTRODUCCIÓN.....	9
3. MARCO TEÓRICO	12
3.1 Historia del Níquel Titanio (NiTi)	12
3.2 Aleación de NiTi y su Uso en Odontología.....	12
3.3 Propiedades del NiTi.....	13
3.4 Defectos Superficiales	14
3.5 Tratamiento Térmico	15
3.6 Movimientos	15
3.7 Instrumentos de VDW®	16
4 ANTECEDENTES.....	22
4.1 Aleación NiTi.....	22
4.2 Sistemas VDW	27
4.3 Investigaciones sobre otros sistemas	34



5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	35
6 JUSTIFICACIÓN.....	35
7 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS	36
7.1 Objetivo General	36
7.2 Objetivo Específico	36
8 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	36
9 MATERIALES Y MÉTODOS	36
10 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	37
11 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	37
12 DISCUSIÓN.....	39
13 CONCLUSIONES	39
14. ANEXOS.....	41
14.1 Glosario.....	41
15 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46



1 RESUMEN

Introducción: La conformación adecuada de los conductos radiculares dependen de la correcta preparación, desinfección y obturación. Para la preparación se requiere del uso de instrumentos manuales de acero inoxidable y mecanizados de níquel titanio. Estos últimos por sus propiedades de superelasticidad y control de memoria de forma han reducido la incidencia de errores de procedimiento, como la frecuente transportación que se observa con el uso de limas manuales de acero inoxidable, mejorando con ello el pronóstico del tratamiento endodóntico. Actualmente existen más de 160 sistemas mecanizados, por lo que la estandarización de estas limas en cuanto a la composición de la aleación, conicidad y tratamiento térmico superficial, es un proceso cada vez más complejo. **El objetivo** de este estudio es revisar lo reportado por la literatura sobre el diseño, propiedades físicas y metalúrgicas de los instrumentos rotatorios Reciproc, Reciproc Blue y VDW Rotate (VDW®, Munich, Alemania). **Metodología:** Se revisaron artículos científicos y libros desde el 2012 hasta la fecha en que se realiza el estudio 2024, de informes en relación al diseño y metalurgia de los instrumentos VDW®, Munich, Alemania, en bases de datos como PubMed, IMBIOMED, Journal Of Endodontics, Elsevier, ResearchGate, SciELO, Australian Endodontics Journal, International Journal Of Odontostomatology y Epistemonikos. **Conclusión:** Respecto a las características de la estructura, los ajustes en la microestructura a través del tratamiento térmico de los instrumentos Reciproc Blue mejoran la capacidad de corte y la adaptación a las curvaturas del conducto, disminuyendo así el riesgo de formación de errores durante el procedimiento endodóntico.

Palabras Clave: Endodoncia- VDW- Instrumentación- Metalurgia- Reciprocante



Abstrac

Introduction: Proper root canal conformation depends on correct preparation, disinfection, and obturation. Preparation requires the use of stainless steel hand instruments and nickel-titanium machined instruments. The latter, due to their superelastic properties and shape memory control, have reduced the incidence of procedural errors, such as the frequent transportation observed with the use of stainless steel hand files, thereby improving the prognosis of endodontic treatment. Currently, there are more than 160 mechanized systems; therefore, the standardization of these files in terms of alloy composition, taper, and surface heat treatment is an increasingly complex process. The objective of this study is to review what has been reported in the literature on the design, physical and metallurgical properties of the Reciproc, Reciproc Blue, and VDW Rotate (VDW®, Munich, Germany) rotary instruments. **Methodology:** Scientific articles and books were reviewed from 2012 to the date of the study 2024, of reports related to the design and metallurgy of VDW® instruments, Munich, Germany, in databases such as PubMed, IMBIOMED, Journal Of Endodontics, Elsevier, ReseachGate, SciELO, Australian Endodontics Journal, International Journal Of Odontostomatology and Epistemonikos. **Conclusion:** Regarding the characteristics of the structure, adjustments in the microstructure through heat treatment of Reciproc Blue instruments improve the cutting capacity and adaptation to the curvatures of the canal, thus reducing the risk of error formation during the endodontic procedure.

Keywords: Endodontics- VDW- Instrumentation- Metallurgy- Reciprocating



2 INTRODUCCIÓN

Las primeras limas fabricadas a partir de resortes de reloj en 1838 (1) utilizadas para preparar el sistema de conductos han pasado por importantes cambios. Uno de los primeros cambios fue la en 1962 con la fabricación de instrumentos en base a la estandarización propuesta por Ingle en 1959. En 1980, las compañías fabricantes de limas endodónticas introducen el mecanizado de las limas de acero inoxidable proceso mediante el cual las estrías de corte que se obtenían del desgaste de un alambre “método directo” en bruto de acero inoxidable redondo y cónica para crear una lima de sección transversal triangular en lugar del torcido del alambre en como tradicionalmente se realizaba. La obtención de filos de corte es por método directo implica el fresado en un torno del alambre de acero inoxidable, por su parte la torsión del alambre en sentido contrahorario para obtener los filos de corte del instrumento corresponde al método indirecto, donde después de someter el alambre al desgaste para obtener una forma geométrica, esta forma geométrica era torcida en sentido contrario a las agujas del reloj.

En la actualidad algunas compañías obtienen los filos de corte de las limas endodónticas mediante fresado químico con la finalidad de afilar uno o más bordes cortantes y así mejorar la eficacia de corte de las limas endodónticas. En 1988 Walia fue el primero en utilizar una lima NiTi N. 15 en la preparación de conductos, lima fabricada a partir de un alambre NiTi de ortodoncia. A la fecha existen diversos diseños transversales y conicidades 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 y 0.12. utilizados en la fabricación de limas NiTi.

Las limas K tanto de acero inoxidable como acero al carbono, se fabricaban rectificando alambres redondos en varias formas geométricas, a una conicidad estandarizada de a 0,02 a partir de la punta del instrumento.



El uso de estos instrumentos han permitido mayor eliminación de tejido pulpar, restos necróticos mejorando con ello los objetivos de la limpieza y conformación del sistema de conductos. I. (2). Estos instrumentos, con el tiempo fueron mejorados tanto en el material de fabricación, diseño y tecnología de manufactura. Las limas actualmente se fabrican a partir del acero inoxidable o la aleación de níquel titanio, estas últimas con mejoradas características de super elasticidad, flexibilidad, resistencia a la deformación plástica y a la fractura (3).

A la fecha se comercializan más de 160 marcas de sistemas mecanizados de limas NiTi, tal cantidad de sistemas, dificulta seleccionar un estándar de instrumentos consistente y unificado de uso práctico en la clínica endodóntica. A esta variabilidad de sistemas, se suman diferentes diámetros, longitudes, diseños geométricos, cinemática de corte, composición y métodos de fabricación de la aleación NiTi, que si bien dan al clínico una diversidad opciones al elegir un instrumento (4), a la vez, tal variedad de opciones causa cierta confusión al momento de su elección.

La compañía VDW® fabricante de instrumentos endodónticos con sede en Múnich, Alemania, unieron fuerzas con la empresa Dentsply Sirona, ambas empresas reconocidas por ser un estándar de calidad, esta revisión busca recopilar la literatura dispersa en distintas publicaciones acerca de la casa comercial VDW, haciendo énfasis en los instrumentos, Reciproc® y Reciproc Blue® para identificar y comparar las características físicas, metalúrgicas, propiedades, diseño y la propuesta de uso de acuerdo al fabricante.



El objetivo del presente estudio es realizar una revisión descriptiva, identificando y comparando las características en el diseño, composición metalúrgica, método de fabricación, propiedades físicas, cinemática del movimiento y eficiencia de corte, tiempo de trabajo, ventajas y desventajas del uso de limas NiTi Reciproc® y Reciproc Blue® VDW®, en conductos curvos y calcificados, a partir de la información publicada del 2011 hasta el presente año, tomando como referencia lo publicado en las bases de datos PubMed, IMBIOMED, Journal Of Endodontics, Elsevier, ResearchGate, SciELO, Australian Endodontics Journal, International Journal Of Odontostomatology y Epistemonikos, utilizando los booleanos “or” y “and”. Criterios de inclusión fueron artículos publicados desde el año 2011 hasta el presente año 2024, Investigaciones en idioma inglés, que contengan relevancia clínica, de fuentes verificables.



3. MARCO TEÓRICO

3.1 Historia del Níquel Titanio (NiTi)

A principios de la década de 1960, se investigaban aleaciones no magnéticas, y fue entonces cuando fue desarrollada una aleación de níquel titanio, descubrieron que las propiedades termodinámicas de esta aleación eran capaces de producir un efecto de memoria cuando llevaba a cabo un tratamiento térmico específico y controlado. A esta se le dio el nombre de NiTiNOL, por el acrónimo de los elementos que componen el material; ni de níquel, ni de titanio y no del laboratorio en donde fue creado (Naval Ordnance Laboratory).(5) El NITINOL fue fabricado en Shanghai, China con 56% de níquel y 44% titanio, en algunas aleaciones se resta 2% de níquel que es sustituido por cobalto.(2) Actualmente, esta es la aleación con la que se fabrican las limas VDW.

