

# Determinación de la penetración del láser en los túbulos dentinarios.

Determination of laser penetration in dentinal tubules.

## RESUMEN

Asignatura Endodoncia A y Unidad Láser  
Facultad de Odontología - UNLP  
Calle 50 e/ Av. 1 y 115 La Plata (1900).  
Bs. As. Argentina  
sapienmaria@yahoo.com.ar  
Financiamiento: Universidad Nacional de La Plata

**Autores:** Sapienza, ME; Jara Ortiz, M; Tiszone, S;  
Hervith, M; Carosillo, F; Menta, G; Amestoy, G;  
Capobianco Medrano, P; Lezzano, D; Tauil, RJ;  
Raffaelli, N; Lazo, P; Lazo, S; Baldovino, I;  
Zaracho, H; Zanelli, C.

La eliminación de material orgánico, gérmenes y barro dentinario de los canales radiculares constituye el objetivo principal del tratamiento endodóntico haciendo de la desinfección el mayor desafío a conseguir. La gran variedad anatómica de las piezas dentarias y principalmente la configuración interna de los conductos radiculares compromete la obtención este objetivo. Este trabajo busca demostrar que con la aplicación del láser de diodo de baja potencia es posible elevar la efectividad de la desinfección del endodonto, favorecida por una mayor penetración del láser en los túbulos dentinarios para lo cual al número de piezas obtenidas según los criterios que estipula el proyecto, se las dividió en tres grupos, un primer grupo testigo al que no se le realizo tratamiento alguno, otro al que se le aplico el protocolo de limpieza y conformación convencional y el ultimo al que se le aplico el protocolo convencional más la aplicación de laser de diodo de baja potencia. Luego fueron seccionados y acondicionados para su observación al microscopio electrónico de barrido. Se logra concluir que la utilización del láser como complemento de la limpieza favorece la desinfección ductal que redundara en un aumento significativo de la tasa de éxito de la terapia endodóntica.

**PALABRAS CLAVE:** LASER. PROTOCOLO. ENDODONCIA. GÉRMENES.

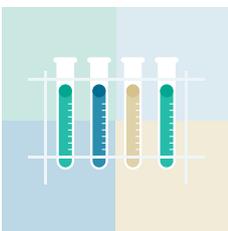
## SUMMARY

The elimination of organic material, germs and smear layer from the root canals constitutes the main objective of endodontic treatment, making disinfection the greatest challenge to achieve. The great anatomical variety of the teeth and mainly the internal configuration of the root canals compromises the achievement of this objective. This work seeks to demonstrate that with the application of low-power diode laser it is possible to increase the effectiveness of endodontic disinfection, favored by greater penetration of the laser into the dentinal tubules, for which the number of pieces obtained according to the criteria stipulated the project, they were divided into three groups, a first control group to which no treatment was carried out, another to which the conventional cleaning and shaping protocol was applied and the last to which the conventional protocol plus the application was applied. low power diode laser. They were then sectioned and prepared for observation under a scanning electron microscope. It is concluded that the use of laser as a complement to cleaning favors ductal disinfection, which will result in a significant increase in the success rate of endodontic therapy.

**KEYWORDS:** LASER. PROTOCOL. ENDODONTICS. GERMS.

## INTRODUCCIÓN

En la terapia endodóntica una correcta preparación biomecánica es primordial para lograr una correcta desinfección a través de una adecuada limpieza y conformación del sistema de canales radiculares, constituyéndose como objetivo principal del tratamiento endodóntico la eliminación de todo material orgánico vital y necrótico, así como a los microorganismos, sus productos y el barro dentinario. Está demostrado que la contaminación bacteriana es el principal factor etiológico para el desarrollo de lesiones pulpares y periapicales. La anatomía compleja de las piezas dentarias y principalmente la configuración interna de los conductos radiculares con la presencia de curvaturas con diferentes direcciones, ángulos y radios, sistemas de conductos radiculares formando redes tridimensionales y la presencia de istmos, canales laterales, canales accesorios y deltas apicales dificultan alcanzar este objetivo, sumado a una flora bacteriana ductal que en piezas con necrosis es muy variada y que alojadas en estas anatomías complejas dificultan la desinfección. Varios estudios han demostrado que las bacterias y sus productos presentes en los conductos radiculares infectados, pueden invadir los túbulos dentinarios,



