



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE REHABILITACIÓN BUCO-MAXILOFACIAL**

**ENSEÑANZA DE LA MAGNIFICACIÓN EN ENDODONCIA. REVISIÓN
NARRATIVA.**

The teaching of magnification in endodontics. Narrative review.

Memoria presentada a la Escuela de Odontología de la Universidad de Talca como parte de los requisitos científicos exigidos para la obtención del título de Cirujano Dentista.

**ESTUDIANTES: María Jesús Moreno Gajardo
PROFESOR GUÍA: DRA. María Susana Contardo Jara
PROFESOR CO-GUÍA: DR. Ramiro Castro Barahona**

TALCA - CHILE

2020

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2021

INFORMACIONES CIENTÍFICAS DE LA PROFESORA GUÍA

Nombre
María Susana Contardo Jara
Google Scholar
https://scholar.google.com/citations?user=0-o8ba4AAAAJ&hl=es
Correo electrónico
mcontardo@utalca.cl

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi refugio y fortaleza.

A mi familia, en especial mi mamá, que creyó en mí cuando ser dentista era sólo un deseo, que me apoyó en todo sentido en los buenos y difíciles momentos hasta hoy, años de contención y de ser intencional en cada acción para alcanzar mis sueños, quien me ha dado los mejores ejemplos.

A mis mejores amigas, que tantas veces me animaron y me alegraron la vida con sus muestras de cariño y lealtad, que disfrutaban y celebraban mis triunfos como si fuesen propios.

A los docentes que me apoyaron en este crecimiento, que compartieron conmigo sus experiencias para darme ánimo y orientarme para tomar buenas decisiones.

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
1.1. Palabras clave	1
2. ABSTRACT	2
2.1. Keywords	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. LIMITACIÓN DE LA MACROVISIÓN Y EL EFECTO DE LOS DISPOSITIVOS DE AUMENTO	5
4.1. Mejor visualización	5
4.2. Mejor ergonomía y menor esfuerzo ocular	6
4.3. Efecto positivo sobre la motricidad fina.....	7
5. TIPOS DE ELEMENTOS DE MAGNIFICACIÓN	8
5.1. Lupas	8
5.2. Microscopios	10
6. USO DE MAGNIFICACIÓN EN ENSEÑANZA DE PREGRADO	13
6.1. Realidad europea en la enseñanza de magnificación	13
6.2. Realidad latinoamericana en la enseñanza de magnificación.....	16
7. USO DE MAGNIFICACIÓN EN ENSEÑANZA DE POSTGRADO.....	18
8. CONCLUSIÓN.....	19
9. REFERENCIAS.....	20

1. RESUMEN

El éxito de la terapia Endodóntica depende de varios factores, siendo primordiales las habilidades, conocimiento y capacitación del clínico. Dado que los procedimientos se desarrollan en fracciones milimétricas se requiere gran precisión. Las habilidades motoras finas mejoran empleando dispositivos de iluminación y aumento adecuados, describiéndose numerosas ventajas al incorporar la magnificación en la práctica clínica.

Internacionalmente se ha trabajado por unificar criterios y desarrollar protocolos atingentes al uso de magnificación en la formación de pre y postgrado. Diversas entidades consideran imposible enseñar técnicas o procedimientos endodónticos sin emplear dispositivos de aumento. Es importante determinar si estas tecnologías son utilizadas, especialmente en el campo educacional, ya que en la actualidad se desconoce si los estudiantes de pre y postgrado en distintas partes del mundo, utilizan la magnificación para ejecutar los tratamientos endodónticos. El objetivo de nuestra investigación fue identificar las principales ventajas asociadas al uso de la magnificación en la formación académica de odontólogos y especialistas en Endodoncia a nivel internacional. Para lograrlo analizamos la literatura disponible, que en ocasiones consistió en encuestas aplicadas en distintas casas de estudio, los resultados reflejan que hay ciertas ventajas imprescindibles en la formación de estudiantes en general, entre ellas la mejor visualización, la ergonomía mejorada, menor esfuerzo ocular y su efecto positivo para el desarrollo de la motricidad fina. De incorporarse esta tecnología, podría llevar a una mejora sustancial en las prácticas clínicas de estudiantes que reciben formación endodóntica principalmente en relación a la ergonomía, documentación y resultados de la terapia.

1.1.Palabras clave

Endodoncia, Lentes, Plan de estudios, Educación, Acreditación.

2. ABSTRACT

The success of Endodontic therapy depends on several factors, the skills, knowledge and training of the clinician being paramount. Since the procedures are performed in millimetric fractions, great precision is required. Fine motor skills are improved by using appropriate lighting and magnification devices, and numerous advantages are described by incorporating magnification into clinical practice.

Internationally, work has been done to unify criteria and develop protocols regarding the use of magnification in pre- and post-graduate training. Several entities consider it impossible to teach endodontic techniques or procedures without the use of magnification devices. It is important to determine if these technologies are used, especially in the educational field, since it is currently unknown whether undergraduate and graduate students in different parts of the world use magnification to perform endodontic treatments. The objective of our research was to identify the main advantages associated with the use of magnification in the academic training of dentists and endodontic specialists at an international level. To achieve this, we analyzed the available literature, which sometimes consisted of surveys applied in different houses of study. The results reflect that there are certain essential advantages in the training of students in general, including better visualization, improved ergonomics, less eye strain and its positive effect on the development of fine motor skills. If this technology is incorporated, it could lead to a substantial improvement in the clinical practices of students receiving endodontic training mainly in relation to ergonomics, documentation and therapy results.

2.1.Keywords

Endodontics, Lenses, Curriculum, Education, Accreditation.

3. INTRODUCCIÓN

La magnificación es de gran relevancia en la práctica clínica para cualquier profesional odontólogo, incluso aquellos sin patologías visuales ya que el ojo humano tiene una resolución limitada de 0,2mm (1). Por otro lado, la agudeza visual disminuye en dentistas mayores de 40 años (2), ya que con el tiempo el cristalino va perdiendo flexibilidad y la presbicia hace que la mayoría de los profesionales deban acercarse más a los pacientes para enfocar mejor, afectando la ergonomía y la bioseguridad (1).