3.2 Aleación de NiTi y su Uso en Odontología

Inicialmente se utilizaron las aleaciones de NiTi en la construcción de arcos de ortodoncia, utilizados por primera vez, por Andreasen en 1971, la resistencia y resiliencia de estos alambres significaron que hubo una reducción en la cantidad de cambios de arcos necesarios para completar el tratamiento, las rotaciones de los dientes se lograban en menos tiempo, no aumentaba la incomodidad en el paciente y mostraron una mejor resistencia a la corrosión.

Se encontraron dificultades en la fundición de aleaciones de NiTi, utilizando técnicas convencionales, ya que el titanio es muy reactivo a altas temperaturas y los materiales del molde pueden influir en las propiedades mecánicas y condiciones de la superficie.



En 1889 se utilizó el NiTi para postes prefabricados de tipo ranura recta, la aleación podía procesarse sin pérdida de efecto de memoria, mediante un mecanizado por descarga eléctrica y las fuerzas de retención.

Después de la segmentación eran similares o más fuertes con estos postes que con otros en 1991 Se compararon las diferencias en la estructura de la aleación sobre la influencia de la tensión en las preparaciones de coronas posteriores, se construyeron postes roscados por encima del punto de transformación y se descubrió que causaban el doble de tensión.

Construcción de implantes.- Aprovechando las características de memoria, de forma, en 1990 se utilizó para la fabricación de implantes. Cirugía oral.- En 1979 esta aleación fue investigada para la construcción de placas óseas actuando como refuerzo alveolar y contrarrestando los efectos de la masticación durante la preparación ósea en el tratamiento de fracturas transversales mandibulares. (5)

3.3 Propiedades del NiTi

El comportamiento del níquel el titanio es súper elástico y se puede dividir en cuatro etapas: la primera es la deformación elástica de la austenita, la segunda es la transformación a martensita inducida por estrés, la tercera es la deformación elástica de la martensita y la última es la deformación plástica de la martensita. Aunque los instrumentos endodónticos recuperan su forma original después del uso, los instrumentos sólo deben alcanzar hasta la tercera fase.

Las propiedades mecánicas de la aleación son alteradas por pequeños cambios en la composición, pureza y tratamiento térmico del proceso de fabricación. Para aumentar la resistencia a la fractura de los instrumentos, los fabricantes han inducido el uso de movimiento alternativo.



La cinemática del movimiento alternativo de las lima NiTi, fue propuesta por Yared G en 2008 quién propuso una nueva técnica de preparación con un solo instrumento ProTaper F2 bajo movimiento alternativo.* y los instrumentos hecho con nuevas aleaciones, cuya resistencia a la fatiga cíclicas, supuestamente es superior a las limas convencionales.(6)(7)

3.4 Defectos Superficiales

El proceso de producción de limas endodónticas puede dar lugar a la presencia de pequeños restos metálicos que quedan más o menos retenidos en la superficie de trabajo de las limas. Los instrumentos rotatorios de níquel Titanio se utilizan en procedimientos en endodoncia, propiedades mecánicas, biocompatibilidad, ductilidad, resistencia a la corrosión, bajo módulo, elástico y características especiales como la súper elasticidad y efecto de memoria de forma.

La mayoría de estos instrumentos se fabrican por grabado en una fresadora en lugar de por torsión como en las limas de acero inoxidable, se utiliza tecnología de alto nivel (diseño asistido por ordenador y fabricación asistida por ordenador CAD CAM) es por ello, que son muy frecuentes los defectos superficiales, entre los que se incluyen el tratamiento, grietas, picaduras y suciedad.

Las irregularidades en la superficie del instrumento pueden aumentar la vulnerabilidad a la fractura, los defectos superficiales son puntos de tensión y pueden provocar el inicio y propagación de grietas, contribuyendo a fracturas durante la activación del instrumento. Otros de los defectos estructurales que se pueden encontrar son: picaduras, fretting (desgaste), microfracturas, fracturas completas, rebabas metálicas (tiras de metal), borde de corte contundente, borde de corte interrumpido , restos metálicos , suciedad y corrosión. (7)



3.5 Tratamiento Térmico

Los instrumentos rotatorios de NiTi usados para la preparación de conductos radiculares han tenido numerosos avances mejorando la resistencia a la fatiga cíclica y torsional, mejorando el pronóstico del tratamiento de canales radiculares. El tratamiento térmico proporciona a las limas de endodoncia resistencia a la fatiga cíclica, torsional, flexibilidad, eficacia de corte y adaptabilidad centrada del canal para mantener su anatomía radicular.

El tratamiento blue tiene una capa visible de óxido de titanio en la superficie del instrumento, este tratamiento es fabricado mediante el control de temperaturas creando el control de memoria de forma. La modificación del tratamiento térmico ha dado lugar al movimiento recíprocante con mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación con los instrumentos de rotación continua. El instrumento Reciproc es ejemplo de este movimiento.(8)

3.6 Movimientos

3.6.1 Movimiento Recíprocante

Se define como un movimiento repetido hacia adelante y hacia atrás (CW/CCW). Es la fuerza equilibrada inducida por Yared en 2008 revolucionando el movimiento en sistemas NiTi impulsados por motores, implica preparar el conducto radicular con diferentes ángulos en rotación en sentido de las agujas del reloj (CW) y en sentido contrario a las agujas del reloj (CCW). Este movimiento recíproco tiene variaciones como la reciprocidad completa (oscilación), reciprocidad parcial (efecto de rotación y reciprocidad híbrida (movimientos combinados). Puede ser fija o flexible. Este movimiento se puede utilizar en fases iniciales de exploración y para establecer la trayectoria de planeo del tratamiento.(9)



El movimiento CW/CCW modificado dio lugar a limas NiTi diseñadas especialmente para su reciprocidad parcial como WaveOne de Dentsply y Reciproc de Dentsply VDW, utilizando diferentes ángulos en versos cortantes y no cortantes de 150/30 para reciproc con una velocidad de 350 rpm. (4)

3.6.2 Movimiento Continuo

Movimiento continuo es aquel en donde la rotación es completa de 360° para una eficiencia de corte óptima, las paredes del conducto radicular se cortan continuamente mediante movimientos giratorios céntricos y excéntricos utilizando motores eléctricos y contrarrestados de reducción. (4)

3.6.3 Mixto o Axial

El movimiento axial se emplea de manera que la pieza de mano produce entre 3000 y 5000 vibraciones por minuto y una amplitud de 0,4 mm, enfocándose en adaptarse en los espacios irregulares del conducto radicular. (4)

3.7 Instrumentos de VDW®

3.7.1 Reciproc®

El sistema reciproc es de movimiento alternativo y un sistema de una sola lima, que utiliza un motor especial, los instrumentos se utilizan a una velocidad de 10 reciprocaciones por segundo, lo que equivale a 300 rpm, el ángulo de corte es antihorario, la dirección es mayor que el ángulo de desacoplamiento en sentido de las agujas del reloj, el fabricante sugiere 150 CCW y 30 CW. Se debe aplicar ligera presión apical, este movimiento reduce el riesgo de fatiga cíclica causada por tensión y compresión.



Los ángulos de reciprocación son específicos del diseño del instrumento, tienen forma transversal en S. Este instrumento permite dar forma a canales muy curvos y estrechos, apoyándose en limas manuales en diámetros apicales más grandes. Estos instrumentos están hechos de una aleación especial M- Wire con un innovador tratamiento térmico que aumenta la flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica. R25 tiene un diámetro de 0,25 en su punta y 8% en disminución de D0-D3, que disminuye gradualmente hasta el eje. R40 tiene un diámetro 0,40 en su punta y 6% que disminuye gradualmente hasta el eje. R50 tiene un diámetro de 0,50 en su punta y 5% que disminuye gradualmente.(10)(11)

El fabricante menciona que no es estrictamente necesario crear una trayectoria de planeo, la técnica consiste en llevar la lima gradualmente a longitud de trabajo realizando movimientos de entrada y salida, requiere de limpieza de las estrías de corte cuando el instrumento no avance o sienta resistencia y en todo momento mantener la permeabilidad apical (lima tipo K 10) e irrigar de forma continua.(12)



