



.UBA

.UBA ODONTOLOGÍA

# FOUUBA

[www.odontologia.uba.ar](http://www.odontologia.uba.ar) Volumen 37 N° 87

3 | 2022

REVISTA  
DE LA FACULTAD  
DE ODONTOLOGÍA  
UNIVERSIDAD  
DE BUENOS AIRES



# Autoridades

## Facultad de Odontología Universidad de Buenos Aires

### **Director Responsable**

Prof. Dr. Pablo RODRÍGUEZ

### **Editor Ejecutivo**

Prof. Dr. Juan Carlos ELVERDIN

### **Editor Asociado**

Prof. Dr. José Javier FERNÁNDEZ SOLARI

### **Secretaria de Redacción**

Bibliotecóloga Andrea SERGI

### **Comité Científico Editorial**

Dra. Nora BRANDAN (Univ. Nac. del Nordeste, Argentina)

Dra. María B. F. CAMARGO

(Pontificia Univ. Javeriana, Colombia)

Dr. Daniel DI CROCE

(Fac. Odontología Univ. de Buenos Aires, Argentina)

Dr. Esteban FUNOSAS

(Univ. Nac. Rosario. Fac. Odontología, Argentina)

Dra. Raquel GALLARA (Univ. Nac. de Córdoba, Argentina)

Dra. Carmen Rosa GARCÍA (Univ. Cayetano Heredia, Perú)

Dr. Rodrigo GIACAMAN SARAH

(Fac. de Odontología, Univ. de Talca, Chile)

Dr. Rolando P. JUÁREZ (Univ. Nac. del Nordeste, Argentina)

Dr. Samuel KRATCHMAN (Fac. de Odontología, Univ. de Pensilvania, USA)

Dra. Soraya LEON ARAYA

(Fac. de Odontología, Univ. de Talca, Chile)

Dr. Rodolfo MIRALLES (Univ. de Chile, Chile)

Dr. Cesar Ángel OSSOLA

(Fac. Odontología Univ. de Buenos Aires, Argentina)

Dra. Loyola RODRÍGUEZ

(Univ. Aut. de San Luis Potosí, México)

Dr. Pablo Andrés SALGADO

(Fac. Odontología Univ. de Buenos Aires, Argentina)

Dr. Gabriel Antonio SÁNCHEZ

(Fac. Odontología Univ. de Buenos Aires, Argentina)

Dr. Mariano SANZ ALONSO

(Univ. Complutense Madrid, España)

Dr. Gilmer SOLÍS SÁNCHEZ

(Univ. Inca Garcilaso de la Vega-Perú)

### **Asesor Técnico**

Ing. Horacio ESPINO

### **Coordinación**

Fabiana GIORDANO

### **Diseño y diagramación**

Marcela MORALES

### **Decano**

Prof. Dr. Pablo RODRÍGUEZ

### **Vicedecano**

Prof. Dr. Aldo Fabián SQUASSI

### **Secretaria General**

Prof. Dra. Mariana PICCA

### **Subsecretaria General**

Dra. Noelia GERBER

### **Secretaria Académica**

Prof. Dra. Silvia María FRIEDMAN

### **Subsecretaria Académica**

Dra. Macarena NICOLINI

### **Secretaria Asistencial**

Prof. Dra. Lidia Isabel ADLER

### **Subsecretaría Asistencial**

Prof. Dra. Silvia Cristina AGUAS

### **Secretario de Alumnos, Docentes Auxiliares y Graduados**

Dr. Luis Reinaldo RANNELUCCI

### **Subsecretaria de Alumnos, Docentes Auxiliares y Graduados**

Dra. Agustina P. GUERRA GARBARINI

### **Secretario de Extensión Universitaria**

Prof. Dr. Carlos Alberto CAPUANO

### **Secretario de Hacienda y Administración**

Dr. Julio Facundo BELLO

### **Subsecretario de Hacienda y Administración**

Dr. Antonio ROMANO

### **Secretario de Posgrado**

Prof. Dr. Norberto P. LOMBARDO

### **Secretario de Relaciones Institucionales e Internacionales**

Dr. Alejandro Néstor RODRÍGUEZ

### **Secretario de Ciencia y Técnica y Transferencia Tecnológica**

Prof. Dr. Juan Carlos ELVERDIN

### **Subsecretario de Ciencia y Técnica y Transferencia Tecnológica**

Dr. Javier FERNÁNDEZ SOLARI

**MIEMBROS INTEGRANTES  
DEL CONSEJO DIRECTIVO 2022**

**Profesores**

**Miembros Titulares**

SQUASSI, Aldo Fabián  
PASART, Jorge  
NICOLOSI, Liliana Noemí  
PUJA, Sebastián Ariel  
COROMINOLA, Paula Leticia  
BIONDI, Ana María  
VAZQUEZ, Diego Jorge  
CATTANEO, Silvina Paula

**Miembros Suplentes**

MÉNDEZ, Carlos Fernando  
GARCÍA CUERVA, Juan Martín  
MOLGATINI, Susana Liliana  
GOTTA, Sergio Luis  
PARREIRA, Miryam Elizabeth  
FILIPPO, Silvina  
SÁNCHEZ, Gabriel Antonio  
BELLO, María Fernanda

**Graduados Miembros Titulares**

RANNELUCCI, Luis Reinaldo  
CASADOUMECQ, Ana Clara  
SORAZABAL, Ana Laura  
BENEDETIC BOJART, Andrés Emilio

**Miembros Suplentes**

GATTI, Patricio César  
VINDIGNI, Valeria Mariela  
MARTIN, Alejandra Lilian  
CARDOZO, Tomás Ignacio

**Estudiantes Miembros Titulares**

PERROTTA, Ornella de los Milagros  
GELOSO, Leonardo  
FRITZLER, Ornella Sol  
YATACO SURICHAQUI, Leonel Guillermo

**Miembros Suplentes**

DONATO, Patricio Martín  
BAUZA ROCHE, Greys Alejandra  
NÚÑEZ, Constanza Aylin  
SOHANER, Carolina Belén

# Índice

## Editorial

5

### **Confección de Prótesis de Carga Inmediata Mediante Barras Articuladas. Componentes, Modo de Uso y Longitud de la Barra en Función de la Localización**

Fabrication of Immediately Loaded Protheses Using Articulated Bars. Components, Method of Use and Bar Length Depending on the Location

Anitua E

7

### **Aplicación de Radiografías para la Estimación Forense de la Edad Dental Una Perspectiva Bioética**

Application of X-rays for the Forensic Estimation of Dental Age A Bioethical Perspective

Briem Stamm AD, Fernández Iriarte MA, Outes MS, Rannelucci LR, Casadoumeca AC, Telechea CR, Zemborain CR, Salazar JD, Buljevich SA, Arias CG 15

### **Adhesión a Dentina Parte I: Características del Sustrato y Sistemas Adhesivos**

Dentin Bonding Part I: Substrate Characteristics and Bonding Systems

Piguillem Brizuela FJ, Di Mauro MS, Montoro MR, Lombardo NP 25

### **Adhesión a Dentina Parte II: Estrategias para Optimizar la Adhesión a Dentina y Protocolos Adhesivos**

Dentin Bonding Part II: Strategies to Optimize Dentin Bonding and Adhesive Protocols

Piguillem Brizuela FJ, Di Mauro MS, Montoro MR, Lombardo NP 35

### **Efecto de la Hipoxia sobre los Tejidos de la Cavidad Oral: Revisión de la Literatura**

Effect of Hypoxia on Oral Tissues: Literature Review

Rugolo G, Astrauskas, JI, Martinez MP, Terrizzi AR 47

### **Apexificación en una Cita Utilizando Material Biocerámico como Tapón Apical**

Apexification in Single Appointment Using Bioceramic Material as Apical Plug

Uría MS, García GA, Labarta AB 55

### **La Inflamación como el Nexo entre la Enfermedad Periodontal y la Enfermedad Cardiovascular**

Inflammation as a Link Between Periodontitis and Cardiovascular Disease

Nicolosi LN, Rubio MC, Friedman SM 67

### **Perfil de Caries de la Infancia Temprana**

Profile of Early Childhood Caries

Biondi AM, Cortese SG, Caicedo D, García A, Mejía D 79

### **Estudio del Miedo en Pacientes Frente a la Extracción del Tercer Molar**

Study of Fear in Patients Faced with Third Molar Extraction

Brusca MI, García Labandal L, Katra R, Mollo L, Puia S 87

Impresión realizada en Taller Gráfico 312  
Junín 312 - CABA / Tel.: (011) 4953-3001  
Ejemplar Impreso: Marzo 2023. Registro de DNDA en trámite.  
Los derechos de autor, copyrigh de los trabajos publicados  
han sido cedidos a la Revista FOUBA.  
Las opiniones vertidas en la Revista FOUBA  
son de exclusiva responsabilidad de los autores.  
La Revista de la Facultad de Odontología se encuentra indizada  
y vigente desde el año 2012 de acuerdo  
con los Criterios de Selección de Revistas para la Base  
de Datos LILACS-BIREME.  
Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires  
Marcelo T. de Alvear 2142 - C1122AAH  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
[www.odontologia.uba.ar](http://www.odontologia.uba.ar)  
Queda hecho en el depósito que establece la Ley 11.723