La terapia endodóntica exitosa depende de varios factores. Las habilidades y el conocimiento del clínico, incluida la capacitación y la experiencia, son de importancia primordial. Sin embargo, los procedimientos endodónticos se realizan en el ámbito de fracciones de milímetros, exigiendo una gran precisión de observación y operación. El uso de dispositivos de aumento en Endodoncia tiene por finalidad la mejor visualización y favorecer la ergonomía, lo cual resulta crítico cuando se pasan largas jornadas trabajando con estructuras anatómicas microscópicas y oscuras.

Con la ayuda de dispositivos de aumento, los clínicos pueden ver más detalles y en consecuencia, se mejora el resultado del tratamiento (3). Sin embargo, no se ha logrado demostrar un efecto directo del uso de magnificación y el tipo de dispositivo empleado sobre el resultado de la terapia endodóntica, debido a que son varios los factores que pueden tener un impacto significativo, entre ellos el diagnóstico previo, la habilidad del operador, el tipo de diente y su ubicación en la arcada, materiales empleados, entre otros (4). No obstante, existe un efecto positivo indirecto del uso de magnificación sobre los resultados de la terapia (3).

A nivel mundial se ha trabajado por unificar criterios y desarrollar investigaciones atingentes a la temática, aplicadas tanto a estudiantes de pregrado como de postgrado. A partir de la década de 1990, la capacitación en el uso de la magnificación, específicamente microscopios, es universal a nivel de todos los programas de especialización en Endodoncia aprobados por la Comisión de Acreditación Dental en EEUU (5).

Los lineamientos de la Sociedad Europea de Endodoncia señalan que los alumnos de programas de especialización en el área deben tener conocimiento profundo y habilidades clínicas en relación al uso del microscopio (6). En países como Irlanda y Reino Unido se ha determinado que no es apropiado continuar enseñando a los estudiantes a realizar procedimientos de Endodoncia a simple vista y se propone que el uso de lupas dentales se convierta en un requisito para el entrenamiento de Endodoncia en pregrado (7).

Actualmente, se desconoce si los estudiantes tanto de pre y postgrado están siendo instruidos y capacitados para utilizar aparatos de aumento en distintas partes del mundo. Por esto, el objetivo de nuestra investigación es identificar las principales ventajas asociadas al uso de la magnificación en la formación académica de odontólogos y especialistas en Endodoncia a nivel internacional. Obtener esta información actualizada es fundamental para tener una visión de carácter global sobre las oportunidades que se están brindando a los estudiantes para ser capacitados en magnificación, lo cual podría llevar a una mejora sustancial en relación a la ergonomía, documentación y resultados de la terapia endodóntica.

4. LIMITACIÓN DE LA MACROVISIÓN Y EL EFECTO DE LOS DISPOSITIVOS DE AUMENTO

El ojo humano tiene una resolución de 200 micrones o sea 0,2mm (1), esto significa que nuestra capacidad visual es limitada y sin ayuda solo se puede ver la entrada del canal (8). Además, la visión natural comienza a deteriorarse a los 40 años, el cristalino va perdiendo flexibilidad y aparece la presbicia, lo cual se ha verificado mediante el uso de gráficos oculares en miniatura colocados en los dientes (9). Por esta razón, la mayoría de los profesionales tienden a acercarse más al paciente para enfocar mejor, a expensas de la ergonomía y bioseguridad (10). La falta de conciencia de esta discapacidad visual es un problema dentro de la profesión dental (11). No obstante, la discapacidad visual relacionada con la edad parece reducirse al mínimo con el uso de la lupa y podría compensarse con el microscopio (2).

Son cuatro las ventajas principales del uso de dispositivos de aumento en la enseñanza de Endodoncia: mejor visualización, mejor ergonomía, menor esfuerzo ocular y el efecto positivo sobre la motricidad fina.

4.1. Mejor visualización

La visión magnificada en general permite resolver ambigüedades en el diagnóstico. El aumento del campo de trabajo y la luz coaxial que proporciona el microscopio durante el diagnóstico es fundamental, sobre todo para detectar en detalle la anatomía dental, como obturaciones filtradas, fisuras o fracturas coronarias y ver y evaluar de modo íntegro la cámara y los conductos (12). La capacidad de realizar procedimientos con alta precisión previene iatrogenias y permite una reducción sustancial del tiempo de tratamiento para los procedimientos endodónticos no quirúrgicos (3).

Un acceso adecuado al sistema de canales radiculares es clave para su preparación. La incapacidad de encontrarlos y limpiarlos es una causa de fracaso en el tratamiento (13). Es importante destacar que casos complejos como cámaras estrechas, conductos escondidos o calcificados se pueden abordar con mayor certeza usando microscopio, ya que ofrece mejor visibilidad y consecuentemente mayor probabilidad de localizar y permeabilizar estos

canales (14), evitando falsas vías (12). Sumado a los anterior, la falta de visibilidad y, por tanto, de control cuando se trabaja a ojo desnudo, frecuentemente impide la localización de las perforaciones a veces difíciles de confirmar en radiografías, especialmente periapicales.

4.2. Mejor ergonomía y menor esfuerzo ocular

Un número significativo de operadores experimentan dolor y corren el riesgo de desarrollar trastornos músculo-esqueléticos (TME) graves (15). La postura de trabajo del odontólogo, si bien ha evolucionado a lo largo del tiempo, sigue siendo la causa de numerosas enfermedades ocupacionales (16). La buena ergonomía permite un tiempo de trabajo más prolongado sin tensión muscular repetitiva (17). Una encuesta a clínicos reveló que la razón más frecuente para jubilarse prematuramente eran los TME (18). Por lo tanto, una mejor ergonomía conferida por los dispositivos de aumento puede prevenir problemas posturales que son inherentes a los dentistas en su carrera (19). En la universidad de Araraquara, Brasil, la principal razón por la cual se promueve la magnificación entre los estudiantes es cuidar la ergonomía adoptando posturas neutrales. Se recomienda implementar tempranamente dispositivos de aumento para disminuir el riesgo de desarrollar TME, lo que implica considerables beneficios a largo plazo entre los profesionales (20). El uso de lupas es beneficioso para reducir los TME, especialmente en manos, brazos y hombros (21).