Fig.1 Sistema Reciproc® VDW®

Tomado de: <https://www.vdwdental.com/en/products/detail/reciproc/>

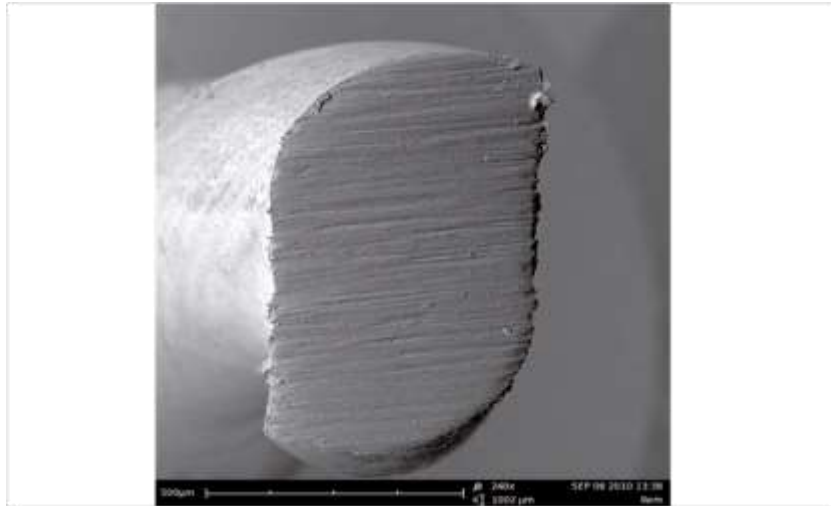


Fig.2 Corte Transversal de Reciproc® VDW®
Tomado de: <https://www.vdwdental.com/en/products/detail/reciproc/>

3.7.2 Reciproc Blue®

El sistema Reciproc Blue es un sistema de VDW®, que las mismas características que Reciproc convencional, tanto las longitudes como conicidad, pero se diferencia en el tipo de aleación, este presenta una nueva aleación de Níquel titanio azul Wire lograda a través de un avanzado tratamiento térmico, que le otorga su característico color azul, y según la casa comercial dice que mejora a las características mecánicas de la Lima. Su sección transversal es en forma de S, con movimiento, reciprocante y fabricado a base de torneado.(6)

Está compuesto por tres instrumentos de características iguales a su antecesor: R25 con un diámetro ISO 25 y una conicidad del 8%, R 40 con un diámetro de punta ISO 40 y una conicidad del 6% y R 50 con un diámetro de punta y SO, 50 con una conicidad del 5%. Estas conicidades corresponden a los 3 mm finales, ya que es variable y regresiva en el instrumento.



Su diseño es característico, tiene una combinación entre la sección en forma de S, conicidad variable, el diseño de sus bordes, cortantes, y el material térmicamente mejorado, ayudando en una alta eficiencia de corte.

También cuenta con una punta no cortante para una preparación cuidadosa en la cercanía del ápice, la diferencia entre las limas reciproc y reciproc blue es la aleación mejorada, ya que están sometidas al tratamiento termo mecánico, que modifica su estructura molecular, otorgándole al instrumento, mayor resistencia a la fatiga, cíclica, flexibilidad, control de memoria y el color azul. Está diseñado para el uso único, máximo un molar, se recomienda que todos los instrumentos deben ser examinados durante el tratamiento, desechandolos si se evidencian signos de deformación que estos pueden ser brillo y destornillamiento.

Los instrumentos vienen listos para utilizar, esterilizados Y al no tener que limpiar ni esterilizar los instrumentos, se reducen los riesgos de contaminación al personal de la clínica y entre pacientes. Los mangos de los instrumentos, al ser llevados a la autoclave sufren expansión, es por ello que no puede volver a ser ajustada en el ángulo, impidiendo su reutilización y protegiendo al operador de la fatiga del material causada por sobre uso.

Ventajas de la reciprocación de este sistema: Menos etapas de trabajo que las limas de giro continuo: al ser un solo instrumento el tipo de preparación es reducido, el instrumento se mantiene más centrado en el canal radicular, este instrumento puede ser utilizado sin Glide Path previo, manual o rotatorio, ya que cuando un instrumento reciprocante se atasca, este no se fractura porque no continúa rotando, sino que se libera el estrés antes de pasar a límite de fractura, riesgo disminuido de fractura del instrumento; el tratamiento termo mecánico, le da resistencia a la fatiga, cíclica y flexibilidad.



Técnica de uso que sugiere el fabricante: Primero se confecciona un exceso en línea recta y se hace la determinación de longitud de trabajo, no es necesario ampliar la entrada del canal previo a la instrumentación con la fresa Gates Glidden o un orificio shaper, posteriormente se selecciona el instrumento a utilizar que considerará la imagen radiográfica, pero mayormente la calibración previa del canal a longitud de trabajo.

Si llega pasivamente un instrumento ISO 30 a longitud de trabajo, el instrumento a elegir es el R5. Si llega pasivamente un instrumento ISO 20 longitud de trabajo, el instrumento a elegir es el R40. Si llega un instrumento ISO 15 longitud de trabajo, el instrumento de elegir es R 25 y si no se logra la longitud de trabajo con el instrumento ISO 10 manual oeste, sólo llegar a longitud de trabajo pre curvado, es indispensable realizar una negociación manual previo a la instrumentación con R 25.

Posterior a esto, se irriga, permeabiliza con un instrumento ISO 10 y comienza la instrumentación, este proceso está compuesto de ciclos donde deben realizarse tres. Picoteos, retirar el instrumento, limpiar los filos, irrigar y permeabilizar el canal. Estos ciclos son repetidos las veces que sea necesario hasta alcanzar la longitud de trabajo. Si a pesar de estas indicaciones no se logran la longitud de trabajo, es importante no forzar el instrumento, ya que la negociación debe ser manual, una vez resuelto el bloqueo se puede volver a instrumentar con el sistema. Cuando se alcanza la longitud de trabajo, se recomienda retirar de manera inmediata el instrumento, de esta manera se disminuye la posibilidad de transportar y se puede instrumentar las paredes del canal con movimientos de cepillado, regulando las paredes del canal, y dándole una mayor cocida a la preparación. (13)



Fig. 3.- Sistema Reciproc Blue VDW®

Tomado de: <https://www.vdwdental.com/en/products/detail/reciproc/>

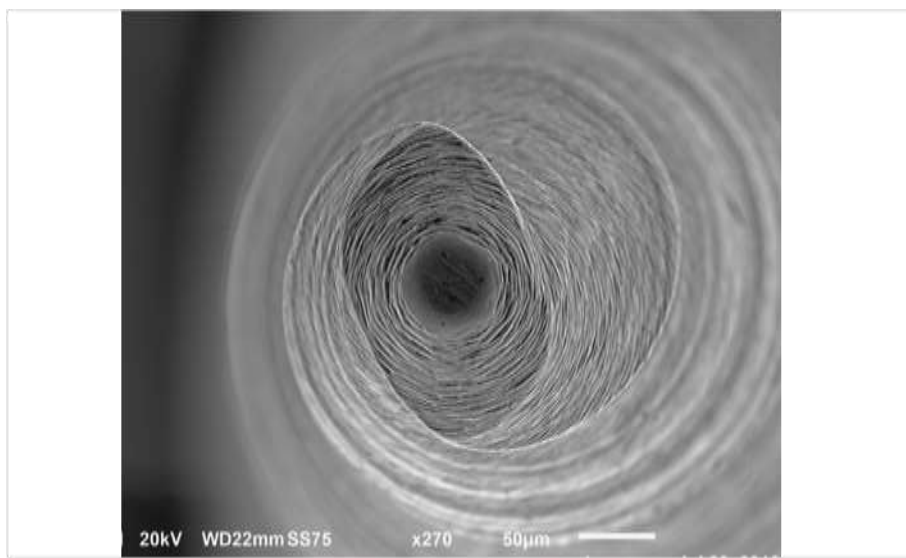


Fig. 4.- Corte transversal y núcleo de Reciproc Blue® de VDW®

Tomado de: <https://www.vdwdental.com/en/products/detail/reciproc/>



4 ANTECEDENTES

4.1 Aleación NiTi

El objetivo de este estudio realizado en el 2020 por el Dr Jovanovic es utilizar el microscopio electrónico de barrido para analizar la superficie de trabajo de nuevos instrumentos en ticos, manuales y mecánicos y comprobar la posible existencia de impurezas o defectos de fabricación en la superficie de trabajo.

Parece investigación se utilizaron tres juegos básicos cada juego consta de seis instrumentos, Nuevos de limas, manuales de acero inoxidable: k file, kf dentsply, limas hedstroem, HF sybronendo y tres juegos básicos, cada juego consta de seis instrumentos: k3, BioRace. El análisis SEM jeol JSM 6610LV, Tokio, se llevó a cabo en el laboratorio SEM EDS (espectroscopia de rayos X por energía dispersiva) de la facultad de minería y geología de la Universidad de Belgrado, sin preparación previa.