Órgano Oficial de la Facultad de Odontología  
de la Universidad de Buenos Aires

Volumen 37 Número 87  
ISSN: 0326-632X (impreso) ISSN: 1668-8538 (en línea)

La Revista de la Facultad de Odontología  
es una publicación oficial, propiedad de la Institución.  
Se edita un volumen con tres números por año.  
La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad  
de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



Año 2022 - Volumen 37 - Número 87  
Universidad de Buenos Aires

# Editorial



## UN DICIEMBRE INOLVIDABLE

Esta editorial no hace referencia a ningún hecho científico o académico particular, pero sí podemos vincularla a la ciencia y la academia en base a los logros que pueden obtenerse conformando un gran equipo. Terminé de escribirla a pocos días de la histórica conquista de la tercera copa del campeonato mundial de fútbol por parte de nuestra selección. El equipo conducido por Lionel Messi y dirigido por Lionel Scaloni, nos dio una alegría inmensa a los argentinos, que será tan inolvidable como las obtenidas en las dos oportunidades anteriores. El camino no fue fácil y demandó una tremenda demostración de talento, fortaleza física y mental, dos virtudes difíciles de encontrar juntas en deportes por equipos. Una vez más, queda demostrado que el éxito siempre depende del trabajo y la dedicación colectiva. Cuando eso ocurre se pueden esperar grandes resultados; esto es aplicable a todos los órdenes de la vida. Ocurre lo mismo en la actividad científica, y es una cuestión central para arribar a resultados positivos. Los que disfrutamos del fútbol, hemos tenido la fortuna de haber visto, hace unas décadas, a Diego Maradona y, en los últimos años, a Lionel Messi, dos elegidos, argentinos, bien nuestros. Aquellos que tenemos la suerte de andar por el mundo, sabemos que ellos nos representan en todas las latitudes. A mí, en particular, me han facilitado trámites fronterizos engorrosos, solo por mostrar el pasaporte de "la Argentina de Diego y Leo". Nos abren puertas y nos llenan de reconocimiento, del que nos beneficiamos por el solo hecho de ser compatriotas de estas personas que les han sacado una sonrisa o una expresión de asombro a millones en todo el mundo. Es muy difícil ser profeta en su tierra, se dice habitualmente, aunque en este caso la profecía esté vinculada a una virtud deportiva. La historia no hace centro en las características personales de los virtuosos, de los distintos; recuerda eternamente su obra y allí se encuentran solo unos pocos que trascenderán por siglos, convirtiéndose progresivamente en leyenda, en mito, y hemos tenido la inmensa fortuna de que sean compatriotas nuestros. No tenía intención de escribir una editorial para nuestra Revista que tratara sobre un hecho deportivo, pero las conquistas que generan este tipo de alegrías y movilizaciones populares no ocurren con frecuencia y deben ser registradas, porque permanecerán en nuestro recuerdo, y en la historia del deporte más difundido del mundo. Este hecho puede ser transferido a todos los órdenes de nuestras vidas, cuando lo colectivo prevalece sobre la mezquindad. Ese 18 de diciembre de 2022, luego de intensos 139 minutos, la inmensa mayoría de los argentinos volvimos a estar unidos bajo una misma bandera.

Prof. Dr. Juan C. ELVERDIN



# Confección de Prótesis de Carga Inmediata Mediante Barras Articuladas. Componentes, Modo de Uso y Longitud de la Barra en Función de la Localización

Fabrication of Immediately Loaded Prostheses Using Articulated Bars. Components, Method of Use and Bar Length Depending on the Location

Recibido: 30/01/2023

Aceptado: 31/03/2023

Anitua E

**Instituto Universitario de Medicina Regenerativa  
e Implantología Oral  
Fundación Eduardo Anitua  
Vitoria, España**

## RESUMEN

En la implantología actual, la confección de prótesis de carga inmediata se ha convertido en un procedimiento de rutina. Contar con elementos pre-formados con un correcto ajuste al implante o transepitelial sobre el que se trabaja, minimiza el tiempo de trabajo sin renunciar a la eficiencia. En el presente trabajo se muestran elementos preformados articulados para la realización de prótesis de carga inmediata y su forma de uso, así como un análisis biomecánico de las estructuras para conocer su repercusión en las distintas fuerzas recibidas durante la masticación. Resultados: Al aplicar la carga en la zona central de la barra (paralela a los implantes), la tensión máxima recibida en la zona correspondiente al extremo de la barra sufre variaciones importantes, desde 128 Mpa en la longitud de 13 mm hasta un máximo de 391 Mpa (megapascales) en la longitud de 5 mm, siendo la tensión máxima, media para todas las medidas, de 242 Mpa (+/-96,76). En el ensayo de las diferentes medidas de la barra se observa también una tensión creciente para longitudes de barra a partir de 7 mm, al aplicar la tensión en la zona media de la estructura, por lo que longitudes entre 5 y 7 mm pueden considerarse prácticamente con la misma distribución de tensiones hacia los extremos y en la zona de unión. En conclusión, las barras articuladas son un elemento de confección de prótesis provisionales de carga inmediata de gran utilidad, que pueden confeccionarse de forma rápida y generan un comportamiento biomecánico predecible.

**Palabras clave:** implantes, prótesis de carga inmediata, barras articuladas.

## ABSTRACT

In current implantology, the fabrication of immediately loaded prostheses has become a routine procedure.

Being able to have pre-formed elements with a correct fit to the implant or transepithelial on which we are working minimizes working time without sacrificing efficiency. Material and methods: We show articulated preformed elements for immediate loading prostheses and how they are used, as well as a biomechanical analysis of the structures to determine their repercussion on the different forces received during mastication. Results: When the load is applied in the central area of the bar (parallel to the implants) the maximum stress received in the area corresponding to the end of the bar undergoes significant variations, from 128 Mpa in the 13 mm length to a maximum of 391 Mpa in the 5 mm length, the average maximum stress for all the measurements being 242 Mpa (+/- 96.76). In the test of the different bar sizes we can also observe an increasing stress for bar lengths from 7 mm onwards when applying the stress in the middle zone of the structure, so that lengths between 5 and 7 mm can be considered to have practically the same stress distribution towards the ends and in the joint zone. Conclusions: Hinged bars are a very useful fabrication element for immediately loaded provisional prostheses, which can be fabricated quickly and generate a predictable biomechanical behavior.

**Keywords:** implants, immediate load prosthesis, hinged bars.

## INTRODUCCIÓN

La carga inmediata se ha convertido en una técnica prácticamente de rutina en los implantes dentales. Desde las primeras publicaciones a cargo de Schnitman y cols en el año 1990, hasta los últimos protocolos empleados hoy en día, esta técnica ha evolucionado ganando en predictibilidad (Schnitman et al., 1990; De Bruyn et al., 2014; Chrcanovic et al., 2014; Esposito et al., 2014; Joshi et al., 2011).

Los protocolos quirúrgicos han evolucionado en los últimos años, estandarizándose para la mayoría de las situaciones donde esta carga puede ser aplicada (implantes unitarios, puentes o rehabilitaciones completas).

Uno de los puntos más complejos de este tipo de procedimientos sigue siendo la confección de una prótesis tras la inserción del implante en las primeras 24-48 horas. En la carga inmediata, lograr realizar una prótesis estética y funcionalmente aceptable en un tiempo tan reducido, y con un correcto sellado y hermetismo, es uno de los principales impedimentos para muchos clínicos (Joshi et al., 2011; Gallucci et al., 2018).

En prótesis unitarias o de pocos elementos, la confección mediante resina y cilindros de peek ha sido una de las técnicas más empleadas (Agustín-Panadero et al., 2015; Kwan y Kwan, 2021). A pesar de no ser una

de las más indicadas, por no lograr el hermetismo implante-prótesis, pueden realizarse provisionales en un corto espacio de tiempo (Anitua, 2017; Schwitalla et al., 2018).

Los mayores retos se dan al enfrentar una carga inmediata de todo un maxilar o mandíbula. La infraestructura necesaria en la clínica y el laboratorio asociado a la misma, para la realización de este tipo de trabajos, es costosa y por ello se idearon diferentes técnicas para facilitar este proceso, siendo una de las más empleadas la transformación de las prótesis removibles de los pacientes en prótesis de carga inmediata, mediante la adición de cilindros de titanio recaptados con resina (Bidra, 2019; Michalakis et al., 2014). Este tipo de prótesis presenta una gran limitación, dado que no tiene una estructura que ferulice todos los implantes. Además, cuando los implantes no se encuentran correctamente paralelizados, la adaptación en boca del paciente puede generar tensiones y desadaptaciones de la prótesis, así como incrementar las tensiones en el hueso a través de la precarga (Al Dosari et al., 2018; Baig, 2019). Para estos casos de mayor complejidad, el uso de estructuras preformadas que permitan un correcto ensamblaje, rápido y eficaz, y a la vez resistente y con una correcta transmisión de carga al hueso y al implante, es un avance en la confección de este tipo de prótesis. Si estas estructuras se trabajan, además, a través de una pieza intermedia (transepitelial) como el caso del Multi-im, se mejora el ajuste pasivo y el hermetismo, generándose una unión a nivel del implante-prótesis de carga inmediata estanca y pasiva (Anitua et al., 2016; 2019; 2020).