Se plantea que el trabajo con una postura de la cabeza hacia adelante de solo 20° o más durante el 70% del tiempo de trabajo se asocia a dolor cervical (22), sin embargo, la mayoría de los dentistas trabajan con una postura de la cabeza hacia adelante por lo menos de 30° el 85% del tiempo clínico, por lo que la prevalencia del dolor cervical entre los dentistas se encuentra alrededor del 70% (22).

Los sistemas ópticos y de iluminación del microscopio han sido diseñados para que el operador mire al infinito, a diferencia de lo que sucede al trabajar a ojo desnudo o con lupa, la iluminación es coaxial, es decir paralela a la línea de visión. La observación del campo a través de los oculares bloquea la visión colateral, la periferia del campo de visión es un área oscura, por lo tanto se elimina información no relevante facilitando la concentración y la visión ya que los ojos trabajan en reposo y minimizando la fatiga ocular (16).

4.3.Efecto positivo sobre la motricidad fina

Las habilidades clínicas y motoras finas mejoran mediante el uso de dispositivos de iluminación y aumento adecuados para la visualización del campo operatorio (5) y podrían reducir el tiempo del tratamiento endodóntico (3). Los operadores con más de 3 años de experiencia empleando instrumentos de magnificación tienen mayor precisión y capacidad motora en uso de microscopio versus visión macroscópica (23). Para lograrlo, entre los ojos y las manos del operador se debe desarrollar una coordinación que sólo se consigue con la práctica (24).

5. TIPOS DE ELEMENTOS DE MAGNIFICACIÓN

Sólo con emplear magnificación se evidencian resultados positivos en la cantidad de canales detectados versus visión macroscópica (25). Un canal no tratado es la causa principal de un diente sintomático posterior a una terapia satisfactoria (26).

Existen principalmente dos tipos de dispositivos de magnificación: lupas y microscopios:

5.1. Lupas

Son dispositivos de baja magnificación que se antepone a los ojos aumentando la visión y se clasifican de acuerdo a:

La montura: TTL (Through the lens) y Flip up

La óptica: sistema Galileano y sistema Prismático (1).

Las lupas TTL (figura 1.a) tienen las lentes instaladas en el cristal de las gafas, por lo tanto son personalizadas y están diseñadas con la distancia de trabajo, el ángulo de declinación y la distancia interpupilar del clínico.



Figura 1.a Lupa TTL con sistema Prismático. Su barril es cilíndrico y se encuentra fijo.

Las lupas Flip up (figura 1.b) son dispositivos que se antepone a los cristales de las gafas. Tanto el ángulo de declinación, el ángulo de convergencia y la distancia interpupilar son ajustables y pueden ser usadas por más de un clínico.



Figura 1.b Lupa Flip up con Sistema Galileano. Su barril es cónico y se puede voltear hacia arriba cuando no se requiere aumento.

La óptica de una lupa Galileana (figura 1.a) es un sistema simple que cuenta con dos lentes y son capaces de lograr aumentos de 2X y 3.5X. Se dice que la imagen es más nítida en el círculo central y con pocas de distorsiones en la periferia, pueden presentar algunas distorsiones cromáticas. Son pequeñas, ligeras y fáciles de usar (1).

Los sistemas prismáticos (figura 1.b) se basan en el diseño Kepleriano y se componen de varias lentes. Su principal ventaja es que tiene una resolución superior. Cuentan con 4 lentes y 2 prismas que le permiten alcanzar mayor aumento (hasta 6X) que lo hacen ser ligeramente más pesadas. El campo visual, el paso de la luz y la óptica misma son superiores a las Galileanas (1).

En un estudio realizado el 2019 por Wajngarten se determinó que las lupas Galileanas y Keplerianas proporcionaron la mejor agudeza visual y la menor angulación a nivel del cuello del operador al momento de trabajar. Las lupas Galileanas son cónicas y su sistema óptico consta de lentes cóncavas y convexas (27) corrigen distorsiones, tienen excelente profundidad de campo y son ligeras (1) mientras que las Keplerianas son más pesadas, tienen mejor rendimiento que las Galileanas y también tienen excelente profundidad de campo (1), son de forma cilíndrica y son más largas debido a su complejo sistema interno de lentes convexos y prismas (27).

Existe la creencia entre algunos dentistas de que tarda más tiempo realizar procedimientos endodónticos con lupas, lo cual tiene sentido sólo si el operador está iniciando la curva de aprendizaje, sin embargo no está demostrado, e incluso podría reducir significativamente el tiempo de tratamiento (3).

5.2. Microscopios

Los microscopios dentales modernos han evolucionado considerablemente con respecto a las características y opciones disponibles para el odontólogo. Dependiendo de las preferencias personales y las posibles ubicaciones en la consulta dental, se encuentran disponibles unidades de suelo, de pared o ancladas al techo. Si bien los microscopios estándar vienen con ópticas básicas y opciones de luz, se recomiendan ciertas características accesorias para fines endodónticos. Como mínimo, un microscopio debe estar equipado con binoculares inclinables a 180° para satisfacer los requisitos de angulación. También es una herramienta indispensable para la documentación (28).