Las microfotografías se realizan a un aumento de 170 X, 800 X. Se realizaron análisis cualitativos, aunque no se cuantificaron los resultados obtenidos en análisis semi cuantitativo. De rayos X de energía. Dispersa determinó la composición química de las partículas de sociedad encontradas, el análisis estadístico se realizó mediante la prueba de Fisher ($<0,05$). Los resultados mostraron que todos los instrumentos presentaban algún tipo de defecto en su superficie de trabajo, los instrumentos manuales y mecánicos nuevos, no mostraban signos de microfracturas.

Los restos de bandas metálicas fueron el tipo de defecto más común, la superficie de todos los instrumentos, el grupo rotatorio de K3 tuvo la presencia de contaminación del 89% en el tercio apical y 78% en el tercio medio, todos los demás grupos tenían un defecto en el 100%



de los casos, el análisis de microfotografías SEM determinó la contaminación de la superficie de trabajo de los instrumentos analizados y posterior EDX S. Definió la composición química de la contaminación, así se dividieron los instrumentos en dos tipos. Los instrumentos contaminados: se analizaron desde dos direcciones distintas y cada lado del instrumento y el análisis de las diferentes irregularidades se basó en criterios compuestos por Eggert: 1.- ningún defecto visible, 2.- picaduras, 3.- fretting (desgaste), 4.- microfracturas, 5.- fractura completa, 6.- rebabas metálicas, 7.- (tiras de metal), 8.- Borde de corte contundente, 9.- borde de corte interrumpido, 10.- corrosión y 11.- debris.

En todos los instrumentos del grupo K3 se observó un fretting causado por la fabricación, mientras que los instrumentos manuales y los BioRace no mostraron este tipo de desgaste, al compararlo con distintos instrumentos manuales, se observó una diferencia estadísticamente significativa en el tercio apical y tercio medio. El desgaste causado por el proceso de fabricación debido al fresado se observó en casi todos los instrumentos manuales de acero analizados. La presencia de bandas metálicas se observó en todos los grupos analizados con una puntuación del 100%, excepto en las de K3, confirmando la complejidad de fabricación de los instrumentos endodónticos.

Las picaduras de la superficie de trabajo solo se observaron en los instrumentos manuales de acero. En conclusión, todos los instrumentos analizados en este estudio presentaron al menos uno o más defectos superficiales de cualquier tipo, los defectos encontrados en los instrumentos nuevos, sólo confirman las dificultades en la fabricación de los instrumentos endodónticos específicos y los problemas que pueden surgir durante su uso clínico. Con el fin de disminuir los defectos superficiales y mejorar la resistencia de los instrumentos.



Endodónticos, se aplican diversos métodos: proceso de implantación, de aleaciones, mediante iones de argón, boro o nitrógeno, nitruración térmica (recubrimiento de los instrumentos con una capa de nitro de titanio) inmersión de plasma, tratamiento criogénico seco profundo y electropulido. Muchos investigadores se centran en aumentar la eficacia y la flexibilidad y disminuir la resistencia a la fatiga cíclica, dando como resultado un tratamiento termo mecánico adicional al de la aleación en bruto o incluso los instrumentos con un acabado de superficie. El proceso de acumulación de vapor permite tratar a los instrumentos de níquel titanio con una capa de nitro de titanio, consiguiendo así una mayor eficacia de corte y resistencia a la corrosión. Las aleaciones con memoria de forma basada en la composición atómica del níquel del titanio tienen gran importancia en el desarrollo de instrumentos rotatorios endodónticos modernos.(8)

El investigador Thompson en el año 2000 publicó una revisión acerca del Níquel Titanio, en el que menciona que a principios de la década de 1960, un metalúrgico de nombre Bühler que investigaba aleaciones no magnéticas, desarrolló una aleación de níquel titanio y descubrió que las propiedades termodinámicas de esta aleación eran capaces de producir un efecto de memoria cuando llevaba cabo un tratamiento térmico específico y controlado. A esta se le dio el nombre de NiTiNOL, por el acrónimo de los elementos que componen el material; Ni de níquel, Ti de titanio y NOL de laboratorio en donde fue creado (Naval Ordnance Laboratory. Esta aleación tiene mayor resistencia y un módulo de elasticidad, más bajo en comparación con el acero inoxidable, esto es una ventaja en el uso de instrumentos durante la preparación de conductos radiculares curvos.



Las aleaciones de níquel titanio utilizadas en el tratamiento de conductos radiculares, tienen aproximadamente 56% níquel y 44% titanio. Las características que determinan la memoria de forma y la elasticidad son dos; Austenita y Martensita. El rango de temperatura en los que se crea el dique Titanio son temperaturas elevadas de 100 °C en donde las moléculas son una Red cúbica, estable, centrada que se conoce como fase Austenita o fase original, cuando se enfría a través de un rango de temperatura de transformación, la aleación muestra cambios en su módulo de la actividad y rigidez, su límite elástico, como resultado de cambios en los enlaces de electrones, al enfriarse se produce una estructura cristalina que se conoce como transformación martensítica.

La cantidad de transformación va en función de la temperatura de inicio y la temperatura final, provocando un cambio de las propiedades físicas de la aleación, dando lugar a la memoria de forma. La memoria de forma, se traduce como la capacidad de eliminar cualquier deformación dentro de los instrumentos del titanio. Calentándolos por encima de 125 °C. El rango de temperatura de transición depende de la composición, ya que esto depende la variabilidad de los electrones.

La transición de la fase austenítica a martensítica, puede ocurrir como resultado de la aplicación de estrés, como por ejemplo cuando se prepara el conducto radicular, al momento en que una fuerza externa induce un deslizamiento mecánico, causa una deformación permanente, sin embargo, estas aleaciones reaccionan con un cambio volumétrico, asociado a la transición de fase, y la tensión se estabiliza porque es una deformación progresiva llamada súper elasticidad. Está súper elasticidad, permite que las deformaciones sean recuperables hasta un 8%, cuando las aleaciones tienen más níquel en un 60% la memoria de forma es menor, aunque aumenta su capacidad de ser tratada térmicamente.



La fabricación de aleación de Níquel Titanio es un proceso muy complejo que consiste en: fundición al vacío, prensa, de forja, estampado, rotativo, laminado de alambre, antiguamente se realizaban por métodos de fusión, por arco y por inducción. La fabricación de inducción, al vacío, implica la fusión de cristales de grafito, asegurando la eficacia y aligerando la contaminación del carbono. La fabricación por fusión, al doble vacío, garantiza la pureza y calidad de las propiedades mecánicas de la aleación. Después de este proceso se lleva a cabo la refundición por arco al vacío para mejorar la química, homogeneidad y estructura de la aleación. Los lingotes de doble fusión se trabajan en caliente y luego en frío hasta obtener una variedad de formas y tamaño según las especificaciones del producto.

El perfil de instrumento se pule cuando las piezas de NiTiNOL están en bruto, eliminando las irregularidades de la superficie, marcas de fresado y rebabas de metal en los bordes constantes que pueden comprometer la capacidad de corte y potenciar los problemas de corrosión. Una vez fabricada la aleación, se somete a varios procesos antes de que el alambre terminado puede mecanizarse para convertirse en un instrumento de conducto radicular, la pieza fundida se forja en una prensa hasta darle forma cilíndrica antes de estampar la rota mediante bajo presión para crear una alambre trefilado, el alambre se enrolla para formar una forma cónica con una presión uniforme de una serie de rodillos aplicados al alambre, durante esta fase se lleva a cabo otros procesos en el alambre, incluyendo el trefilado, el recocido, descascarillado y trefilado fino. Continúa la etapa de dibujar el perfil real o la forma de sección transversal del alambre, antes del proceso de limpieza y acondicionamiento. El alambre terminado se almacena en carretes antes de ser mecanizado. (5)



Yañez Braun en su investigación publicada en 2017, menciona que las limas de Níquel Titanio tienen las características de ser más flexibles que las de acero inoxidable, lo que evita que ocurran fracturas en el interior del conducto. Se denomina instrumentación rotatoria por el tipo de conformación capaz de rotar 360° en el conducto radicular, impulsadas por energía (baja revolución) que busca lograr una serie de objetivos: Limpieza y desinfección de los restos tisulares, conformación de las paredes cavitarias intra radiculares estableciendo una forma cónica y estrecha manteniendo la forma original y tratamientos con la misma de la tasa de éxito en conductos rectos y curvos. Estos instrumentos permiten aumentar la velocidad del tratamiento, sin comprometer el estado de salud del paciente.

La separación de instrumentos puede ocurrir tanto en limas manuales como rotatorias y es provocada por dos factores: Fractura torsional: Cuando la punta de la lima queda atascada en el conducto mientras sigue rotando. Fractura por flexión: Ocurre cuando sobrepasa el límite de flexibilidad, dando como resultado una fatiga cíclica. Es por ello que los fabricantes sugieren un uso máximo de 10 números de usos. Una de las ventajas de estos materiales es su elasticidad, flexibilidad y resistencia a la deformación, absorbe tensiones y resiste al desgaste mejor que el acero inoxidable. (14)

4.2 Sistemas VDW

El estudio realizado por Deus y colaboradores, tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la fatiga cíclica de instrumentos reciprocantes de NiTi convencional y los de tratamiento blue. Se utilizaron 30 instrumentos NiTi con movimiento reciprocante lima 25 (Reciproc convencional) y 30 de tratamiento blue (Reciproc Blue R25), primero se examinaron defectos o deformaciones bajo el microscopio.