En el presente artículo se describe la técnica de confección de prótesis de carga inmediata mediante elementos pre-formados articulados que pueden unirse mediante soldadura en frío y que se trabajan sobre transepitelial. Se analiza además la distribución de tensiones que generan estas estructuras sobre el hueso con el uso de elementos finitos para conocer la biomecánica de la prótesis una vez finalizada, así como si existe limitación en cuanto a la longitud de la barra que une los segmentos y, por lo tanto, la distancia entre los implantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ELEMENTOS Y FORMA DE CONFECCIÓN DE LA PRÓTESIS

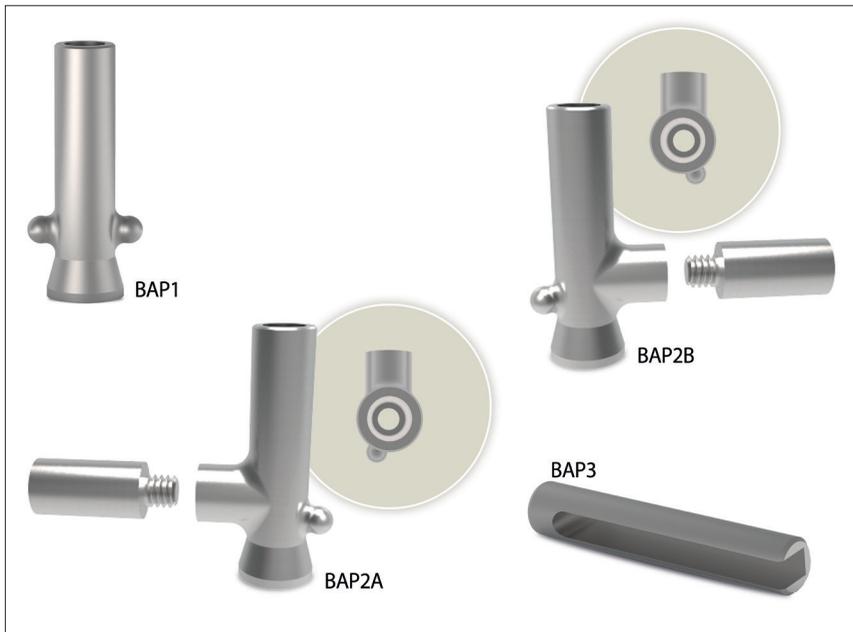
Los elementos de las barras articuladas están pensados para trabajar sobre transepitelial Multi-im, por lo que debemos insertar estos transepiteliales durante la cirugía de colocación de los implantes para realizar la carga inmediata. Una vez insertados, se toman los registros necesarios sobre estos transepiteliales, no retirándose en ningún momento lo que mantiene la estanqueidad lograda implante-prótesis desde el momento de la cirugía inicial. Para ello existen copings

de impresión específicos para este tipo de aditamento y réplicas de laboratorio adaptadas. Una vez tomada la impresión se trabaja en el laboratorio con los diferentes postes y tramos de barra articulada. Existen diferentes postes que permiten encaje por fricción (BAP1 y BAP3), y tramos que pueden generar un punto de anclaje roscado y otro de fricción, a izquierda o derecha, según las necesidades (Figura 1).

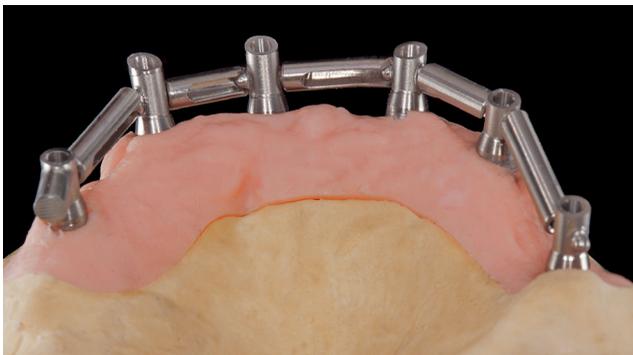
Los elementos de unión entre los postes pueden tener diferentes longitudes, por lo que las barras horizontales que unen los postes pueden ser cortadas para adaptarse a las diferentes situaciones clínicas. Los cilindros también pueden ser cortados, y de este modo ajustarlos a la altura necesaria (Figuras 2 y 3).

Una vez configurada la estructura inicial, pueden fijarse los elementos de varios modos: mediante adhesión o cementado en frío con un adhesivo de base de

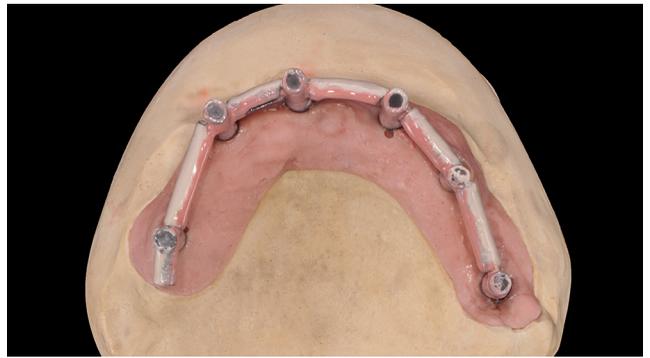
cianocrilato, mediante soldadura láser, o en tramos cortos con pocos elementos, incluso con la estructura de resina de la prótesis que asentará sobre ellos, aunque este último punto es el menos recomendado. Con la estructura preparada, se podrá posicionar los dientes según el encerado inicial, mediante una llave de silicona, tal como se trabaja para la confección de una prótesis híbrida de resina convencional. En casos de menos unidades puede utilizarse un modelado de resina sobre la barra, directamente o guiado por una férula de vacío. Las barras pueden ser opacadas para una mejor estética en los casos en que sea necesario (Figuras 4 y 5). Posteriormente se realiza la carga de resina, se pule la prótesis y puede ser colocada en el paciente (Figuras 6 y 7). En las imágenes radiográficas las Figuras 8 a 10 se observan algunas de las estructuras confeccionadas con esta técnica.



**FIGURA 1.** Componentes de las barras articuladas (postes) y secciones de encaje por fricción o atornilladas



**FIGURAS 2 Y 3.** Ajuste de las barras articuladas en altura y en longitud para adaptarnos al caso clínico en cuestión



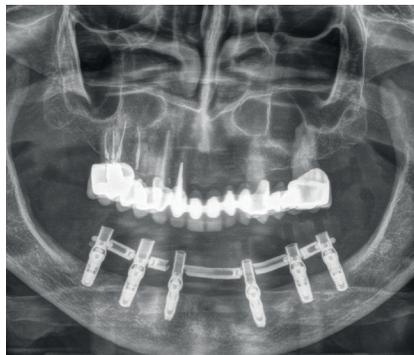
**FIGURAS 4 Y 5.** Presentación de los dientes mediante llave de silicona de encerado y opacado de la barra para lograr una mejor estética



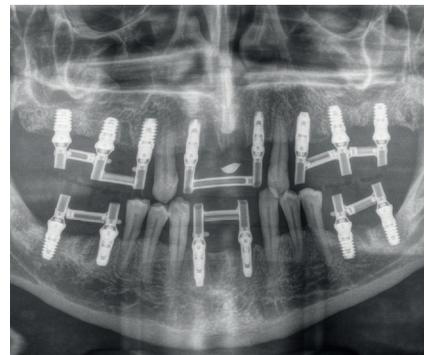
**FIGURAS 6 Y 7.** Prótesis terminada, para ser colocada en el paciente



**FIGURA 8.** Caso con prótesis superior e inferior con barras articuladas y ambas prótesis de carga inmediata



**FIGURA 9.** Prótesis completa inferior de carga inmediata en un paciente desdentado total

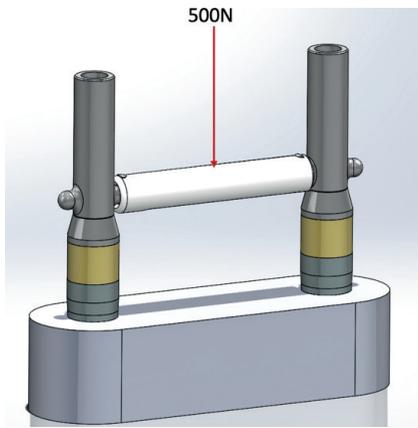


**FIGURA 10.** Caso de varios tramos en los que se han empleado las barras articuladas para generar prótesis de carga inmediata en zonas independientes

### ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LAS ESTRUCTURAS MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS

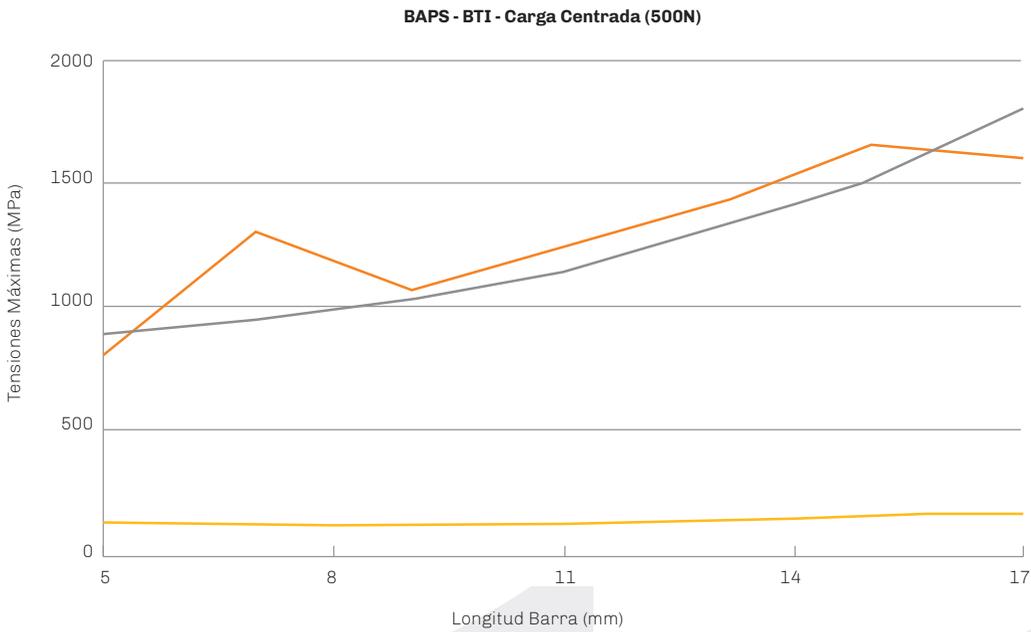
Para conocer desde un punto de vista biomecánico el comportamiento de las estructuras realizadas con estas barras, se analizaron por el método de elementos finitos, diferentes tipos de longitudes de barra entre postes. Los ensayos se realizaron con simulación de los postes sobre transepiteliales Multi-im, al igual

que se realiza en la técnica descrita anteriormente y con una prótesis de resina, tal como se realizaría la prótesis de carga provisional. Para ello, se analizaron segmentos desde 5 hasta 17 mm aumentando las secciones de 2 mm en 2 mm, para obtener resultados diferenciales en la distribución de las tensiones. Para conocer la repercusión de la tensión generada por la masticación sobre la estructura, se utilizó una carga en el centro de la barra y se midió la tensión máxima



**FIGURA 11.** Carga central en la barra de la prótesis de carga inmediata. Ejemplo de uno de los supuestos de longitud

**FIGURA 12.** Tensiones recibidas en el centro de la barra y los postes de fijación de la misma, así como en las zonas de unión en función de la longitud de la barra, escenificándose el supuesto menor y mayor de longitud



**FIGURA 13.** Distribución de tensiones en el centro de la barra, en la zona de unión (bola del poste) y en el implante con la carga centrada en la barra. Podemos observar como la tensión recibida por el implante permanece constante mientras que, al aumentar la longitud de barra, sobre todo por encima de 15 mm, aumenta la tensión en la zona de unión

alcanzada en megapascales (Mpa) en los diferentes elementos del conjunto. Para poner el conjunto en un límite que lleve a la estructura hasta una máxima tensión, se sometió el conjunto barra-pilares de barra a una fuerza de 250 Newtons (Nw) en la zona central de la barra en carga única (Figura 11). Esta fuerza es muy superior a la registrada por las fuerzas de masticación en los pacientes rehabilitados con implantes dentales que oscila entre 60 y

305 Newtons, dependiendo del tipo facial, la musculatura y el material del que se constituye la prótesis sobre implantes (Melo et al., 2018; Baca et al., 2013; Uçankale et al., 2012; Rismanchian et al., 2009; Bilhan et al., 2012). Una vez obtenidos los datos se realizó estadística descriptiva para todos los supuestos, y una T-Student con muestras pareadas para el análisis de las diferencias entre las tensiones registradas en cada uno de los puntos de medición. La distribución

normal de los datos fue analizada mediante el test de Shapiro-Wilk. Todos los análisis se realizaron con SPSS v15.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA), y se estableció el nivel de significación al 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

Al aplicar la carga en la zona central de la barra (paralela a los implantes), la tensión máxima recibida en la zona correspondiente al extremo de la barra sufrió variaciones importantes, desde 128 Mpa en la longitud de 13 mm hasta un máximo de 391 Mpa en la longitud de 5 mm, siendo la tensión máxima media para todas las medidas 242 Mpa (+/-96,76). La tensión que experimentó el centro de la barra con este ensayo es muy alta, no llegándose al punto de fractura, encontrándose cifras de 1652 Mpa para la longitud de 15 mm y de 800 Mpa para la longitud de 5 mm, con una media de 1296 Mpa (+/- 299,19) (Figura 12).

En el ensayo de las diferentes medidas de la barra se observó también una tensión creciente para longitudes de barra a partir de 7 mm al aplicar la tensión en la zona media de la estructura, por lo que longitudes entre 5 y 7 mm pueden considerarse prácticamente con la misma distribución de tensiones hacia los extremos y en la zona de unión (Figura 13). Se observó también que, a partir de 15 mm de longitud de barra, se produjo una acumulación de tensiones cercana al punto de máxima resistencia del conjunto (1808 Mpa), por lo que en zonas de máxima tensión masticatoria, 15 mm podría ser la longitud recomendada en prótesis de resina de carga inmediata, para evitar fracturas, aunque al comparar todas las tensiones recibidas no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para la tensión máxima recibida en la bola del poste, centro de barra y en el implante ( $p=0,006$ ).

## DISCUSIÓN

La realización de las prótesis de carga inmediata es un reto para el laboratorio y el clínico, ya que se manejan tiempos cortos para su elaboración y deben cumplir con los criterios estéticos, funcionales y de transmisión de cargas al implante que no pongan en riesgo el éxito de la rehabilitación (De Bruyn et al., 2014; Chrcanovic et al., 2014).

Poder utilizar elementos preformados, con la conexión que asienta sobre el transepitelial mecanizada de fábrica y de unión en frío por parte del laboratorio, reduce los riesgos que implica introducir en el algoritmo de la construcción de la prótesis la soldadura o el colado (Mehl et al., 2015; Kim et al., 2011).

En función a los datos reportados por el presente trabajo, se puede afirmar que las tensiones que reciben los implantes cuando se utilizan estas barras para la confección de prótesis de carga inmediata son muy bajas (25,7MPa para 5 mm de longitud hasta 36,4MPa para 17 mm de longitud) y constantes, a pesar de in-

crementar la longitud del tramo entre implantes, por lo que no afectarían la integración de los implantes dentales (Gao et al., 2014; Han et al., 2011). Además, las tensiones utilizadas en la simulación superan las tensiones recibidas por las prótesis completas, realizadas mediante barras que se cifran en rangos entre 166 y 429 Nw como máximo, siendo los mayores valores para sobredentaduras, por los momentos de flexión, no comparables con los 305 Nw reportados para las prótesis fijas sobre implantes (Rismanchian et al., 2009; Bilhan et al., 2012; Fontijn-Tekamp et al., 1998; Suzuki et al., 1997; Deslis et al., 2012).

A pesar de no encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre los segmentos de barra, ni por lo tanto, entre las distancias entre implantes a partir de 15 mm en sectores con una carga oclusal elevada, los datos del estudio indican que se podría tener peor comportamiento del conjunto y una mayor tensión en los puntos de unión de la barra con las esferas de los postes, por lo que sería recomendable evitar estas longitudes en zonas posteriores.

Debe también considerarse que en los pacientes no se alcanzarían los máximos picos de tensión de 500 Nw en la zona central de la barra y, por lo tanto, no existiría tanto riesgo como en el modelo estudiado, pero en pacientes con parafunciones, sería un hecho a tener en cuenta.

## CONCLUSIONES

Las barras articuladas son un elemento de confección de prótesis provisionales de carga inmediata de gran utilidad, que pueden confeccionarse de forma rápida, y generan un comportamiento biomecánico predecible.