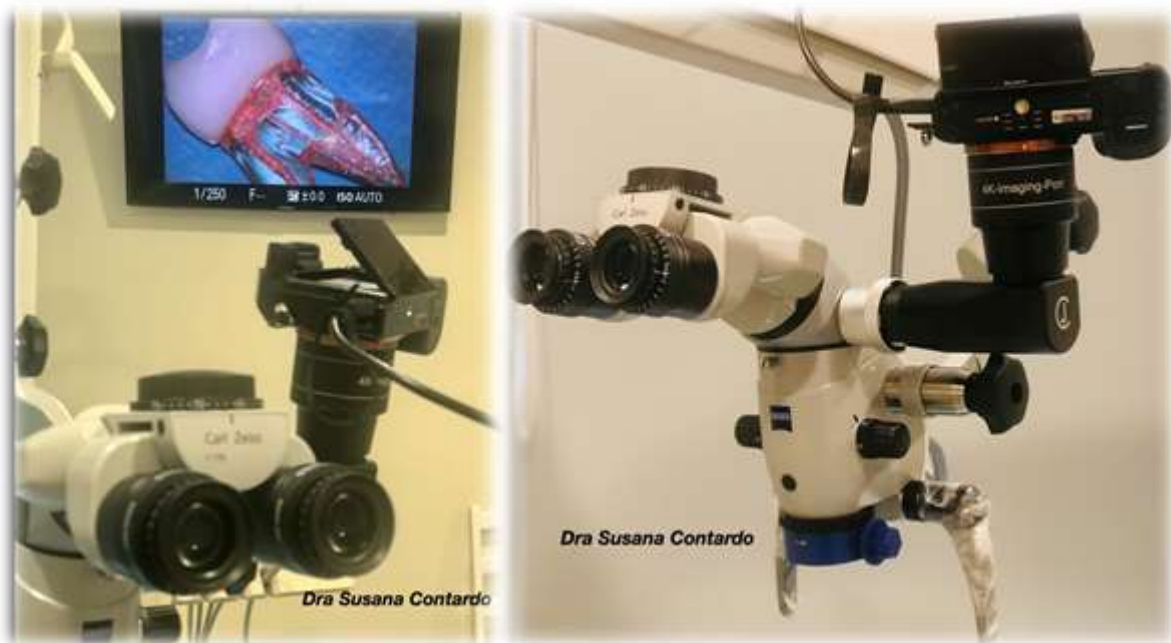


Figura 2.a y 2.b Microscopio OPMI Pico, Zeiss con sistema de documentación Beam Splitter y adaptador CJ Optik.

Existe una variedad de actualizaciones adicionales para las funciones básicas del microscopio. En lugar de distancias focales fijas que limitan el microscopio a una distancia de objeto de 200 mm, 250 mm o 300 mm, se han puesto a disposición adaptadores de distancia focal variable, que permiten cambiar fácilmente entre operador y otorgan un mejor ajuste a pacientes de diferente estatura (29).

El clínico puede elegir entre una variedad de fuentes de luz. El estándar tradicional sigue siendo halógeno (tono amarillento) y la opción más brillante es el xenón (como luz diurna), lo que lo hace más útil para la identificación de detalles en áreas profundas del sistema de conductos radiculares (29). Recientemente, las luces LED (parte verde del espectro de emisión) tienen brillo reducido en comparación con el xenón (29).

Las principales ventajas del microscopio dental para el uso en la Endodoncia y en la Odontología general es que permite trabajar con visión estereoscópica, aumento adecuado en un campo operatorio perfectamente iluminado con luz coaxial que mejora la capacidad

diagnóstica y otorga facilidad de trabajo (1). De hecho, esto influye en la toma de decisiones ya que permite a los endodoncistas resolver problemas de tratamiento previamente no reconocidos o no tratables (5).

La visión e iluminación mejoradas facilitan la visualización de lesiones de caries (30), apertura conservadora de acceso (31) que facilita la localización de canales faltantes (28), identificación de anatomía compleja (32), manejo de canales atrésicos (33), confirmación de la limpieza del canal antes de la obturación (12), eliminación de pulpolitos (34), manejo de perforaciones y reabsorciones (35), recuperación de puntas de plata, instrumentos separados y/o postes fracturados (36), realizar osteotomías más conservadoras, inspección de la superficie reseca, retropreparación y relleno en microcirugía endodóntica (37).

La causa del fracaso del tratamiento en dientes previamente tratados, radiológicamente bien sellados, es otro de los retos a los que se enfrenta el endodoncista a diario. En casos de retratamiento endodóntico, el microscopio es de inestimable ayuda para diagnosticar la causa del fracaso y valorar objetivamente las posibilidades de mejorarlo. Con el microscopio, se puede eliminar con más facilidad obstáculos intraconducto especialmente durante el retiro de la gutapercha, instrumentos rotos, calcificaciones, postes y pernos (12).

6. USO DE MAGNIFICACIÓN EN ENSEÑANZA DE PREGRADO

La lupa y microscopio dental son herramientas importantes en Odontología (38), por lo que internacionalmente se ha trabajado en unificar criterios y desarrollar investigaciones atingentes a la temática aplicadas a estudiantes de pregrado y varias escuelas en todo el mundo animan a sus estudiantes a utilizar la ampliación durante el entrenamiento (38).

Lo que más se utiliza en pregrado es la lupa y justamente se recomienda su uso a personas que aún se encuentren en fase de formación profesional para que puedan ser entrenados y conscientes de los beneficios de emplear un sistema de aumento, especialmente en términos de postura (39). Según Braga et al. el uso de lupas dentales en Endodoncia no quirúrgica podría considerarse el estándar mínimo (38) (7) y se sugiere que todos los estudiantes deben usar lupas tanto en el entorno clínico simulado como al tratar pacientes (38). Por otra parte, el microscopio proporciona aumento e iluminación de alta potencia (40) y se considera el gold standard de la magnificación en Odontología, en Endodoncia su mayor ventaja es la facilidad que otorga en la detección de conductos accesorios, ya que de esto depende en gran medida el éxito de la terapia endodóntica, razón por la cual se apoya su uso en Endodoncia de pregrado (41).