El test de fatiga cíclica se realizó en canales artificiales creados con las dimensiones del instrumento en curvaturas de 60° y 5 mm de radio de curvatura. Diez instrumentos fueron activados mediante una pieza de mano 6:1 impulsado por un motor controlado (Reciproc silver VDW) utilizando los programas de ajuste predeterminado de reciprocación. Todos los instrumentos fueron conducidos siguiendo las indicaciones del fabricante hasta la fractura.

El canal estaba lleno de glicerina para reducir la fricción y evitar la producción de calor. El procedimiento fue grabado, se registró el tiempo y se detuvo tan pronto como se detectó visualmente la fractura o fue audible. Se revisaron los videos para verificar el tiempo de fractura. Se analizó bajo el microscopio electrónico de barrido para analizar las superficies de fractura y el eje helicoidal de los instrumentos fracturados para determinar la aparición de deformación plástica en el eje helicoidal utilizando varios aumentos (200 y 1500). Se realizó una prueba de Microdureza, 5 instrumentos de cada tipo se incrustaron en resina y se evaluaron con el microdurómetro de Vickers a una fuerza de 100 gramos durante 15 segundos con aumento de 40 x, diez muescas. Los resultados los evaluaron como valores mínimos de desviación estándar obtenidos en la flexión, fatiga cíclica, de superficie, rugosidad y Microdureza, de los cuales reveló que reciproc blue tiene resistencia significativamente menor y una vida de fatiga cíclica más larga que reciproc original. No encontraron marcas de deformación plástica helicoidal de los instrumentos fracturados, Recíproc Blue mostró Microdureza menor que el reciproc original. (9)



Esta investigación realizada por Moradas Estrada en 2017, tuvo como objetivo analizar los defectos superficiales de los instrumentos reciproc y Wave One all y después de su uso. Fueron 26 instrumentos nuevos divididos en dos grupos de 13, analizados mediante microscopio electrónico de barrido a 150X de aumento de 2 a 4 mm desde la punta, los instrumentos se utilizaron para preparar 26 conductos mesiales mandibulares permanentes inferiores, después de utilizarse a recomendación del fabricante fueron lavados con tina ultrasónica y analizados nuevamente en el microscopio para visualizar dendritos y deformaciones como ranuras, microporosidades, bordes irregulares y rebabas metálicas, después de analizar y puntuar los resultados mediante las pruebas de Kruskal Wallis y Mann Whitney con nivel de significancia del 5% se concluyó que todos los instrumentos presentaron dendritos antes y después de su uso, en cuanto deformaciones encontraron presencia de defectos en los instrumentos Wave One en comparación de Reciproc. (15)

En el año 2015, Hanan y colaboradores publican la siguiente investigación con el objetivo de evaluar la resistencia a la fatiga por flexión de las limas Reciproc R25, WaveOne Primary, Mtwo y TF NiTi utilizadas en rotación continua y dos en movimiento alternativo diferentes. La hipótesis nula fue que no existen diferencias en la resistencia a la fatiga cíclica de diferentes instrumentos de NiTi entre los 3 tipos de movimiento probados. Se probaron 180 limas para uso alternativo (Reciproc y Wave One) y rotación continua (Mtwo y TF). Los del primer grupo ambas se estandarizaron a tamaño ISO 25 y conicidad 0.08 en los 3 mm apicales con conicidad decreciente y variable. Del segundo grupo fueron 25.06. Ciento ochenta instrumentos se dividieron en tres grupos (Nº 45) según el movimiento de rotación: Grupo 1 300 rpm rotación continua, grupo 2 movimiento recíproco con RECIP modo ROC ALL y grupo 3 movimiento recíproco con modo Wave One All.



Cada instrumento se inspeccionó buscando defectos bajo microscopio. Se realizó un modelo estático para las pruebas de fatiga cíclica, es hecho a la medida reproduciendo el tamaño y conicidad. Se instrumentaron los conductos con un motor de mano 6:1 (Sirona, Dental), impulsado con un motor de torque controlado (Silver, reciproc; VDW). Para reducir la fricción se aplicó un aceite sintético de alto flujo, todos los instrumentos se utilizaron hasta la fractura. El tiempo se detuvo hasta que se vio o escuchó la fractura, todo fue grabado y se revisaron las grabaciones para verificar el tiempo de separación.

El número de ciclos hasta el fallo (NCF) se calculó multiplicando el tiempo (en segundos) hasta el fallo por número de rotaciones o ciclos por segundo. El modo Reciproc All tiene velocidad de 300 rpm y Wave One All 350 rpm. La longitud de la lima fracturada se midió con un micro calibrador digital. El resultado fue que se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos considerando el tipo de rotación/ reciprocidad, rotación como variable independiente y entre los grupos de Reciproc All y Wave One All no tuvieron diferencias significativas. Los instrumentos que tuvieron mejor resultado fueron TF, seguido por las limas Mtwo, posterior Reciproc R25 y Wave One. (16)

Pedullá y colaboradores, mencionan en su investigación que el movimiento alternativo se ha utilizado durante años en los instrumentos de acero inoxidable durante muchos años, podría definirse como reciprocidad oscilante en sentido de que el ángulo de reciprocidad era el mismo tanto en sentido de las agujas del reloj como en sentido contrario o dirección antihorario. Para realizar este estudio se utilizaron un total de 1696 instrumentos Reciproc desechados en un periodo de 30 meses. Tres operadores prepararon 3780 conductos radiculares divididos en 3023 tratamientos primarios y 757 retratamientos.



El caso de los tratamientos primarios se abrió utilizando fresas y puntas ultrasónicas, fue extraído el tejido pulpar y la instrumentación de los conductos se realizó de forma pasiva con un calibre 30 y limas 20 de acero inoxidable (VDW) posteriormente se utilizó R25, R40 o R50.

En los casos en donde se utilizó R25 lo tercios coronal y medio se prepararon inicialmente en base a una longitud de trabajo estimada a partir de la radiografía preoperatoria, sin trayectoria de planeo previa, en todos los casos se siguieron las instrucciones del fabricante al realizar tres movimientos de arriba abajo avanzando con el instrumento, luego retirándolo, limpiando las flautas y lavado de los conductos radiculares con hipoclorito de sodio al 5,25%. Hasta que el instrumento alcanzó la longitud de trabajo estimada en los tercios coroneales. Cuando se utilizó hasta el instrumento R40 o R50 este procedimiento se repitió hasta completar el conducto radicular alcanzando la longitud establecida por el localizador de ápices.

En caso de los retratamientos, después de retirar las restauraciones, la parte más coronal fue eliminado mediante gates Glidden o puntas ultrasónicas, se utilizaron los instrumentos reciproc R25 para eliminar el material de relleno y completar la preparación como se describió anteriormente, cuando la lima 10 de acero inoxidable no llegaba a la longitud de trabajo se utilizaba las limas reciproc para llegar hasta la longitud de donde llegaba la lima manual, en todos los casos se realizó una acción de corte con cepillado lateral. Todas las limas se utilizaron por un motor de endodoncia (silver recíproco o gold reciproc VDW) con función específica Recíproca all y pieza de mano 6:1 (Sirona).



Los instrumentos utilizados fueron limpiados ultrasonicamente y esterilizados antes de inspeccionarse bajo microscopio óptico con varios aumentos para evaluar los signos de fractura o deformación, en caso de fractura fue medida la longitud del fragmento, se documentó la resolución del caso del instrumento separado permanecido en el canal y los datos se analizaron mediante la prueba de Chi cuadrado con un nivel de significación establecido en $P < 0,05$. En los resultados no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el número de fracturas y deformaciones. Un total de 8 instrumentos reciproc R25 se fracturaron durante el tratamiento, lo que representa el 0.47% del número de instrumentos utilizados y el 0.21% de los conductos radiculares tratados. 5 instrumentos se fracturaron en casos primarios, lo que representa el 0.29% de los instrumentos utilizados y 3 instrumentos durante los retratamientos siendo un equivalente de 0,18%, no se encontraron diferencias significativas para los instrumentos fracturados en tratamientos primarios y retratamientos.