lo que hace necesario desarrollar medios eficaces para eliminar el barrillo dentinario de las paredes de los conductos radiculares después de la correcta preparación biomecánica, logrando de este modo que los desinfectantes proporcionados por la irrigación lleguen y destruyan los microorganismos en los túbulos de dentina. El agente irrigante de primera elección para este fin es el hipoclorito de sodio, sin embargo, su capacidad de penetración en los túbulos dentinarios es escaso debido a su alta tensión superficial (entre 130 a 300 micras) mientras que las bacterias pueden colonizar hasta una profundidad de 1000 micras. Zou y colaboradores en su trabajo "Penetration of sodium hypochlorite into dentin" publicado en el 2010 en el Journal of Endodontics establecieron que el máximo nivel de penetración del hipoclorito de sodio en los túbulos dentinarios es de 300 micras a una concentración del 6%, a una temperatura de 45 grados actuando durante 20 minutos en el conducto. En otro trabajo más reciente de Ricucci y colaboradores en su artículo "Cleaning, Shaping, and Disinfecting Abilities of 2 Instrument Systems as Evaluated by a Correlative Micro-computed Tomographic and Histobacteriologic Approach" publicado en abril de 2020 en el Journal of Endodontic establecieron que luego de preparar los conductos radiculares con instrumentos de diferentes aleaciones y diseños y con hipoclorito de sodio como solución irrigadora obtuvieron como resultado que más de la mitad de los conductos radiculares todavía tenían bacterias residuales o restos de tejido pulpar y sugieren la necesidad de encontrar nuevos enfoques para optimizar la desinfección. Ya en el 2023 un artículo publicado por Rabia N. Aydin y Nimet Gençoğlu en el Eur J Dent. 2023 May; 17(2): 517-523. "Histological Investigation of the Cleaning Effectiveness of Different Biomechanical Processes of Isthmus in Lower Molars" evaluaron diferentes técnicas de instrumentación y diferentes métodos de irrigación demostrando la dificultad de lograr una correcta desinfección en las complejidades anatómicas de las piezas dentarias.

Frente a esta necesidad en encontrar nuevos procedimientos para lograr una mejor desinfección del sistema de conductos y optimizar la remoción del barro dentinario, el láser se presenta como una opción que podría complementar a los métodos ya existentes, ya que este tipo de terapia provee acceso a zonas difíciles de alcanzar y ha erradicado efectivamente microorganismos de las anfractuosidades e istmos de los canales radiculares. Este efecto parece estar directamente relacionado con la cantidad de radiación y el nivel de energía. Los láseres, se pueden clasificar en dos grandes grupos: los láseres de baja potencia que son aquellos que van a ser utilizados por su acción bioestimulante, analgésica y antiinflamatoria; y los de alta potencia, los cuales producen efectos físicos visibles y se pueden emplear como sustitutos del bisturí o del instrumental rotatorio convencional, y hasta este momento fueron los utilizados en endodoncia. La diferencia entre los mecanismos de acción de estos láseres de mayor y menor potencia se debe, justamente, a la enorme variación de la potencia utilizada. Mientras que el láser de mayor potencia actúa con unidades de WATT, el láser de menor potencia utiliza mili Watt para la irradiación del tejido biológico.

Los láseres de baja potencia utilizados en Odontología emiten fotones con una longitud de onda en la banda roja (600 a 700 nm) y del infrarrojo adyacente (700 a 900 nm) del espectro electromagnético. Cada longitud de onda presenta indicaciones clínicas específicas, puesto que se trata de radiaciones distintas que interactúan con diferentes tejidos biológicos. Los efectos biológicos del láser de baja potencia son causados por efectos foto físicos, fotoquímicos y fotobiológicos en las células del tejido irradiado. Tomando en cuenta las diferentes fases del tratamiento endodóntico y las posibles manifestaciones pulpares y periapicales ante los diversos estímulos nocivos, como la presencia de microorganismos o la manipulación del sistema de conductos radiculares, la instalación de un proceso infeccioso es un hecho bastante común. En este sentido, la fototerapia con láseres de baja potencia debe ser utilizada junto con el tratamiento tradicional, de manera que sea posible proporcionar mejores condiciones clínicas y mejor comodidad al paciente.