6.1. Realidad europea en la enseñanza de magnificación

En el año 2008 una encuesta evaluó el estado actual de la educación endodóntica preclínica en universidades alemanas y reveló que varias escuelas consideraron que la educación preclínica es principalmente para la enseñanza de habilidades manuales (42), y existen variaciones considerables debido al diseño de cada programa, el equipo docente y los contenidos abordados en cada curso. Pocas universidades, 3 en total, contaban con un microscopio dental para fines de formación en Endodoncia preclínica, ninguna universidad tenía la cantidad suficiente de equipamiento para que todos los estudiantes practicasen con microscopio (42).

En la facultad de Odontología de la Universidad de Nantes, Francia, se ha visto que los estudiantes tienen conocimientos sobre ergonomía, sin embargo estos no son constantemente aplicados (43). Los efectos ergonómicos positivos de trabajar empleando

lupa abatible se centraron principalmente en el tronco, la cabeza y el cuello, y con una ligera mejoría en la parte superior de los brazos (43), además han demostrado mejorar el rendimiento de los estudiantes durante la educación dental preclínica (44).

Una encuesta reciente evaluó la situación actual de la enseñanza de la Endodoncia en España, evidenciando que no se usa ningún tipo de magnificación en el 90% de las escuelas de Odontología (45). Según las pautas del plan de estudios de pregrado de la Sociedad Europea de Endodoncia, los estudiantes deben tener conocimiento de los beneficios y el uso de magnificación e iluminación mejorada en la práctica de Endodoncia (46). Sin embargo, hay muy pocos datos en España sobre el cumplimiento real de estas recomendaciones ya que no se utilizó ningún sistema de aumento en 18 escuelas (90%), mientras que las lupas y los microscopios se emplearon en sólo 2 de las escuelas (10%).

Recientemente se aplicaron dos encuestas para evaluar la enseñanza de Endodoncia de pregrado en escuelas de Odontología. Una encuesta se aplicó en Reino Unido e Irlanda, revelando que el aumento no está universalmente incorporado en los planes de estudio de las universidades, los posibles factores que pueden afectar su adopción son el costo económico y la falta de personal capacitado para la docencia (7), por lo que es necesario capacitar al equipo docente en temas de magnificación para ser incorporados formalmente a los planes de estudio.

La otra encuesta se realizó sólo en Reino Unido y señala que la mayoría de las escuelas utilizaron instrumentos de magnificación. En el 33% de las escuelas se utilizó tanto lupas como microscopios durante el entrenamiento de Endodoncia preclínica y clínica. El 20% de las escuelas usaba sólo lupas en la capacitación preclínica mientras que el 27% empleaba lupas en la capacitación clínica. El 20% no incorporó el uso de la magnificación (47).

Una encuesta aplicada por Brown et al. en Reino Unido indicó que la mayoría de los docentes líderes (87%) siempre utilizaron el microscopio mientras realizaron procedimientos endodónticos. El resto informó haberlo utilizado para algunos procedimientos. Si bien los profesionales de los programas utilizaron la magnificación en su práctica clínica privada, esta realidad no se proyecta al ámbito educacional en la formación de los estudiantes y las barreras para adoptar su capacitación como expectativa institucional incluyen el costo y la falta de capacitación del personal (7). Uno de los argumentos que se plantea es que se considera muy

poca la evidencia de mejores resultados cuando se emplea magnificación (4). Sin embargo, el uso de microscopio operatorio dental entre los endodoncistas es casi universal y los beneficios percibidos por los usuarios son sustanciales (7). En relación a las lupas, no hay significancia estadística que respalde la mejora en la precisión sobre la visión macroscópica, sólo se demostró que aunque las lupas con una fuente de luz no pueden proporcionar ninguna ventaja al intentar visualizar el interior de los conductos radiculares, los dentistas menores de 40 años podrían detectar orificios del canal de 0,06 mm de diámetro (8) y los dentistas de mayor edad prefieren el microscopio para obtener un impacto similar en la visión (7).

Brown et al. reconocen la falta de una guía específica o de una declaración de posición sobre el uso de la magnificación en la educación endodóntica de pregrado en el Reino Unido (7). El 60% de los líderes encuestados conocía las pautas curriculares actuales de la Sociedad Europea de Endodoncia (ESE) respecto a la magnificación, el resto no estaban seguros o no conocían estas pautas sobre el uso de la ampliación en la enseñanza de pregrado. La ESE en sus pautas del plan de estudios de pregrado para Endodoncia determina que los estudiantes deben "tener conocimiento de los beneficios y el uso de la magnificación y la iluminación mejorada en la práctica de la Endodoncia", si bien es una pauta y no un estándar, es una de las mejores prácticas recomendadas (46).

En el Reino Unido e Irlanda todas las escuelas tienen microscopio operatorio disponible para estudiantes universitarios, en el 53% de las escuelas están disponibles para actividades preclínicas. Existen vías para facilitar el uso personal de la ampliación en los estudiantes, una de ellas disponer de lupas para uso clínico y generar contacto entre estudiantes y proveedores de lupas (7).

A pesar de estar disponibles los microscopios, no se utilizan en su totalidad, en ocasiones pueden usarse con fines demostrativos, pero no necesariamente los estudiantes los usan durante el tratamiento. Se informó que esto se debía en parte a que los docentes no estaban debidamente capacitados en el uso de microscopio (7), y hay poco interés en ello (48), razones financieras y falta de beneficio percibido, si bien son barreras importantes, no son insuperables.

Brown et al. plantea que no se justifica formar estudiantes universitarios en el área práctica endodóntica sin emplear aumento, ya que si se considera la lupa como el estándar

mínimo de visión en Endodoncia no es apropiado continuar enseñando a los estudiantes a realizar procedimientos de Endodoncia a simple vista (7).

6.2. Realidad latinoamericana en la enseñanza de magnificación

Un estudio en la Universidad de Araraquara, Brasil enfocado a la ergonomía recomienda implementar tempranamente instrumentos de magnificación en la práctica de los alumnos de pregrado para minimizar el riesgo de incidencia de trastornos músculoesqueléticos (20). Los autores concuerdan que es necesario realizar más estudios para confirmar el efecto positivo del empleo de lupas de aumento sobre la postura de trabajo y evaluar la influencia del tipo de lupa empleado (49).