En casos en donde se fracturó dentro del conducto la longitud era de 16 mm de la punta del instrumento, 6 fracturas se reportaron de 2 y 3 mm, 1 de 3 mm y 1 de 5 mm del ápice. Seis instrumentos reciproc R25 se deformaron durante el uso clínico, 4 durante los retratamientos, 2 durante los tratamientos primarios, la deformación reportada fue el desenrollamiento de las aristas de corte 1 a 1 mm de la punta y 5 entre 2 y 3 mm de la punta. No se registraron fracturas en los instrumentos R40 y R50. Concluyendo que la instrumentación con el sistema reciproc como instrumento único tiene una baja incidencia de fractura y deformación del instrumento. (17)



Cavides y colaboradores en 2012, señalan que el sistema Reciproc Blue fue introducido en el 2010, creado por el Dr. Ghassan Yared que se fundamenta con el concepto de fuerzas balanceadas de Roane. Este sistema está compuesto de tres limas, cada una de uso único y en la mayoría de los casos no es necesario utilizar otros instrumentos. Estos son instrumentos de M wire, con tratamiento térmico que potencia su elasticidad, el movimiento recíprocante consiste en que el instrumento gira en sentido de corte, y en sentido contrario, la rotación completa en 360° es lograda después de tres ciclos de movimiento recíproca, debido a que la magnitud del movimiento de corte es mayor que la del movimiento de liberación, por eso el instrumento puede progresar fácilmente en sentido apical, ya que está diseñado para llegar a longitud de trabajo, sin mayor riesgo de alcanzar su límite de deformación, minimizando el riesgo de fractura. (13)

En el 2015 Plotino y colaboradores, analizaron mediante inspección visual directa entre instrumentos Reciproc 25.08 y Wave One Gold Primary 25.07 originales y falsificados, junto con una evaluación de la resistencia a la flexión del instrumento, fatiga cíclica, acabado superficial microdureza Vickers y composición química. Estos fueron comparados antes y después de usarlos por 3, 6 y 9 veces en la preparación de los conductos radiculares en molares humanos extraídos con curvaturas moderadas, observadas bajo MEB, las fotografías fueron tomadas en tercio medio y cervical fue a 200x y el tercio apical se aplicó en 500x, estos fueron analizados por 4 expertos en endodoncia, quienes observaron defectos de microfisuras, deformaciones por estrías, cráteres, deformación de superficies cortantes, bordes romos, presencia de barrillo dentinario y fractura del instrumento.



Los resultados fueron sujetos sobre análisis estadísticos Kruskal Wallis, χ^2 , ANOVA y t Student, se consiguieron las siguientes conclusiones: la lima Reciproc presentó menos defectos superficiales que la Wave One Gold; pero no se encontraron similitudes en cuanto a relación directa de estos dos instrumentos en cuanto a la fractura, siendo la lima Reciproc tuvo tendencia mayor a la fractura que la lima Wave One Gold. En cuanto a la cantidad de defectos superficiales en el número de usos del instrumento, se concluyó que, entre menos usos se tendrá menos defectos superficiales y menor riesgo a la fractura, afirmando que se pueden usar este tipo de limas reciprocantes un máximo de tres oportunidades. (18)

4.3 Investigaciones sobre otros sistemas

En este estudio Nieto y Mendoza, en 2017, encontraron una muestra de 5 sistemas rotatorios: ProTaper Gold, ProTaper Universal, Premium Taper Gold, Go-Taper Flex y U-File. En los cuales se comparó su diseño geométrico en general y acabado de superficie, por medio del microscopio electrónico de barrido, así como la relación de Níquel Titanio por medio de espectroscopia de dispersión de energía, las temperaturas de sus fases de transformación por calorimetría diferencial de barrido, su fatiga cíclica y torsional, y área del conducto trabajada. Como resultados obtuvieron una diferencia del 5%. En cuanto a su superficie radial, la simetría de sus espirales, y la relación casi equiatómica de Níquel Titanio, todos los instrumentos presentaron similitud. La diferencia fue en su tratamiento de acabado superficial y la anatomía de sus puntas. En temperaturas de 20% por examen de DSC, ProTaper Gold and Pro-Taper Flex, mostraron estar en fase martensítica, mientras que Premium Taper Gold, Protaper Universal y U-Files mostraron características de martensítica. Llegaron a la conclusión de que las diferencias influyeron en cuanto a sus resistencias, pero la superficie trabajada del conducto fue equivalente entre todos los sistemas. (19)



5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto actual de la endodoncia, la elección del sistema de instrumentación rotatoria es clave para obtener resultados clínicos óptimos. Sin embargo, la falta de consenso y la escasa estandarización en la literatura acerca de los distintos sistemas de la misma casa comercial dificultan la toma de decisiones clínicas. A pesar de que existen numerosas publicaciones que abordan las propiedades y el diseño de los instrumentos rotatorios, muchos de estos estudios son dispersos, limitados o contradictorios, lo que crea una brecha en el conocimiento sobre las mejores prácticas. Este problema se ve reflejado especialmente en los sistemas como los instrumentos reciproc® y reciproc blue® de la marca VDW®, donde se requiere una revisión exhaustiva para clarificar sus características y proponer una guía de uso que sirva de apoyo para los clínicos.

6 JUSTIFICACIÓN

A pesar de que la información se encuentra disponible, está dispersa en diversas publicaciones. Este estudio, permitirá que el clínico la tenga ubicada para una mejor comprensión sobre la evolución del diseño y la fabricación de los instrumentos de VDW®, así como los avances tecnológicos y evaluaciones clínicas, fundamentando con ello la eficacia y la fiabilidad de estos instrumentos. Además, proporciona una perspectiva histórica que revela la progresión de la tecnología en el ámbito, respaldando la toma de decisiones informadas en su implementación y uso clínico.



7 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

7.1 Objetivo General

Analizar la literatura reportada acerca del diseño, propiedades físicas y metalurgia de los instrumentos rotatorios de la marca VDW® utilizados en endodoncia .

7.2 Objetivo Específico

Comparar a través de un análisis exhaustivo de estudios y evidencia científica los resultados eficacia de la preparación con el uso de estos instrumentos endodónticos reciprocantes Reciproc® y Reciproc Blue® de la marca comercial VDW®.

8 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué es lo que diferencia en composición, características físicas y metalúrgicas a los instrumentos, Reciproc® y Reciproc Blue® de la marca VDW®, según la literatura reportada hasta el presente año?

9 MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisó literatura a partir de artículos científicos y libros relacionados con el diseño y metalurgia de los instrumentos de la casa comercial VDW®, publicados hasta el presente año, en bases de datos como PubMed, IMBIOMED, Journal Of Endodontics, Elsevier, ResearchGate, SciELO, Australian Endodontics Journal, International Journal Of Odontostomatology y Epistemonikos, utilizando los booleanos “or” y “and”.



10 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Artículos publicados desde el año 2011 hasta el presente año 2024.
- Investigaciones en idioma inglés.
- Que contengan relevancia clínica.
- De fuentes verificables.

11 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Artículos publicados antes de los periodos establecidos.
- Investigaciones en otros idiomas diferentes al inglés.
- Que no contengan relevancia clínica o científica.
- De fuentes no verificables.

Sistema	Reciproc®	Reciproc Blue®
Tipo de Sistema	Lima única	Lima única
Diámetro	25.08	25.08
Conicidad	Variable y regresiva	Variable y regresiva
Diseño Transversal	S	S
RPM	450 rpm	300 rpm
Torque	4.0 Ncm	2.5 Ncm
Movimiento	Reciprocante	Reciprocante
Reciprocaciones por segundo	10 RPS	10 RPS
Ángulo de corte	Antihorario	Antihorario
CCW	150°	150°
CW	30°	30°
Aleación	M- Wire	M- Wire
Tratamiento Térmico	En Proceso dePatentado	Blue
Diseño de la Punta	No cortante	No cortante
Diámetros complementarios	40.06 y 50.05	40.06 y 50.05
Año de Creación	2011	2016
País	Alemania	Alemania

Tabla 1.- Información recabada acerca de los sistemas Reciproc® y Reciproc Blue® de VDW®

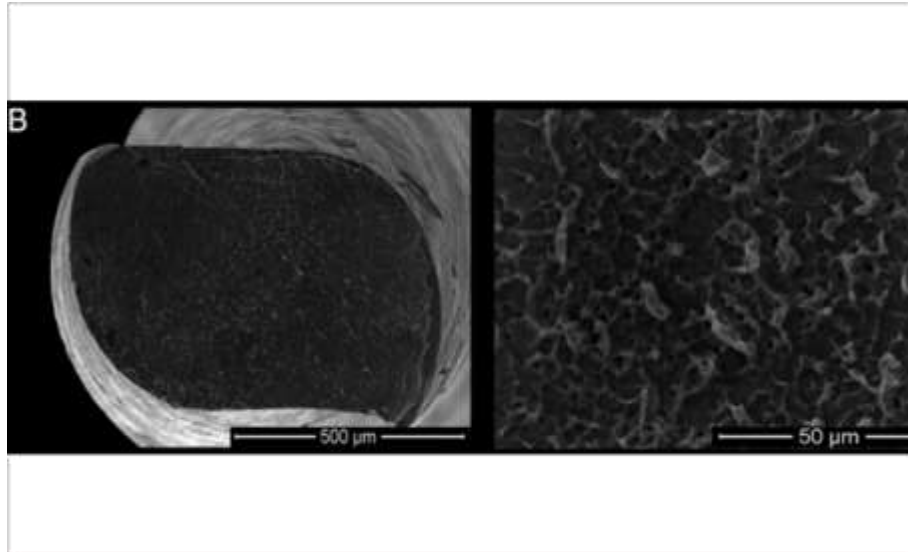


Fig 5.- Diseño transversal del instrumento Reciproc Blue® tras separarse por fatiga cíclica
Imagen tomada de Gustavo De Deus 2017 (9)