## REFERENCIAS

Agustín-Panadero, R., Serra-Pastor, B., Roig-Vanaclocha, A., Román-Rodríguez, J. L. y Fons-Font, A. (2015). Mechanical behavior of provisional implant prosthetic abutments. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 20(1), e94–e102. <https://doi.org/10.4317/medoral.19958>

Al Dosari, A. A. F., Habib, S. R., Alnassar, T., Alshihri, A. y Kamalan, R. (2018). The current considerations in the fabrication of implant prostheses and the state of prosthetic complications: a survey among the dental technicians. *The Saudi Dental Journal*, 30(4), 299–305. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2018.05.010>

Anitua E. (2017). Immediate loading of short implants in posterior maxillae: case series. *Acta Stomatologica Croatica*, 51(2), 157–162. <https://doi.org/10.15644/asc51/2/10>

- Anitua, E., Fernandez-de-Retana, S., Anitua, B. y Alkhraisat, M. H. (2020). Long-term retrospective study of 3.0-mm-diameter implants supporting fixed multiple prostheses: immediate versus delayed implant loading. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 35(6), 1229–1238. <https://doi.org/10.11607/jomi.8180>
- Anitua, E., Flores, C., Flores, J. y Alkhraisat, M. H. (2019). Clinical effectiveness of 6.5-mm-long implants to support two-implant fixed prostheses in premolar-molar region: the influence of immediate loading and the length of splinting implant. *Journal of Prosthodontics*, 28(2), e688–e693. <https://doi.org/10.1111/jopr.12761>
- Anitua, E., Flores, J., Flores, C. y Alkhraisat, M. H. (2016). Long-term outcomes of immediate loading of short implants: a controlled retrospective cohort study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 31(6), 1360–1366. <https://doi.org/10.11607/jomi.5330>
- Baca, E., Yengin, E., Gökçen-Röhlig, B. y Sato, S. (2013). In vivo evaluation of occlusal contact area and maximum bite force in patients with various types of implant-supported prostheses. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(5), 1181–1187. <https://doi.org/10.3109/00016357.2012.757360>
- Baig M. R. (2019). Multi-implant impressions. To splint or not to splint: a critical review. *The International Journal of Prosthodontics*, 32(1), 66–67. <https://doi.org/10.11607/ijp.6014>
- Bidra A. S. (2019). A device to improve fabrication of a conversion prosthesis for immediate loading of dental implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(4), 557–560. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.10.009>
- Bilhan, H., Geckili, O., Mumcu, E., Cilingir, A. y Bozdog, E. (2012). The influence of implant number and attachment type on maximum bite force of mandibular overdentures: a retrospective study. *Gerodontology*, 29(2), e116–e120. <https://doi.org/10.1111/j.1741-2358.2010.00421.x>
- Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T. y Wennerberg, A. (2014). Immediate nonfunctional versus immediate functional loading and dental implant failure rates: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 42(9), 1052–1059. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.06.010>
- De Bruyn, H., Raes, S., Ostman, P. O. y Cosyn, J. (2014). Immediate loading in partially and completely edentulous jaws: a review of the literature with clinical guidelines. *Periodontology 2000*, 66(1), 153–187. <https://doi.org/10.1111/prd.12040>
- Deslis, A., Hasan, I., Bourauel, C., Bayer, S., Stark, H. y Keilig, L. (2012). Numerical investigations of the loading behaviour of a prefabricated non-rigid bar system. *Annals of Anatomy = Anatomischer Anzeiger*, 194(6), 538–544. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2012.04.004>
- Esposito, M., Grusovin, M. G., Maghaireh, H. y Worthington, H. V. (2013). Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2013(3), CD003878. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003878.pub5>
- Fontijn-Tekamp, F. A., Slagter, A. P., van't Hof, M. A., Geertman, M. E. y Kalk, W. (1998). Bite forces with mandibular implant-retained overdentures. *Journal of Dental Research*, 77(10), 1832–1839. <https://doi.org/10.1177/00220345980770101101>
- Gallucci, G. O., Hamilton, A., Zhou, W., Buser, D. y Chen, S. (2018). Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 29(Suppl 16), 106–134. <https://doi.org/10.1111/clr.13276>
- Gao, J., Matsushita, Y., Esaki, D., Matsuzaki, T. y Koyano, K. (2014). Comparative stress analysis of delayed and immediate loading of a single implant in an edentulous maxilla model. *Journal of Dental Biomechanics*, 5, 1758736014533982. <https://doi.org/10.1177/1758736014533982>
- Han, X. L., Liu, Z. W. y Li, Y. T. (2011). [Three dimensional finite element analysis of biomechanical distribution of dental implants with immediate loading]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi = Huaxi Kouqiang Yixue Zazhi = West China Journal of Stomatology*, 29(2), 121–124.
- Joshi, N., Joshi, M. y Angadi, P. (2011). Immediate loading of dental implants: review of the literature. *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants*, 21(4), 269–279. <https://doi.org/10.1615/jlongtermeffmedimplants.v21.i4.20>
- Kim, H. Y., Kim, R. J., Qadeer, S., Jeong, C. M., Shin, S. W. y Huh, J. B. (2011). Immediate loading on mandibular edentulous patient with SFI Bar® overdenture. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 3(1), 47–50. <https://doi.org/10.4047/jap.2011.3.1.47>

Kwan, J. C. y Kwan, N. (2021). Clinical application of PEEK as a provisional fixed dental prosthesis retained by reciprocated guide surfaces of healing abutments during dental implant treatment. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 36(3), 581–586. <https://doi.org/10.11607/jomi.8465>

Mehl, C. J., Steiner, M., Ludwig, K. y Kern, M. (2015). Wear, microleakage and plastic deformation of an implant-supported chair-side bar system. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 7(4), 323–328. <https://doi.org/10.4047/jap.2015.7.4.323>

Melo, A. C. M., Ledra, I. M., Vieira, R. A., Coró, E. R. y Sartori, I. A. M. (2018). Maximum bite force of edentulous patients before and after dental implant rehabilitation: long-term follow-up and facial type influence. *Journal of Prosthodontics*, 27(6), 523–527. <https://doi.org/10.1111/jopr.12544>

Michalakakis, K., Kalpidis, C. D. y Hirayama, H. (2014). Conversion of an existing metal ceramic crown to an interim restoration and nonfunctional loading of a single implant in the maxillary esthetic zone: a clinical report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 111(1), 6–10. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.06.001>

Rismanchian, M., Bajoghli, F., Mostajeran, Z., Fazel, A. y Eshkevari, P.s (2009). Effect of implants on maximum bite force in edentulous patients. *The Journal of Oral Implantology*, 35(4), 196–200. <https://doi.org/10.1563/1548-1336-35.4.196>

Schnitman, P. A., Wohrle, P. S. y Rubenstein, J. E. (1990). Immediate fixed interim prostheses supported by two-stage threaded implants: methodology and results. *The Journal of Oral Implantology*, 16(2), 96–105.

Schwitalla, A. D., Zimmermann, T., Spintig, T., Abou-Emara, M., Lackmann, J., Müller, W. D. y Houshmand, A. (2018). Maximum insertion torque of a novel implant-abutment-interface design for PEEK dental implants. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 77, 85–89. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.09.005>

Suzuki, T., Kumagai, H., Watanabe, T., Uchida, T. y Nagao, M. (1997). Evaluation of complete denture occlusal contacts using pressure-sensitive sheets. *The International Journal of Prosthodontics*, 10(4), 386–391.

Uçankale, M., Akoğlu, B., Ozkan, Y. y Ozkan, Y. K. (2012). The effect of different attachment systems with implant-retained overdentures on maximum bite force and EMG. *Gerodontology*, 29(1), 24–29. <https://doi.org/10.1111/j.1741-2358.2010.00389.x>

### CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

### Dirección para correspondencia

Fundación Eduardo Anitua  
Jose Maria Cagigal 19, 01007  
Vitoria, España  
[eduardo@fundacioneduardoanitua.org](mailto:eduardo@fundacioneduardoanitua.org)

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



# Aplicación de Radiografías para la Estimación Forense de la Edad Dental

## Una Perspectiva Bioética

Application of X-rays for the Forensic Estimation of Dental Age  
A Bioethical Perspective

Recibido: 17/10/2022

Aceptado: 29/12/2022

Briem Stamm AD<sup>1,2</sup>, Fernández Iriarte MA<sup>1</sup>, Outes MS<sup>1</sup>, Rannelucci LR<sup>1</sup>, Casadoumeq AC<sup>1</sup>, Telechea CR<sup>1</sup>, Zemborain CR<sup>1</sup>, Salazar JD<sup>1</sup>, Buljevich SA<sup>1</sup>, Arias CG<sup>1</sup>

<sup>1</sup> **Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Odontología**  
**Cátedra de Odontología Legal, Forense**  
**e Historia de la Odontología**  
**Buenos Aires, Argentina**

<sup>2</sup> **Gendarmería Nacional Argentina**  
**Dirección de Criminalística y Estudios Forenses,**  
**Sección Odontología Legal y Forense**  
**Buenos Aires, Argentina**

### RESUMEN

Uno de los aspectos más relevantes del actual mundo globalizado reside en las incesantes corrientes migratorias, donde un gran número de menores de edad se encuentran desprotegidos de sus derechos esenciales. En tales contextos, la estimación forense de la edad se sustenta en la aplicación multidisciplinaria de diferentes criterios científicos validados internacionalmente. La exposición a la radiación ionizante es común en técnicas destinadas a analizar los periodos de mineralización y cierre apical de la dentición definitiva, generando controversias respecto a la invasión que ello supone sobre la salud de las personas involucradas, cuestionándose que el acto pericial realizado no redunde en beneficios terapéuticos que justifiquen tal exposición. En ámbitos penales donde se busca dilucidar la mayoría de edad de jóvenes que han delinquido, la evaluación de los terceros molares representa una estrategia crucial para estimarla, constituyendo el índice de madurez (I3M) desarrollado por Cameriere et al., el método cuantitativo más difundido. El presente artículo reflexiona sobre aspectos bioéticos inherentes a tales procesos, poniendo énfasis en la autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia como principios insustituibles que deben respetarse en ámbitos afines a la edad forense.