La fototerapia acelera los procesos de reparación tisular y restablece la función neural después del trauma de la recesión pulpar. Además de estos efectos, el láser rojo puede generar la reducción microbiana en los conductos contaminados al ser asociado con un fotosensibilizador ante la presencia de oxígeno, la cual es denominada terapia fotodinámica (photodynamic therapy, abreviado PDT). La base de este procedimiento consta de tres elementos: el fotosensibilizante, la fuente de luz y oxígeno.

La eficiencia de la PDT depende de la selectividad y de la capacidad de retención del fotosensibilizador por parte del microorganismo, la intensidad de la radiación, la eficiencia de la absorción de los fotones activadores, la eficiencia de la transferencia de energía de excitación y el efecto oxidante de la molécula fotosensibilizadora. La selección de la dosimetría apropiada para la terapia fotodinámica depende de las condiciones del tejido, del paciente (edad, estado de salud) y del diagnóstico clínico. El fotosensibilizante es aplicado de forma tópica al tejido dental a desinfectar para luego ser irradiado por el láser bajo una longitud de onda adecuada y que al ser absorbido por el fotosensibilizante sufre una transición a un estado de energía superior, lo que conlleva a la generación de especies reactivas del oxígeno, altamente citotóxicas, principalmente el oxígeno singlete, que es un poderoso agente oxidante y extremadamente tóxico para células y bacterias.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los cuatro años en los que se realizó el proyecto, las actividades realizadas se dividieron en tres etapas con diferentes objetivos alcanzados año tras año. En la primera etapa del proyecto se realizó una exhaustiva recopilación bibliográfica como marco teórico del proyecto, se realizó el entrenamiento de los docentes en la utilización de la tecnología láser y se hizo un estudio descriptivo con 70 piezas dentarias con indicaciones precisas de extracción, con diagnóstico de necrosis y enmarcadas dentro de los criterios de inclusión y exclusión que estipula el proyecto. Todas las muestras fueron acondicionadas para su conservación en una heladera a 7 grados Celsius y en una solución adecuada en el interior de tipes de laboratorio.

En los primeros 12 meses de la segunda etapa del total de muestras recolectadas se seleccionaron 10 piezas dentarias a las que no se le realizó tratamiento alguno, solo se le practicaron cortes longitudinales y sagitales para dejarlas como modelo experimental testigo de las condiciones del endodonto.

Durante los últimos 12 meses de la segunda etapa se prepararon los grupos de modelo experimental, y los dos protocolos de preparación endodóntica y limpieza elegidos para comprobar la capacidad de penetración de laser en el interior de los túbulos dentinarios según los parámetros establecidos al inicio de este trabajo.

En la última etapa y siguiendo las premisas establecidas en el proyecto, separamos al resto de las muestras en dos grupos de 30 piezas cada uno. Al primer grupo se le realizó la preparación biomecánica siguiendo el protocolo convencional de limpieza y conformación utilizando limas de oscilación lateral asimétrica RECIPROC, VDW. Alemania, accionadas por un motor Silver VDW. Alemania. Al segundo grupo se le aplico el mismo protocolo más la utilización del Laser de diodo de baja potencia Biolase Epic 10 como complemento de la limpieza (Figura 1), previo llenado del conducto con azul de metileno al 0,01% durante 3 a 5 minutos para la aplicación de la terapia fotodinámica (PDT) (Figura 2). Luego irrigamos con hipoclorito de sodio para retirar y eliminar el colorante. Una vez preparadas las piezas de ambos grupos según los protocolos para cada uno las piezas fueron seccionadas longitudinalmente con un martillo MEAD con tapa plástica de 300gs, 17 cms y un diámetro de 25 mm (KOHLE, Alemania) y cincel recto graduado en 17,5 cm con un diámetro de 6mm (KOHLE, Alemania). Estas maniobras fueron realizadas bajo la visión de un microscopio

clínico, (Microscopio NEWTON serie Mec XXI de pie con 5 aumentos. Newton SRL. Bernal Bs. As.). Las muestras fueron incluidas en tacos de resinas acrílicas para luego realizar el pulido de la superficie a observar con lijas nro 150, 240 y 280 seguido de un pulido final con oxido de aluminio en complemento con una badana para finalmente eliminar los residuos incluyendo las muestras en una lavadora ultrasónica. Una vez finalizada la preparación de las muestras fueron acondicionadas y conservadas adecuadamente en espera del turno para el análisis con microscopio electrónico de barrido. Ya finalizando la última etapa del proyecto se realizó el análisis y sistematización de los datos obtenidos a través de los cuales se pudo evaluar la eficacia de la acción de ambos protocolos en el interior de los túbulos dentinarios, comparando las microfotografías obtenidas con la microscopía electrónica según el protocolo y así determinar la profundidad de limpieza ductal de acuerdo con la presencia de túbulos dentinarios libres de material orgánico y gérmenes. Los datos obtenidos fueron ordenados en tablas ad hoc, para luego realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos con un test de significancia.