12 DISCUSIÓN

Es ampliamente aceptado el entendido que el diseño y las propiedades metalúrgicas de los instrumentos rotatorios de NiTi tienen un impacto significativo en su rendimiento mecánico. El autor Martins en su estudio menciona que la composición no tuvo impacto en su rendimiento mecánico, considerando que todos los sistemas analizados en este estudio estaban fabricados con cantidades similares de Níquel. (20) Shen et al nos explican que la fabricación de los instrumentos, diseño y el acceso inadecuado influyen en la fatiga de los instrumentos. (21) El sistema reciproc blue® CM resiste a la fatiga cíclica y se flexiona bien después del tratamiento térmico mientras que Wave One Gold® utiliza un enfoque similar con una rotación CCW de 170° y una rotación CW de 50°. Las ventajas de este modo incluyen presión apical reducida, prevención de bloqueo del cono, menor incidencia de fracturas por torsión y deformación en comparación con el movimiento giratorio continuo. (4)

13 CONCLUSIONES

Analizar la metalurgia y las características estructurales de los instrumentos Reciproc® y Reciproc Blue® de VDW® ofrece una comprensión detallada de las diferencias y similitudes en sus propiedades físicas. Ambos sistemas sobresalen por utilizar aleaciones de níquel-titanio en su diseño, lo que les proporciona una gran flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica, aspectos esenciales en la preparación de conductos radiculares. No obstante, la alteración térmica que incluyen los dispositivos Reciproc Blue® mejora de forma notable su desempeño en la clínica al ofrecer una mayor resistencia a las fracturas y una mejor adaptación a la forma del conducto.



Estudios comparativos demuestran que el tratamiento térmico de los instrumentos Reciproc Blue disminuye las tensiones internas del material, lo que se traduce en una mejor recuperación elástica y una mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación con los instrumentos Reciproc convencionales. (9) (19) Este atributo se evidencia en una mayor seguridad y eficiencia al trabajar en conductos complicados. También, la tecnología de reciprocación, presente en ambos sistemas, ayuda a reducir el riesgo de fracturas al distribuir de forma más uniforme las tensiones durante el proceso de instrumentación (7).

Respecto a las características de la estructura, los ajustes en la microestructura a través del tratamiento térmico de los instrumentos Reciproc Blue mejoran la capacidad de corte y la adaptación a las curvaturas del conducto, disminuyendo así el riesgo de formación de errores durante el procedimiento endodóntico. Es fundamental para los endodoncistas entender estas variaciones en los metales, ya que les ayuda a elegir los instrumentos adecuados según las necesidades particulares de cada paciente. (9)

La comprensión de estas diferencias metalúrgicas resulta esencial para los profesionales en endodoncia, ya que permite una selección más informada de los instrumentos con base en las necesidades específicas del caso clínico.



14. ANEXOS

14.1 Glosario

Ápice: Extremo terminal de la raíz del diente. Es la región donde el sistema de conductos radiculares se conecta con los tejidos periapicales.

Aleaciones: Es una mezcla homogénea de dos o más elementos, de los cuales al menos uno debe ser un metal.

Austenita: Es una forma de ordenamiento específico de los átomos de hierro y carbono.

Conductometría: Procedimiento para determinar la longitud de trabajo del conducto radicular utilizando un localizador electrónico de ápice o radiografías.

Conicidad: Taper o grado de inclinación del instrumento endodóntico. Se refiere al aumento gradual del diámetro del instrumento desde la punta hasta la parte más cercana al mango.

Conductos Calcificados: Conductos radiculares que han experimentado una reducción en su diámetro debido a la formación de dentina secundaria o terciaria, lo que dificulta su localización y preparación.

Curvatura del Conducto: La forma y angulación que tiene un conducto radicular dentro de la raíz del diente. Es un factor que influye en la selección y uso de los instrumentos mecanizados.

Desbridamiento: Proceso de eliminación de tejido pulpar, restos necróticos y microorganismos presentes dentro del sistema de conductos radiculares.

Elasticidad: Capacidad de un instrumento de recuperar su forma original después de haber sido sometido a una deformación durante la preparación del conducto.



Dentina: Tejido mineralizado que constituye la mayor parte del diente, ubicado por debajo del esmalte y el cemento radicular.

Electrones: Partícula con carga eléctrica negativa.

Endodoncia: Rama de la odontología que se ocupa del diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades de la pulpa dental y los tejidos periapicales.

Fatiga cíclica: Tipo de desgaste que ocurre cuando un instrumento rotatorio es sometido a flexiones repetidas dentro del conducto radicular, lo que puede llevar a la fractura del instrumento.

Fatiga Torsional: Tipo de fatiga que se produce cuando un instrumento rotatorio queda atrapado en el interior del conducto, mientras que su parte superior continúa girando, lo que puede llevar a la fractura.

Instrumentos Reciprocantes: Instrumentos que se mueven en un movimiento de vaivén, alternando en ángulos de rotación en sentido horario y antihorario, para minimizar la fatiga del instrumento y reducir el riesgo de fractura.

Instrumentación rotatoria: Técnica que utiliza instrumentos que giran de manera continua a 360 grados para la preparación del conducto radicular. Se diferencia del movimiento reciprocante por su rotación constante.

Irrigación: Uso de soluciones líquidas, como hipoclorito de sodio o clorhexidina, para desinfectar el sistema de conductos radiculares y eliminar restos orgánicos e inorgánicos durante el tratamiento endodóntico. **28. Microfracturas:** Pequeñas fisuras que se pueden formar en las paredes del conducto radicular debido a las fuerzas ejercidas durante la instrumentación mecanizada. **29. Movimiento de balanceo (brushing):** Técnica utilizada



durante la instrumentación mecanizada en la que el instrumento se desvía ligeramente hacia las paredes del conducto para facilitar la conformación y ensanchamiento.

Longitud de trabajo: Distancia desde un punto de referencia coronal en el diente hasta el extremo apical donde termina la preparación del conducto radicular.

Metalurgia: La metalurgia es la técnica de la obtención y tratamiento de los metales a partir de minerales metálicos.

Martensita: Es una fase metaestable de los aceros, producto de la transformación de fases sin difusión desde la austenita a una velocidad de enfriamiento rápida para que no se produzcan las transformaciones en que se necesita difusión, como por ejemplo la formación de cementita.

Movimiento recíprocante: Movimiento alternado de rotación en direcciones opuestas utilizado por los instrumentos VDW Reciproc y Reciproc Blue, que proporciona un trabajo más seguro y efectivo en la preparación de conductos radiculares.

Nickel-titanium (NiTi): Aleación de níquel y titanio que proporciona flexibilidad y resistencia a los instrumentos endodónticos mecanizados, haciéndolos ideales para la preparación de conductos curvos.

Obturación: Proceso de sellado tridimensional del sistema de conductos radiculares después de la preparación biomecánica para prevenir la reinfección.

Punta Activa: Extremo de un instrumento endodóntico que tiene capacidad de cortar o raspar la dentina durante la preparación del conducto.

Punta Inactiva: Extremo de un instrumento que no tiene filo cortante, diseñado para reducir el riesgo de perforaciones y desvíos apicales durante la instrumentación.



Preflaring: Ensanchamiento inicial del tercio coronal y medio del conducto radicular para facilitar la introducción de instrumentos mecanizados y mejorar la irrigación.

Reciproc: Sistema de instrumentos mecanizados fabricados por VDW que utilizan un movimiento reciprocante, ideal para la preparación eficiente y segura de conductos radiculares.

Reciproc Blue: Versión mejorada de los instrumentos Reciproc, que incorpora un tratamiento térmico especial, proporcionando mayor flexibilidad y resistencia a la fractura.

Recapitulación: Técnica que consiste en introducir un instrumento pequeño hasta la longitud de trabajo después de cada cambio de lima para mantener la permeabilidad del conducto y eliminar restos dentinarios.

Resiliencia: Capacidad del instrumento para soportar deformaciones y recuperar su forma, incluso después de haber sido sometido a fuerzas durante el uso.