**Palabras clave:** estimación de la edad; radiación ionizante; radiografía panorámica; terceros molares; bioética.

### ABSTRACT

One of the most relevant aspects of the current globalized world lies in the incessant migratory flows, where a large number of minors are unprotected of their essential rights. In such contexts, the forensic estimation of age is based on the multidisciplinary application of different internationally validated scientific criteria. Exposure to ionizing radiation is common in techniques designed to analyze the periods of mineralization and apical closure of the

final dentition, generating controversies regarding the invasion that this implies on the health of the people involved, questioning whether the expert act carried out does not redound in therapeutic benefits justifying such exposure. In criminal settings where it is sought to elucidate the age of majority of young people who have committed crimes, the evaluation of third molars represents a crucial strategy to estimate it, constituting the maturity index (I3M) developed by Cameriere et al., the most widespread quantitative method. This article reflects on bioethical aspects inherent to such processes, emphasizing in the autonomy, beneficence, non-maleficence and justice as irreplaceable principles that must be respected in areas related to forensic age.

**Keywords:** age estimation; ionizing radiation; panoramic radiography; Third molars; bioethics.

## INTRODUCCIÓN

La problemática de las corrientes migratorias ha generado, a nivel global, notorios desafíos para estimar la edad en los diferentes estamentos médico legales (Chakraborty et al., 2022).

Como corolario de violaciones de derechos humanos, conflictos armados y persecuciones de diversa índole, más de 70 millones de personas fueron desplazadas por la fuerza, en todo el mundo, a fines del año 2018 (United Nations High Commissioner for Refugees, 2019). Un importante porcentaje de dicha cifra corresponde a niños y jóvenes, número que se ha incrementado notoriamente por las vicisitudes de la pandemia por el COVID-19 (Sieffien et al., 2020), o la invasión de Rusia a Ucrania (Yurdakal, 2022). La Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Niño (OHCHR) establece que las personas que no han alcanzado los 18 años son considerados menores, salvo que existan disposiciones específicas al respecto (United Nations Commission on Human Rights, 1990; UNICEF, 2016).

La estimación de la edad reviste gran importancia, en virtud de que un niño, considerado incorrectamente como adulto, podría estar expuesto a peligros en entornos inadecuados o, por el contrario, si un mayor de edad fuera ponderado erróneamente como un menor, podría generar situaciones de riesgo para aquellos (United Nations Commission on Human Rights, 1990; Klas et al., 2022). Asimismo, en la práctica forense, tal estipulación en sujetos vivos es clave, no solo para procedimientos de refugiados y solicitantes de asilo, sino también en cuestiones penales y civiles, derechos humanos, tráfico de personas, pornografía infantil y deportes competitivos (Separated Children in Europe Programme, 2012; European Migration Network, 2017).

Desde 2013, el Fondo Internacional de Emergencia para la Infancia de las Naciones Unidas (UNICEF) y la

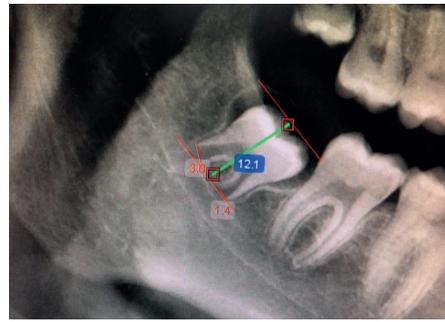
Oficina de Apoyo al Asilo (EASO) recomiendan un enfoque multidisciplinario en la evaluación forense de la edad, sustentado en la implementación gradual de los diferentes métodos disponibles (UNICEF, 2013; Oficina de Apoyo al Asilo, 2018). Ambas entidades han generado recomendaciones orientadas por los principios de la ética médica y, particularmente, por el Artículo 3 de la OHCHR (Office of the High Commissioner for Human Rights), donde se recomienda una especial consideración en las acciones inherentes a los niños, que abarcan también los procedimientos de estimación de la edad (United Nations Committee on the Rights of the Child, 2005; Thevissen et al., 2012; Klas et al., 2022). Basados en la implementación de técnicas afines al proceso de evaluación de la edad, los métodos que involucran radiación deberían ser aplicados como última alternativa cuando otras estrategias, como el análisis de la envergadura física y la inspección odontológica, puedan resultar inciertas (Thevissen et al., 2012; Ubelaker y Khosrowshahi, 2019).

El desarrollo y la emergencia de los dientes representan los criterios más utilizados para estimar la edad cronológica/real mediante la observación clínica, complementada idealmente por el estudio radiográfico (Thevissen et al., 2012; Chakraborty et al., 2022). En la adolescencia tardía, casi en el límite crítico de los 18 años (Thevissen et al., 2012), se produce la finalización del proceso de calcificación de los terceros molares (Ubelaker y Khosrowshahi, 2019; Chakraborty et al., 2022). Las paredes del conducto radicular se vuelven paralelas y los extremos apicales tienden a cerrarse (Chakraborty et al., 2022), constituyendo el análisis ortopantomográfico (Figura 1) la rutina más asequible (Mincer et al., 1993; Aynsley-Green et al., 2012; Lei et al., 2019). Es menester considerar que dichos dientes son los indicadores más fiables de la madurez dental, en virtud de que se pueden correlacionar con bastante precisión respecto a la edad cronológica de un sujeto (Kullman et al., 1992; Mincer et al., 1993), aunque ostentan variabilidad en cuanto a tamaño y tiempo de formación, pudiendo, asimismo, estar congénitamente ausentes, presentar malformaciones, ser extraídos prematuramente o permanecer retenidos (Levesque et al., 1981). En tal sentido, se ha afirmado que el desarrollo de las denominadas muelas del juicio, proporciona la mejor metodología para discriminar entre la niñez y la mayoría de edad, en comparación con otros indicadores físicos y radiológicos (Kullman et al., 1992).

El objetivo de este trabajo es evaluar aspectos bioéticos relacionados con la implementación del método radiográfico de Cameriere et al., para la estimación de la edad dental en contextos legales y forenses, haciendo hincapié en la autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia, como principios insustituibles que deben respetarse en ámbitos afines a la edad forense.



**FIGURA 1.** Ortopantomografía con terceros molares en desarrollo. Fuente: Los autores



**FIGURA 2.** Trazado de planos y medición digital de las distancias (en mm) de los ápices y de la longitud del tercer molar. Herramientas de medición: Software del equipo Planmeca Romexis®. Fuente: Los autores

## EDAD DENTAL

El examen clínico de la cavidad oral constituye una estrategia útil para estimar la edad hasta los 15 o 16 años, cuando todos los dientes permanentes, excepto los terceros molares, han completado su desarrollo. Al final de la adolescencia dichos elementos dentarios (Mincer et al., 1993) representan indicadores biológicos de cierta fiabilidad para la estimación de la edad, pudiendo sostener dicha viabilidad hasta los 20-25 años aproximadamente, cuando se produce, generalmente, el cierre de los ápices (Levesque et al., 1981; Kullman et al., 1992).

Si bien en contextos forenses el método más referenciado para estimar la edad dental es el preconizado por Cameriere et al. (2008), todavía existe una considerable controversia sobre la precisión de una radiografía panorámica para tal fin. Durante mucho tiempo, la metodología Demirjian et al., (1973), fue la más utilizada. Los autores describieron ocho etapas de calcificación para cada diente, desde la punta de una cúspide hasta el cierre total de la misma, etiquetándolas como 0 para ausencia de calcificación y A-H para las 8 etapas con evolución de dicho criterio. Las radiografías panorámicas se obtuvieron de una muestra de 1446 niños y 1482 niñas de 2 a 20 años de origen franco-canadiense, adaptándolo posteriormente Mincer et al., (1993) para el estudio exclusivo de los terceros molares (3M) con el propósito de estimar la edad cronológica en juveniles y adultos. Esta pesquisa proporcionó puntos de referencia de edad para estadounidenses blancos (rango de edad de 14 a 24 años) basados en casos (n=823) de Estados Unidos y Canadá. La formación del 3M maxilar fue ligeramente superior al mandibular, y el cierre apical fue más precoz en hombres que en mujeres. El sistema de Demirjian et al., se ha aplicado en distintas poblaciones, mostrando diferencias en el desarrollo de los terceros molares (Liversidge, 2010; Thevissen et al., 2010).