Al año 2019 con un estudio realizado por Wajngarten se concluyó que la lupa Kepleriana, Galileana y el microscopio quirúrgico a una distancia estandarizada proporcionaron la mayor agudeza visual. La angulación del cuello del operador fue mayor al emplear lupa simple y al trabajar sólo con visión macroscópica (49), a pesar de que ésta es una opción de bajo costo para ampliar el campo operatorio, la distancia focal que proporcionan es limitada y pueden tener efectos negativos en la salud ocupacional de los operadores (50). Las lupas Keplerianas, debido a la profundidad del campo visual, la lente es menos capaz de enfocar objetos, por lo que ante un mínimo movimiento el operador pierde fácilmente el enfoque, por lo tanto no debiera mover el cuello una vez que ha logrado enfocar (1). En el caso del microscopio se debe ajustar e idealmente mantener fija durante el procedimiento tanto la posición del paciente como la del operador, de lo contrario implica mayor tiempo de trabajo al tener que enfocar nuevamente cada vez que alguien se mueva, esto contribuye a evitar inclinaciones o posiciones forzadas del operador. La distancia operador- paciente establecida depende del sistema de aumento utilizado y oscila entre los 25 a 40 cm (49).

Es necesario tener presente estas diferencias para hacer recomendaciones sobre el instrumento idóneo que debiera utilizar un estudiante de pregrado en su entorno educativo, esta implementación desde la etapa preclínica contribuye al desarrollo temprano de habilidades motoras.

En EE.UU. los investigadores recomiendan la implementación de sistemas de aumento en cualquier momento independientemente del alcance de la experiencia del profesional (8), recomiendan las lupas Galileanas a operadores que están comenzando a incorporar el aumento a su trabajo práctico (11) por lo que algunas escuelas de Odontología han adoptado el uso de este tipo de lupas mientras los estudiantes desempeñan actividades preclínicas en pregrado. Muy similar a lo que sucede en Brasil, también se recomienda el uso de lupas a quienes se encuentran en periodo de formación profesional para que puedan ser entrenados, capacitados y a su vez conscientes de los beneficios de emplear magnificación.

Dentro de los efectos indeseados asociados al uso de lupas, los más reportados entre estudiantes son mareos, dolor de cabeza y fatiga ocular. Para una mejor adaptación al uso de lupas se recomienda tomar descansos durante las actividades prácticas, realizar exámenes oftalmológicos periódicos y ajustar la distancia interpupilar, en base a estas mediciones periódicas para cada operador (39). Entre las incomodidades que señalan los estudiantes destacan el ajuste y el peso de las lupas, para compensar esto se recomienda mantenimiento periódico por parte del fabricante o cambiar el instrumento por otro modelo, consideran que usar lupa es una ventaja ya que el aumento (a modo general) facilita la adopción de mejores posturas de trabajo y con ello mejora las actividades preclínicas (39).

Según un estudio realizado en la Universidad de Temple mediante encuesta, se obtuvo diversas opiniones, algunos profesionales indicaron preocupación por los riesgos del uso excesivo de aumento, otros consideraron irrelevante emplear magnificación en contextos de enseñanza, a pesar de esto y que no existe un consenso sobre su implementación, el uso rutinario de magnificación por parte de los estudiantes está en aumento (48).

7. USO DE MAGNIFICACIÓN EN ENSEÑANZA DE POSTGRADO

Desde principios de la década de 1990, la capacitación en microscopios es universal a nivel de postgrado en todos los programas de especialización en Endodoncia aprobados por la Comisión de Acreditación Dental (5).

La Comisión de Acreditación Dental en sus Estándares de acreditación para programas de educación dental avanzada en Endodoncia, señala que los programas educativos deben proporcionar instrucción en profundidad y capacitación clínica para que sus estudiantes sean competentes en el uso de tecnologías de aumento (como microscopio, endoscopio, oroscopio u otras tecnologías de aumento en desarrollo, además de los lentes de aumento) (51, 52). Por otra parte, los lineamientos de la Sociedad Europea de Endodoncia señalan que los alumnos de programas de especialización en el área deben tener conocimiento profundo y habilidades clínicas en relación al uso del microscopio (6)

El microscopio ayuda a establecer el estándar de excelencia al más alto nivel (5). La teoría que se plantea en relación al microscopio es que su uso es más frecuente mientras más reciente sea su capacitación y mayor sea el énfasis que le da el programa de especialización. Un estudio aplicado a endodoncistas miembros de la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) en el año 2007 indicó que existe una alta correlación entre la edad del operador y el uso de microscopio tanto para endodoncia quirúrgica como no quirúrgica, a medida que aumentaba la edad del operador disminuía el uso del microscopio (53).

8. CONCLUSIÓN

Se considera que el estándar mínimo de visión para los alumnos de pregrado son las lupas dentales, ya que mejora significativamente el rendimiento de los estudiantes durante la educación preclínica. Al egresar el estudiante debe ser capaz de demostrar conocimientos teóricos sólidos y una comprensión del uso de instrumentos de magnificación aunque su experiencia práctica sea limitada.

Aún no está claro en la literatura cuándo es el mejor momento para comenzar a usar lupas en las escuelas de Odontología, pero se sabe que la exposición a la magnificación en la educación de pregrado puede mejorar las tasas de adopción en la práctica general. Sin embargo, la adquisición de conocimiento sobre esta temática debe ser preferentemente al inicio de los programas para facilitar la asimilación temprana del conocimiento y a medida que se avanza en la malla curricular consolidar los aprendizajes.

En definitiva, la magnificación aporta grandes beneficios a la Odontología y especialmente a la Endodoncia ya que se trabaja en espacios milimétricos, entre ellas la mejor visualización, la ergonomía mejorada, menor esfuerzo ocular y su efecto positivo para el desarrollo de la motricidad fina, entre muchas otras.