## CONSIDERACIONES BIOÉTICAS

El estudio contempla los lineamientos éticos establecidos en Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (WMA), las Pautas Éticas Internacionales del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS), la Declaración sobre protección de Datos Genéticos y la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos, ambas de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Asimismo, se ha verificado el cumplimiento de las disposiciones normativas referidas a la confidencialidad establecida en la Ley Nacional N° 25326 sobre protección de datos y la Guía para Investigaciones en Salud del Ministerio de Salud de la Nación (Res. 1480/2011). En la presente investigación se utilizarán muestras del banco de tejidos y estructuras anatómicas conformado a partir de la entrega voluntaria de piezas dentarias perdidas o extraídas en el marco de la atención clínica en el Hospital Odontológico Universitario. Por este motivo, los pacientes que dejen las piezas anatómicas en el banco de tejidos deberán suscribir un documento de consentimiento informado en el cual:

- 1) quedará expresamente detallado el destino de investigación que tendrán las mismas y el tipo de investigación que se realizará sobre éstas;
- 2) el compromiso de guardar la confidencialidad de las muestras codificadas e identificables;
- 3) los objetivos del presente estudio y la eventual divulgación de sus resultados manteniendo la confidencialidad de su participación;
- 4) la destrucción del material y de todos los registros identificables al finalizar el estudio bianual;
- 5) el derecho de los participantes a solicitar la destrucción o anonimización de las muestras, en caso de retirar el consentimiento;
- 6) detalles sobre la recolección, codificación, retención y seguridad, divulgación, acceso, uso y disposición de información personal.

Cabe destacar que el Comité de Bioética de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de La Plata emitió un dictamen favorable respecto de los aspectos éticos del presente estudio.

## RESULTADOS

En las diferentes etapas del proyecto los objetivos planteados fueron alcanzados. Se obtuvieron dos grupos de 30 piezas dentarias cada uno, a los cuales los docentes de la Asignatura Endodoncia A de la F.O.L.P les realizaron la preparación biomecánica de los conductos radiculares siguiendo los protocolos que establece el proyecto para cada grupo y un tercer grupo de 10 piezas dentarias a las que no se les realizó ningún procedimiento y que fueron utilizadas como grupos testigo. Todas estas piezas fueron recolectadas respetando los criterios de inclusión y exclusión que estipula el proyecto. Luego las piezas fueron seccio-

nadas longitudinalmente con un martillo MEAD con tapa plástica de 300 gs, 17 cms y un diámetro de 25 mm (KOHLE, Alemania) y cincel recto graduado en 17,5 cm con un diámetro de 6mm (KOHLE, Alemania). Estas maniobras fueron realizadas bajo la visión de un microscopio clínico, (Microscopio NEWTON serie Mec XXI de pie con 5 aumentos. Newton SRL. Bernal Bs. As. Luego las muestras fueron acondicionadas para que permanezcan adecuadamente conservadas a la espera del turno para su visualización histológica a través del microscopio electrónico de barrido SEM (Scanning Electron Microscope) FEI QUANTA 200 del Laboratorio de Investigaciones de Metalurgia Física Ing. Gregorio Cusminski (LIMF) de la UNLP. En la última etapa del proyecto se realizó el análisis y sistematización de los datos obtenidos a través de los cuales se pudo evaluar la eficacia de la acción de ambos protocolos en el interior de los túbulos dentinarios, comparando las microfotografías obtenidas con la microscopía electrónica según el protocolo y así determinar la profundidad de limpieza ductal de acuerdo con la presencia de túbulos dentinarios libres de material orgánico y gérmenes. Como resultado final se pudo observar una mayor presencia de gérmenes y material orgánico en los conductillos dentinarios de las piezas dentarias a las cuales se le aplicó el protocolo convencional, mientras que en las piezas a las cuales se les aplicó el láser como complemento de la desinfección se pudo observar un porcentaje mayor de túbulos libres de estos elementos (fig. 3). Luego los datos obtenidos fueron ordenados en tablas y gráficos ad hoc, para luego realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos con un test de significancia.