## EL ÍNDICE TERCER MOLAR (I3M) DE CAMERIERE ET AL.

El I3M se define como la relación entre los dos anchos pulpares apicales y la longitud total del tercer molar mandibular izquierdo (Cameriere et al., 2008). Si el vértice de la raíz ha completado el cierre el I3M=0. En aquellas situaciones con desarrollo incompleto, es decir ápices abiertos, el I3M se calcula sumando las distancias de los lados interiores de los mismos, dividido por la longitud del diente (Figura 2).

Conforme este enfoque, el valor de corte del I3M es  $< 0.08$  para un individuo con una edad mayor de 18 años con un intervalo de confianza de 95%, permitiendo diferenciar sujetos adultos de menores, con toda la significancia que ello conlleva en situaciones de imputabilidad penal para jóvenes cuya edad cronológica se desconoce. El tercer molar mandibular izquierdo es recomendado para las mediciones y evaluación del I3M debido a su mayor desarrollo (Cameriere et al., 2008). Para la sustanciación de este sistema resulta imperativo el estudio radiográfico, motivando por ello que asociaciones científicas de diferentes latitudes hayan expresado que debería aplicarse como último recurso, tomando en consideración principios bioéticos (The Australasian Pediatric Endocrine Group, 2011; Galić et al, 2015; European Asylum Support Office, 2018).

## UNA PERSPECTIVA BIOÉTICA

Se ha definido a la Bioética como el estudio sistemático de la conducta humana en los campos de las ciencias biológicas y de la atención de la salud, en la medida en que esta se analice conforme valores y principios morales (Pinto et al., 2021). Los bioeticistas Tom Beauchamp y James Franklin Childress definieron en 1979 los cuatro principios de la bioética, es decir, autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia (Have, 2016). El principio de autonomía se basa

en el deber de fomentar y proteger la libre elección de un paciente, por lo que, en un entorno de atención médica, se traduce en la realización del consentimiento informado (Have, 2016; Pinto et al., 2021). Ello es delegable al proceso de evaluación de la edad, cuyos exámenes solo deben llevarse a cabo con el consentimiento del niño o de su tutor (Beauchamp y Childress, 2001; Have, 2016). La legislación argentina (Código Civil y Comercial de la República Argentina, 2014) hace referencia a la competencia decisoria y a la autonomía progresiva como requisitos esenciales de las personas para consentir un tratamiento médico. En lo atinente a los menores, dicho ordenamiento jurídico estipula que aquellos con edades que oscilan entre 13 y 15 años inclusive, están en condiciones de brindar su consentimiento para un tratamiento médico/odontológico, siempre y cuando el mismo no sea potencialmente invasivo. Ahora bien, los jóvenes que han cumplido 16 años, son considerados como adultos en lo concerniente a las decisiones respecto a su cuerpo y tratamientos terapéuticos afines. Empero, en el ámbito de la estimación forense de la edad, varios autores han señalado que obtener el consentimiento informado resulta complejo (Beauchamp y Childress, 2001), e incluso, que el sujeto tiene derecho a negarse a cualquier examen médico (Sauer et al., 2016; Sulmasy et al., 2019).

El principio de no maleficencia se fundamenta en el deber de no dañar al paciente (Sulmasy et al., 2019). La aplicación de metodologías para estimar la edad en jóvenes, como el índice del tercer molar de Cameriere (I3M), se sustenta en estudios radiográficos, no pudiendo evitarse, por ende, la exposición a los rayos X. En consecuencia, tal como se realiza el estudio imagenológico para estipular la madurez ósea, se hace imperioso evaluar su potencial riesgo en los procesos de datación de la edad dental. En las técnicas destinadas a tal fin, un aspecto álgido y siempre controversial es el inherente a la aplicación de rayos X con propósitos no clínicos, y el riesgo que ello conlleva para los sujetos peritados que se encuentran en fase de crecimiento y desarrollo (Redding, 1993; Pinto et al., 2021). Esto se verifica en estudios tendientes a establecer la madurez esquelética a través del análisis imagenológico en la mano izquierda/muñeca (Figura 3), la epífisis medial de la clavícula, la rodilla e incluso la cadera (Klas et al., 2022). De hecho, el examen radiográfico de la mano/muñeca sigue siendo el método más común y rápido utilizado en varios países europeos para la estimación forense de la edad ósea (Council of Europe, 1997; European Parliament and The Council of the European Union, 2013). El principio ALARA, que significa tan baja como sea razonablemente posible (As Low As Reasonably Achievable), puntualiza que los métodos médicos afines al uso de cualquier radiación ionizante deberían formar parte de un enfoque holístico y multidisciplinario, empleados como último



**FIGURA 3.** Radiografía de mano y muñeca izquierda. Niño de 11 años y 6 meses. Fuente: Atlas Greulich y Pyle

recurso y sólo cuando las ventajas superen los riesgos de infligir daño por radiación a un individuo (Thevissen et al., 2012). Las directrices internacionales recomiendan explícitamente que aquellos métodos que involucren rayos X deben usarse solo si los procedimientos médicos libres de los mismos, como una observación física u odontológica, arrojasen resultados no concluyentes (Angelakopoulos et al., 2020). Sin embargo, las características del desarrollo del tercer molar, investigadas a través del I3M de Cameriere et al., ameritan una exposición a la radiación, efectuando las mediciones directamente en una radiografía periapical o panorámica.

Se ha expresado que la dosis efectiva de una ortopantomografía es de 0,02 mSv (milisieverts) (Council of the European Union, 1997), equivalente a tres días de radiación, e incluso menos, si se compara con una radiografía intraoral del tercer molar (Regulla y Eder, 2005). Un individuo puede recibir una exposición anual a la radiación de fuentes naturales de alrededor de 3,1 mSv (Okano y Sur, 2010). Las dosis de rayos X emanadas por dos ortopantomografías son similares a aquella generada en un vuelo intercontinental (Okano y Sur, 2010). La mortalidad relacionada

con radiografías panorámicas es de 1:380,000, mucho más baja que otros riesgos de vida, tales como ahogamiento (1:2900), homicidio (1:530), accidentes (1:220), caídas (1:140), infarto de miocardio (1:20) o tumor maligno (1:7) (Regulla y Eder, 2005; Okano y Sur, 2010). Existen escasos reportes sobre estudios de niños expuestos a radiación diagnóstica durante períodos suficientemente largos como para evaluar el riesgo generado, comparándolo con sujetos adultos (Okano y Sur, 2010). Sin embargo, el nivel de exposición relacionado con el uso de una ortopantomografía o una radiografía intraoral periapical, se podría clasificar como de riesgo insignificante para la salud de una persona. En este sentido, es necesario ponderar los beneficios reales de las tomas radiográficas y el potencial daño que ello podría causarle a un niño. La muy baja exposición a la radiación y los beneficios relacionados con la evaluación de la edad cumplen el principio ALARA, resultando impostergable obtener el consentimiento del individuo después de que él/ella ha sido plenamente informado de los consabidos riesgos.

El principio de beneficencia es inherente a la obligación moral de actuar en beneficio de los demás o lo que se traduce como hacer el bien (Pinto et al., 2021). Implica, asimismo, restaurar el daño ocasionado y promover el bienestar. Se diferencia de la no maleficencia ya que atañe al ámbito privado, no configurando su inobservancia, delito alguno. Todo examen invasivo o intrusivo, incluida la inspección física para evaluar la madurez sexual o la exposición a la radiación para el análisis óseo y dental, debe evitarse, aunque pueda resultar de inestimable ayuda en la práctica de la estimación de la edad (Thevissen et al., 2012; Pinto et al., 2021). Los procedimientos de datación sólo pueden ser iniciados si las estrategias médicas exentas de radiación no son concluyentes y persistan dudas respecto a la edad del niño (Thevissen et al., 2012; United States Nuclear Regulatory Commission, 2017). Es muy común que la franja etaria cercana a los 18 años genere incertezas sobre todo si los indicadores físicos y sexuales sugieren caracteres atribuibles a una persona adulta. La mineralización de los ápices radiculares del tercer molar por el método del I3M proporciona información relevante para la estimación de la edad, pudiendo contribuir a la identificación del menor y a la consecuente protección de sus derechos (Cameriere et al., 2008).

El principio de justicia representa la igualdad en la distribución de cargas y beneficios. De hecho, el criterio que se utiliza para saber si una actuación es o no ética, desde el punto de vista de este principio, es el reparto equitativo de aquellos bienes que mejoran el cuidado de la salud (Pinto et al., 2021). La evaluación de la edad debe basarse en el respeto a los derechos humanos, siendo incorrecto discriminar a un niño por factores atribuibles a sus padres/cuidadores, edad,

etnia, religión, idioma, género, nacionalidad, origen étnico o social, discapacidad, orientación sexual, condición política o de otro tipo (Schmeling et al., 2010).