9. REFERENCIAS

1. Carr GB, Murgel CA. The use of the operating microscope in endodontics. *Dent Clin North Am.* 2010;54(2):191-214. doi: 10.1016/j.cden.2010.01.002.
2. Eichenberger M, Perrin P, Neuhaus KW, Bringolf U, Lussi A. Visual acuity of dentists under simulated clinical conditions. *Clin Oral Investig.* 2013;17(3):725-9. doi: 10.1007/s00784-012-0753-x.
3. Wong AW, Zhu X, Zhang S, Li SK, Zhang C, Chu CH. Treatment time for non-surgical endodontic therapy with or without a magnifying loupe. *BMC Oral Health.* 2015;15:40. doi: 10.1186/s12903-015-0025-7.
4. Del Fabbro M, Taschieri S, Lodi G, Banfi G, Weinstein RL. Magnification devices for endodontic therapy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015(12):Cd005969. doi: 10.1002/14651858.CD005969.pub3.
5. AAE Position Statement. Use of microscopes and other magnification techniques. *J Endod.* 2012;38(8):1153-5. doi: 10.1016/s0099-2399(12)00624-3.
6. Gulabivala K, Ahlquist M, Cunnington S, Gambarini G, Tamse A, Bergenholtz G, et al. Accreditation of postgraduate speciality training programmes in Endodontology. Minimum criteria for training Specialists in Endodontology within Europe. *Int Endod J.* 2010;43(9):725-37. doi: 10.1111/j.1365-2591.2010.01784.x.
7. Brown MG, Qualtrough AJE. Magnification in undergraduate endodontic teaching in the UK and Ireland: a survey of teaching leads in Endodontology. 2020;53(4):553-61. doi: 10.1111/iej.13240.
8. Perrin P, Neuhaus KW, Lussi A. The impact of loupes and microscopes on vision in endodontics. *Int Endod J.* 2014;47(5):425-9. doi: 10.1111/iej.12165.

9. Perrin P, Ramseyer ST, Eichenberger M, Lussi A. Visual acuity of dentists in their respective clinical conditions. *Clin Oral Investig*. 2014;18(9):2055-8. doi: 10.1007/s00784-014-1197-2.
10. Burton JF, Bridgman GF. Presbyopia and the dentist: the effect of age on clinical vision. *Int Dent J*. 1990;40(5):303-12.
11. Eichenberger M, Perrin P, Ramseyer ST, Lussi A. Visual Acuity and Experience with Magnification Devices in Swiss Dental Practices. *Oper Dent*. 2015;40(4):E142-9. doi: 10.2341/14-103-c.
12. Estrada M. Importance of the magnificent in conservative dentistry: Bibliographic review. *Avances en odontoestomatologia*. 2017;33:283-93.
13. Tabassum S, & Khan, F. R. . Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *European journal of dentistry*. 2016;10(1), 144–147. doi: <https://doi.org/10.4103/1305-7456.175682>.
14. Nath K, Shetty K. Comparative evaluation of second mesiobuccal canal detection in maxillary first molars using magnification and illumination. *Saudi Endodontic Journal*. 2017;7(3):166-9. doi: 10.4103/1658-5984.213483.
15. Valachi B, Valachi K. Mechanisms leading to musculoskeletal disorders in dentistry. *J Am Dent Assoc*. 2003;134(10):1344-50. doi: 10.14219/jada.archive.2003.0048.
16. Estrada M. Importance of the magnificent in conservative dentistry: Bibliographic review. *Avances en odontoestomatologia*. 2017;33.
17. Maillet JP, Millar AM, Burke JM, Maillet MA, Maillet WA, Neish NR. Effect of magnification loupes on dental hygiene student posture. *J Dent Educ*. 2008;72(1):33-44.

18. Brown J, Burke FJ, Macdonald EB, Gilmour H, Hill KB, Morris AJ, et al. Dental practitioners and ill health retirement: causes, outcomes and re-employment. *Br Dent J*. 2010;209(5):E7. doi: 10.1038/sj.bdj.2010.813.
19. Lindegård A, Nordander C, Jacobsson H, Arvidsson I. Opting to wear prismatic spectacles was associated with reduced neck pain in dental personnel: a longitudinal cohort study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:347. doi: 10.1186/s12891-016-1145-1.
20. Wajngarten D, & Garcia, P. P. N. S. The Use of Magnification and Work Posture in Dentistry – A Literature Review. *Journal of Advances in Medicine and Medical Research*. 2016;18(8), 1-9. doi: <https://doi.org/10.9734/BJMMR/2016/29885>.
21. Plessas A, Bernardes Delgado M. The role of ergonomic saddle seats and magnification loupes in the prevention of musculoskeletal disorders. A systematic review. *Int J Dent Hyg*. 2018;16(4):430-40. doi: 10.1111/idh.12327.
22. Ariëns GA, Bongers PM, Douwes M, Miedema MC, Hoogendoorn WE, van der Wal G, et al. Are neck flexion, neck rotation, and sitting at work risk factors for neck pain? Results of a prospective cohort study. *Occup Environ Med*. 2001;58(3):200-7. doi: 10.1136/oem.58.3.200.
23. Bowers DJ, Glickman GN, Solomon ES, He J. Magnification's effect on endodontic fine motor skills. *J Endod*. 2010;36(7):1135-8. doi: 10.1016/j.joen.2010.03.003.
24. Saraswati Sachan IS, Divya Pandey. Magnification In Endodontics. *Journal of Dental and Medical Sciences*. 2016;15(Ver. XIV (June 2016)):63-8. doi: 10.9790/0853-1506146368.
25. Park E, Chehroudi B, Coil JM. Identification of possible factors impacting dental students' ability to locate MB2 canals in maxillary molars. *J Dent Educ*. 2014;78(5):789-95.