## DISCUSIÓN

La correcta desinfección de los canales radiculares sigue siendo un tema de discusión en el ambiente endodóntico y un tema central de muchas publicaciones de actualidad. Diferentes autores han comprobado que las bacterias, dependiendo de su tamaño, pueden penetrar en los túbulos dentinarios entre 200 a 1000 micras mientras que el irrigante de primera elección que es el hipoclorito de sodio tiene una limitada capacidad de penetración en los túbulos dentinarios, entre 130 a 300 micras dependiendo de la concentración, todo esto sumado a la complejidad del sistema de conductos radiculares, expone la necesidad de encontrar nuevos procedimientos como la terapia con láser para alcanzar el objetivo de una óptima desinfección. Las experiencias obtenidas en trabajos publicados con anterioridad nos permiten inferir que la utilización del láser de diodo de baja potencia podría ser un método que complementa a los procedimientos tradicionales de limpieza y conformación de los conductos radiculares, pudiendo de este modo ser una alternativa de tratamiento con el fin de prevenir futuras lesiones periapicales, producto de una limpieza escasa y poco eficiente del conducto radicular. Se requerirán a futuro nuevos estudios que complementen este trabajo para evaluar la actividad del láser de diodo de baja potencia en situaciones que no fueron contempladas o que se encontraron fuera de los criterios de inclusión de este proyecto.

## CONCLUSIÓN

Como resultado de las experiencias obtenidas podemos concluir que con aplicación de láser de diodo de baja frecuencia es posible elevar la limpieza ductal debido a una mayor eliminación del material orgánico del interior del túbulo dentinario. La escasa penetración del hipoclorito de sodio en los túbulos dentinarios sumado a la complejidad del sistema de conductos, hace difícil lograr una desinfección adecuada haciendo necesarios nuevos procedimientos que nos permitan alcanzar este objetivo. Este trabajo nos permite demostrar que el láser podría ser un método que complementa a los procedimientos tradicionales de limpieza y conformación de los conductos radiculares.

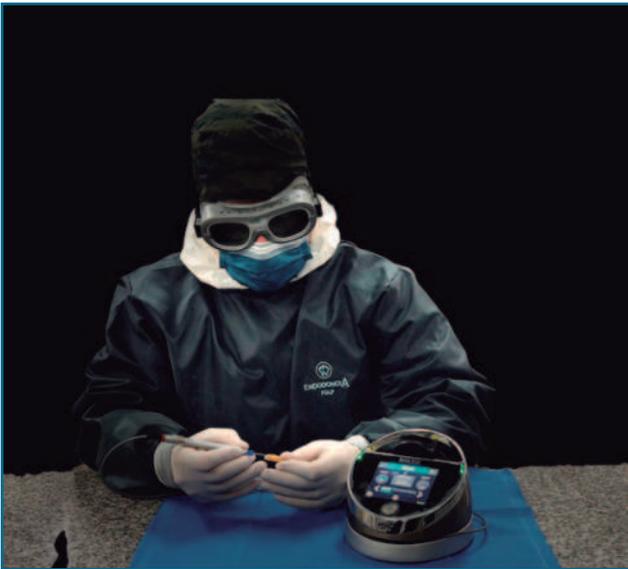


Figura 1. Utilización de Láser de Diodo de baja potencia.