Retroceso Apical: Técnica que implica retirar ligeramente el instrumento del conducto radicular después de cada movimiento de inserción para mejorar la eficiencia de corte y evitar el atascamiento.

Resistencia Fractural: Capacidad de un instrumento mecanizado para resistir la fractura bajo condiciones de estrés y torsión durante la preparación del conducto.

Secuencia de Instrumentación: Orden específico en el que se utilizan los instrumentos endodónticos para asegurar una preparación eficiente y segura del conducto radicular.

Smear Layer (Capa de Desperdicio): Capa de residuos dentinarios, restos de tejido pulpar y microorganismos que se forma en las paredes del conducto radicular durante la instrumentación. Debe eliminarse para asegurar la desinfección y obturación adecuadas.



Sistema de Conductos Radiculares: Red de conductos presentes dentro de la raíz del diente que contiene la pulpa dental y debe ser limpiada y conformada durante el tratamiento endodóntico.

Shaping (Conformación): Proceso de dar forma al conducto radicular utilizando instrumentos mecanizados para permitir una correcta desinfección y posterior obturación.

Taper: Grado de conicidad del instrumento endodóntico que determina cómo cambia su diámetro desde la punta hacia el mango.

Técnica Crown-Down: Técnica de instrumentación en la que se comienza la preparación del conducto radicular desde la porción coronal hacia el ápice, utilizando instrumentos de mayor a menor tamaño.

Torque Control: Función presente en los motores de endodoncia que permite regular la fuerza que se aplica sobre los instrumentos, evitando fracturas y daños en los conductos radiculares.

Torsión: Fuerza que se ejerce cuando un instrumento rotatorio queda bloqueado en el interior del conducto y continúa girando, lo que puede provocar su fractura.

Triangulación de la dentina: Técnica de eliminar suficiente dentina coronal antes de llegar al tercio apical para permitir una mejor visibilidad y acceso al sistema de conductos.

VDW: Empresa alemana especializada en la fabricación de instrumentos y equipos para endodoncia, conocida por desarrollar sistemas como Reciproc y Reciproc Blue.

Zippping: Desviación apical no deseada que puede ocurrir durante la preparación del conducto cuando se utilizan instrumentos excesivamente rígidos o de gran diámetro.



15 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernández-Ponce de León YF, Mendiola-Aquino C. Evolución de los sistemas rotatorios en endodoncia: propiedades y diseño. Rev Estomatol Herediana. 2011; 21(1):51-54.
2. Gutmann, J. L., & Gao, Y. (2012). Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel–titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. International endodontic journal, 45(2), 113-128.
3. Leonardo, M. R., & Renato, de Toledo Leonardo. R. (2002). Sistemas rotatorios en endodoncia: instrumentos de níquel-titanio. Editorial Medica Panamericana Sa.
4. Bhagwatkar D, Farookh F M B, Pavithra B N, Tabassum W, Tiwari P, Garg B, Nitinol advancements in endodontics: Heat treatment and surface functionalization of NiTi instruments. IP Indian J Conserv Endod 2023;8(3):150-154
5. Thompson, S.A. An overview of nickel- titanium alloys used in dentistry. International Endodontic Journal. 2000; 33, 297-310.
6. De Langhe, C. D. L., Galiana, M. B., Montiel, N. B., & Gualdoni, G. M. (2019). Comportamiento mecánico de los nuevos instrumentos de endodoncia. Revista de la Facultad de Odontología, 12(1), 24–31.
<https://revistas.unne.edu.ar/index.php/rfo/article/view/3871>.
7. Yared G.: Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. Int Endod J 2008; 41: pp. 339-344.
8. Jovanović-Medojević, M., Pelemiš, M., Nešković, J., Popović-Bajić, M., Stratimirović, Đ., & Živković, S. (2020). Analysis of working surface in new manual and rotary endodontic instruments (scanning electron microscopy). Srpski arhiv za celokupno lekarstvo, 148(7-8), 398-403



9. De-Deus G, Silva EJ, Vieira VT, Belladonna FG, Elias CN, Plotino G, et al. Blue Thermomechanical Treatment Optimizes Fatigue Resistance and Flexibility of the Reciproc Files. J Endod. 2017; 43 (3): 462-466.
10. Grande, Nicola Maria, et al. "Current assessment of reciprocation in endodontic preparation: a comprehensive review—part I: historic perspectives and current applications." Journal of endodontics 41.11 (2015): 1778-1783.
11. Kansal, R., Talwar, S., Yadav, S., Chaudhary, S., & Nawal, R. (2013). Endodontics Simplified. Journal of International Dental and Medical Research, 6(3), 117-121.
12. Caballero, H., Rivera, F., & Salas, H. (2015). Scanning electron microscopy of superficial defects in T wisted files and Reciproc nickel–titanium files after use in extracted molars. International endodontic journal, 48(3), 229-235.
13. Caviedes, J., Cabezas, C., Morales, D., Perera, M., & Tineo, H. (2012). Biomecánica de la irrigación en el pronóstico de la endodoncia con sistemas de limas secuenciales rotatorias y limas únicas de movimiento alterno. Revista de la Sociedad de Endodoncia de Chile, 26, 4-13.
14. Yáñez Braun A. Reciproc® blue: “Una nueva lima, aún mejor. Canal Abierto. 2017; 35:18–20. Available from: <https://www.socendochile.cl/upfiles/revistas/35.pdf>
15. Moradas Estrada M. Instrumentación rotatoria en endodoncia: ¿qué tipo de lima o procedimiento es el más indicado?. Av Odontoestomatol. 2017 Ago; 33(4): 151-160.
Disponibile en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000400003&lng=es.



16. Hanan, A. R. A., Meireles, D. A. D., Sponchiado Júnior, E. C., Hanan, S., Kuga, M. C., & Bonetti Filho, I. (2015). Surface characteristics of reciprocating instruments before and after use-A SEM analysis. *Brazilian Dental Journal*, 26, 121-127.
17. Pedullà, E., Grande, N. M., Plotino, G., Gambarini, G., & Rapisarda, E. (2013). Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *Journal of endodontics*, 39(2), 258-261.
18. Plotino, G., Grande, N. M., & Porciani, P. F. (2015). Deformation and fracture incidence of Reciproc instruments: a clinical evaluation. *International endodontic journal*, 48(2), 199-205.
19. Nieto Salvador, C., & Mendoza Pazmiño, D. (2017). Estudio comparativo de los defectos superficiales de las limas Reciproc y Wave One Gold después de la instrumentación de conductos radiculares en molares extraídos mediante el uso de Microscopía Electrónica de Barrido. *OdontoInvestigación*, 3(2).
20. Martins, J. N. R., Silva, E. J. N. L., Marques, D., Belladonna, F. G., Simões-Carvalho, M., da Costa, R. P., Ginjeira, A., Braz Fernandes, F. M., & Versiani, M. A. (2022). Comparison of five rotary systems regarding design, metallurgy, mechanical performance, and canal preparation-a multimethod research. *Clinical Oral Investigations*, 26(3), 3299–3310. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04311-x>
21. Shen Y, Coil JM, Mo AJ, Wang Z, Hieawy A, Yang Y, et al. Waveone rotary instruments after clinical use. *J Endod* 2016;42:186-9.

María Fernanda Ayala Meneses

Metalurgia de los Instrumentos, Reciproc y Reciproc Blue VDW Una revisión de sus propiedades físicas y características estru...

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:490546693

Fecha de entrega

2 sep 2025, 1:43 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

2 sep 2025, 2:08 p.m. GMT-6

Nombre del archivo

Metalurgia de los Instrumentos, Reciproc® y Reciproc Blue®VDW® Una revisión de sus propieda....pdf

Tamaño del archivo

988.6 KB

48 páginas

12.135 palabras

73.342 caracteres

22% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 22%  Fuentes de Internet
- 11%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Especialidad en Endodoncia	
Título del trabajo	"Metalurgia de los instrumentos, Reciproc® y Reciproc Blue® VDW®" Una revisión de sus propiedades físicas y características estructurales.	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Maria Fernanda Ayala Meneses	1129868b@umich.mx
Director	Luis Alberto Pantoja Villa	luis.pantoja@umich.mx
Codirector	Alberto Martin Loeza Ramirez	martin.loeza@umich.mx
Coordinador del programa	Luis Alberto Pantoja Villa	luis.pantoja@umich.mx

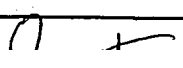
Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	NO	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	No	
Traducción a otra lengua	Si	Solo por el uso del traductor
Revisión y corrección de estilo	No	
Análisis de datos	No	
Búsqueda y organización de información	NO	
Formateo de las referencias bibliográficas	NO	
Generación de contenido multimedia	NO	
Otro		

Datos del solicitante	
Nombre y firma	
Lugar y fecha	Morelia, Michoacán. 03 de agosto del 2025.