26. Witherspoon DE, Small JC, Regan JD. Missed canal systems are the most likely basis for endodontic retreatment of molars. *Tex Dent J.* 2013;130(2):127-39.
27. Perrin P, Bregger R, Lussi A, Vögelin E. Visual Perception and Acuity of Hand Surgeons Using Loupes. *J Hand Surg Am.* 2016;41(4):e9-e14. doi: 10.1016/j.jhsa.2015.12.033.
28. Kim S, Baek S. The microscope and endodontics. *Dent Clin North Am.* 2004;48(1):11-8. doi: 10.1016/j.cden.2003.12.001.
29. José Aranguren Cangas KB, Rino Burkhardt, Annett Burzlauff, Maciej Goczewski, Manor Haas, Oscar Freiherr von Stetten, Bijan Vahedi, Maxim Stosek, Claudia Cia Worschech, Tony Druttman. *Microscopic Dentistry A Practical Guide.* ZEISS. 2014;<<https://www.zeiss.com/meditec/int/c/dental-book-form.html>>, [accessed 13 Dec 2020].
30. Forgie AH, Pine CM, Pitts NB. The use of magnification in a preventive approach to caries detection. *Quintessence Int.* 2002;33(1):13-6.
31. Mamoun JS. The maxillary molar endodontic access opening: A microscope-based approach. *Eur J Dent.* 2016;10(3):439-46. doi: 10.4103/1305-7456.184153.
32. Schwarze T, Baethge C, Stecher T, Geurtsen W. Identification of second canals in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars using magnifying loupes or an operating microscope. *Aust Endod J.* 2002;28(2):57-60. doi: 10.1111/j.1747-4477.2002.tb00379.x.
33. Karapinar-Kazandag M, Basrani BR, Friedman S. The operating microscope enhances detection and negotiation of accessory mesial canals in mandibular molars. *J Endod.* 2010;36(8):1289-94. doi: 10.1016/j.joen.2010.04.005.

34. Goga R, Chandler NP, Oginni AO. Pulp stones: a review. *Int Endod J*. 2008;41(6):457-68. doi: 10.1111/j.1365-2591.2008.01374.x.
35. Biswas M, Mazumdar D, Neyogi A. Non surgical perforation repair by mineral trioxide aggregate under dental operating microscope. *J Conserv Dent*. 2011;14(1):83-5. doi: 10.4103/0972-0707.80729.
36. Gencoglu N, Helvacioğlu D. Comparison of the different techniques to remove fractured endodontic instruments from root canal systems. *Eur J Dent*. 2009;3(2):90-5.
37. Kim S. Principles of endodontic microsurgery. *Dent Clin North Am*. 1997;41(3):481-97.
38. Braga T, Robb N, Love RM, Amaral RR, Rodrigues VP, de Camargo JMP, et al. The impact of the use of magnifying dental loupes on the performance of undergraduate dental students undertaking simulated dental procedures. *J Dent Educ*. 2020. doi: 10.1002/jdd.12437.
39. Wajngarten D, Botta AC. Magnification loupes in dentistry: A qualitative study of dental students' perspectives. 2020. doi: 10.1111/eje.12605.
40. Endodontics. Colleagues for excellence. The dental operating microscope in Endodontics. American Association of Endodontics. 2016;<<https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/winter2016microscopes.pdf>>, [accessed 26/Oct/2020].
41. Rampado ME, Tjäderhane L, Friedman S, Hamstra SJ. The benefit of the operating microscope for access cavity preparation by undergraduate students. *J Endod*. 2004;30(12):863-7. doi: 10.1097/01.don.0000134204.36894.7c.

42. Sonntag D, Bärwald R, Hülsmann M, Stachniss V. Pre-clinical endodontics: a survey amongst German dental schools. *Int Endod J.* 2008;41(10):863-8. doi: 10.1111/j.1365-2591.2008.01438.x.
43. Carpentier M, Aubeux D, Armengol V, Pérez F, Prud'homme T, Gaudin A. The Effect of Magnification Loupes on Spontaneous Posture Change of Dental Students During Preclinical Restorative Training. *J Dent Educ.* 2019;83(4):407-15. doi: 10.21815/jde.019.044.
44. Maggio MP, Villegas H, Blatz MB. The effect of magnification loupes on the performance of preclinical dental students. *Quintessence Int.* 2011;42(1):45-55.
45. Segura-Egea JJ, Zarza-Rebollo A, Jiménez-Sánchez MC, Cabanillas-Balsera D, Areal-Quecuty V, Martín-González J. Evaluation of undergraduate Endodontic teaching in dental schools within Spain. *Int Endod J.* 2020. doi: 10.1111/iej.13430.
46. De Moor R, Hülsmann M, Kirkevang LL, Tanalp J, Whitworth J. Undergraduate curriculum guidelines for endodontology. *Int Endod J.* 2013;46(12):1105-14. doi: 10.1111/iej.12186.
47. Al Raisi H, Dummer PMH. How is Endodontics taught? A survey to evaluate undergraduate endodontic teaching in dental schools within the United Kingdom. 2019;52(7):1077-85. doi: 10.1111/iej.13089.
48. Meraner M, Nase JB. Magnification in dental practice and education: experience and attitudes of a dental school faculty. *J Dent Educ.* 2008;72(6):698-706.
49. Wajngarten D, Garcia P. Effect of magnification devices on dental students' visual acuity. *PLoS One.* 2019;14(3):e0212793. doi: 10.1371/journal.pone.0212793.
50. Christensen GJ. Magnification in dentistry: useful tool or another gimmick? *J Am Dent Assoc.* 2003;134(12):1647-50. doi: 10.14219/jada.archive.2003.0111.

51. Accreditation Standards for Advanced Dental Education Programs in Endodontics. American Dental Association. 2019;<<https://www.ada.org/~media/CODA/Files/endo.pdf?la=en>>, [accessed 27/Jul/2020].
52. Use of Microscopes and Other Magnification Devices. American Association of Endodontics. 2020;<<https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/microscopes-in-endodontics/>>, [accessed 27/Jul/2020].
53. Kersten DD, Mines P, Sweet M. Use of the microscope in endodontics: results of a questionnaire. J Endod. 2008;34(7):804-7. doi: 10.1016/j.joen.2008.04.002.