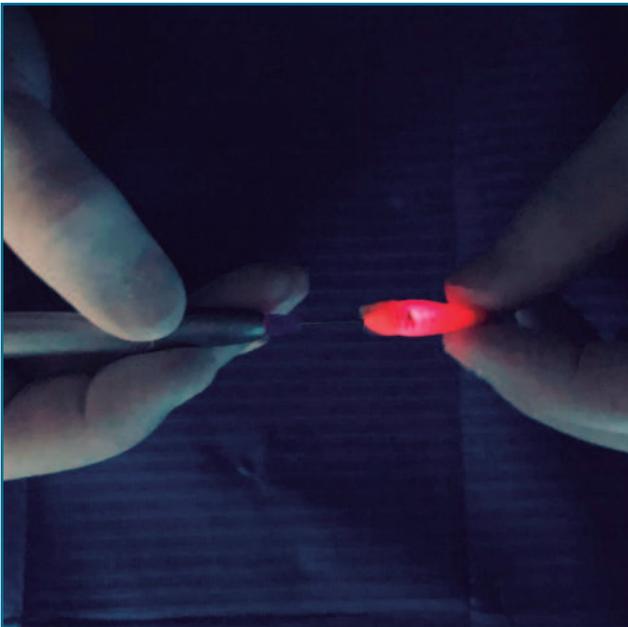


Figura 2. Acción del Láser de Diodo de baja potencia en las piezas dentarias.

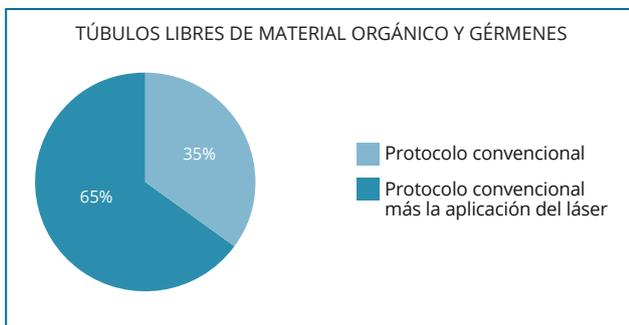


Figura 3. Resultados de la aplicación de ambos protocolos en las piezas dentarias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Convisar, R. *Láser en odontología principios y prácticas*. 1ª edición 2011 Editorial ELSEVIER MOSBY España.
- 2- Guy A, Catone A, Charles C. *Laser Applications in oral maxillofacial surgery*. 1 st edition. Elsevier; 1997.
- 3- Natarea GA. Usos del rayo láser en odontología. *ROCE* 2000; 38:1-6.
- 4- España AJ, Velasco V, Gay Escoda C, Berini L, Arnabat J. *Aplicaciones del láser de CO2 en Odontología*. Madrid: Ergon 2013.
- 5- Romanos GE, Everts H, Nentwig GH. Effects of diode and Nd:YAG laser irradiation on titanium discs: A scanning electron microscope examination. *J Periodontol* 2011; 71:810-5.
- 6- Trullols C, España AJ, Berini L, Gay Escoda C. *Aplicaciones del láser blando en Odontología*. *Anal Odontostomatol* 1997; 2:45-51.
- 7- Matsumoto K. *Lasers in endodontics*. *Dent Clin North Am* 2010;4:889-905.
- 8- Kreisler M, Al Haj H, Daublander M y cols. Effect of diode laser irradiation on root surfaces in vitro. *J Clin Laser Med Surg* 2002; 20:63-9.
- 9- Strauss R. *Lasers in oral and maxillofacial surgery*. *Dent Clin North Am* 2000;4: 851-71. 14\*.
- 10- Romanos G, Nentwig GH. Diode laser (980 nm) in oral and maxillofacial surgical procedures: Clinical observations based on clinical applications. *J Clin Laser Med Surg* 2012; 17:193-7.
- 11- Haas R, Dortbudak O, Mensdorff-Pouilly N, Mailath G. Elimination of bacteria on different implant surfaces through photosensitization and soft laser: An in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 1997; 8:249-54.
- 12- Sulewski J. Historical survey of lasers dentistry. *Dent Clin North Am* 2000; 4:717 29.
- 13- Perez Ron A, Ricucci D, Vieira G, Provenzano J, Alves F, Alves M, Rocas I, Siqueira j -Cleaning, Shaping, and Disinfecting Abilities of 2 Instrument Systems as Evaluated by a Correlative Micro-computed Tomographic and Histobacteriologic Approach, *JOE-2020 june* 46(6):846-857.
- 14- Zou L, Shen Y, Li W, Haapasalo M, Penetration of sodium hypochlorite into dentin, *JOE-2010 May*:36(5):793-6.
- 15- Rabia N. Aydın y Nimet Gençoğlu en el *Eur J Dent*. 2023 May; 17(2): 517-523. "Histological Investigation of the Cleaning Effectiveness of Different Biomechanic Processes of Isthmus in Lower Molars"