## DISCUSIÓN

Es sabido que no existen métodos capaces de estimar la edad con exactitud (Thevissen et al., 2012; Ubelaker y Khosrowshahi, 2019; Chakraborty et al., 2022), por lo que se hace imprescindible recurrir a técnicas confiables que minimicen a la máxima expresión posible el margen de error en su abordaje, cercenando las posibilidades de que un niño sea tratado como un adulto o viceversa (Pinto et al., 2021). La edad legal de un individuo tiene consecuencias en lo atinente a la protección de sus derechos, ya sea por su sola condición de inmigrante, responsabilidad penal, oportunidad laboral, servicios sociales, sanitarios, matrimonio, entre otras (Aynsley-Green et al., 2012). Sólo la mitad de los inmigrantes menores de 5 años en países en vías de desarrollo tienen sus nacimientos registrados correctamente (UNICEF, 2010). En los diferentes entornos forenses que ameritan la evaluación de la edad, sus metodologías concomitantes deberían sustentarse en factores objetivos, prescindiendo de la subjetividad, originada potencialmente por su género, nacionalidad y origen étnico (Thevissen et al., 2012; Ubelaker y Khosrowshahi, 2019). Se han reportado ostensibles limitaciones de los métodos estimativos de la edad forense cuando se aplican a grupos étnicos ajenos a la muestra original de estudio, resultando aconsejable generar estándares específicos de la población sopesada para aumentar su precisión (Sauer et al., 2016; Chakraborty et al., 2022).

Múltiples investigaciones indican que la aplicación del I3M ha demostrado, en las diferentes latitudes, mayor especificidad y bajas dosis de radiación, como así también diferencias en el desarrollo de los terceros molares entre los grupos poblacionales (Gulsahi et al., 2016; Santiago et al., 2018). Los africanos muestran un tercer molar más exuberante en comparación con los europeos, mientras que un ligero retraso en la mineralización dental ha sido registrado en personas asiáticas (Santiago et al., 2018; De Micco et al., 2021). En el campo forense, el rendimiento de discriminación de cualquier método de estimación de la edad debe tener mejor especificidad (individuos correctamente clasificados como menores) que sensibilidad (individuos correctamente clasificados como adultos). El I3M de Cameriere muestra buena especificidad (la proporción de sujetos correctamente clasificados menores de 18 años en base a  $I3M > 0.08$ ) en la adolescencia y una mejor sensibilidad (la proporción de sujetos clasificado correctamente como mayor o igual a 18 años basado en  $I3M < 0.08$ ) para la edad adulta (Cameriere et al., 2008; Santiago et al., 2018). Un meta análisis reciente informa que el I3M resulta un método adecuado para estimar la edad adulta con

finest forenses, ya que tiene alta predictibilidad para discriminar si un individuo ha cumplido los 18 años de edad, con muy buena sensibilidad para ambos sexos, que van desde 51,8% a 93,4%, y una especificidad que va desde 86,2% al 100% con una proporción total de individuos correctamente clasificados que oscila entre el 74% y el 95% (Santiago et al., 2018). Según una revisión de 22 estudios sobre diferentes poblaciones étnicas, el I3M resultó ser fácil de usar, con un ligero riesgo de subestimación en ambos sexos, y mostrando confiabilidad y reproducibilidad en los principales grupos étnicos y subgrupos de múltiples distribuciones geográficas (De Micco et al., 2021). El error intra e inter-observador no reveló variabilidad significativa, lo que indicó homogeneidad en la evaluación (Cameriere et al., 2008). Las imágenes dentales podrían considerarse como la primera opción entre los métodos médicos intrusivos (no libres de radiación), conforme con las recomendaciones emitidas por EASO y UNICEF, así como por el Grupo de Estudio sobre Diagnóstico Forense de la Edad (AGFAD) y Forensic Anthropology Society of Europe (United Nations Commission on Human Rights, 1990; Olze et al., 2004; 2007; UNICEF, 2016; Wenke, 2017; European Asylum Support Office, 2018).

## CONCLUSIONES

La obtención de imágenes de la región cervical, de los huesos del carpo y de los dientes, con finalidad forense, se considera potencialmente no benéfica y bioéticamente cuestionable en razón de que se cumplen sin prescripción médica o beneficios terapéuticos, además de ser potencialmente peligrosa por la exposición a la radiación. Frente a estos puntos críticos, la estimación de la edad por el método del I3M preconizado por Cameriere et al., parece realizarse cumplimentando los principios éticos de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia. Aunque la sustanciación del mismo implica generar radiografías panorámicas o periapicales del tercer molar, se minimiza la exposición a la radiación, adecuándose a lo postulado del principio ALARA. En este sentido, el I3M es un método cuantitativo y confiable, diseñado específicamente para contribuir al establecimiento de la mayoría de edad con fines forenses y no con fines clínicos, habiendo demostrado un elevado grado de precisión con una mejor especificidad que sensibilidad.

En virtud de lo expuesto, y atento a la necesidad de fomentar estudios para contar con indicadores fiables de las diferentes poblaciones del Territorio Nacional Argentino, sería apropiado incluir la evaluación radiológica del desarrollo del tercer molar a través del I3M de Cameriere et al. en guías procedimentales de estimación forense de la edad dental en instituciones Médico Legales.

## REFERENCIAS

- Angelakopoulos, N., Galić, I., De Luca, S., Campobasso, C. P., Martino, F., De Micco, F., Coccia, E. y Cameriere, R. (2020). Skeletal age assessment by measuring planar projections of carpals and distal epiphyses of ulna and radius bones in a sample of South African subadults. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 54(1), 75–87. <https://doi.org/10.1080/00450618.2020.1766111>
- Aynsley-Green, A., Cole, T. J., Crawley, H., Lessof, N., Boag, L. R. y Wallace, R. M. (2012). Medical, statistical, ethical and human rights considerations in the assessment of age in children and young people subject to immigration control. *British Medical Bulletin*, 102, 17–42. <https://doi.org/10.1093/bmb/lds014>
- Beauchamp, T. L. y Childress, J. F. (2001). *Principles of biomedical ethics*. (5th edition). Oxford University Press.
- Cameriere, R., Ferrante, L., De Angelis, D., Scarpino, F. y Galli, F. (2008). The comparison between measurement of open apices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18 year olds in living subjects. *International Journal of Legal Medicine*, 122(6), 493–497. <https://doi.org/10.1007/s00414-008-0279-6>
- Chakraborty, A., Kundu, A., Sarkar, S. y Silajjiya, D. (2022). A review on clinical and forensic perspective of dental age estimation in children. *International Journal of Ethics, Trauma and Victimology*, 8(1), 31–35. <https://ijetv.org/index.php/IJETV/article/view/1138>
- Código Civil y Comercial de la República Argentina. (2014). Ley 26.994, 7 de octubre del 2014. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/235000-239999/235975/norma.htm>
- Council of Europe. (1997). Convention for the protection of Human Rights and Dignity of the Human Being with regard to the Application of Biology and Medicine: Convention on Human Rights and Biomedicine (ETS No. 164) [en línea]. <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list?module=treaty-detail&treaty-num=164>
- Council of the European Union. (1997). Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure, and repealing Directive 84/466/Euratom [en línea]. <http://data.europa.eu/eli/dir/1997/43/oj>

- De Micco, F., Martino, F., Velandia Palacio, L. A., Cingolani, M. y Campobasso, C. P. (2021). Third molar maturity index and legal age in different ethnic populations: accuracy of Cameriere's method. *Medicine, Science, and the Law*, 61(1\_suppl), 105–112. <https://doi.org/10.1177/0025802419900686>
- Demirjian, A., Goldstein, H. y Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human biology*, 45(2), 211–227. <https://www.jstor.org/stable/41459864>
- European Asylum Support Office. (2018). EASO practical guide on age assessment. (2nd. ed.). <https://euaa.europa.eu/sites/default/files/easo-practical-guide-on-age-assesment-v3-2018.pdf>
- European Migration Network. (2017). Approaches to unaccompanied minors following status determination in the EU plus Norway: EMN synthesis report [en línea]. <https://emn.ie/publications/approaches-to-unaccompanied-minors-following-status-determination-in-the-eu-plus-norway-emn-synthesis-report/>
- European Parliament and The Council of the European Union. (2013). Directive 2013/32/EU. Official Journal of the European Union [en línea]. <https://www.easo.europa.eu/sites/default/files/public/Dve-2013-32-Asylum-Procedures.pdf>
- Galić, I., Lauc, T., Brkić, H., Vodanović, M., Galić, E., Biazzevic, M. G., Brakus, I., Badrov, J. y Cameriere, R. (2015). Cameriere's third molar maturity index in assessing age of majority. *Forensic Science International*, 252, 191.e1–191.e1915. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.04.030>
- Gulsahi, A., De Luca, S., Cehreli, S. B., Tiralí, R. E. y Cameriere, R. (2016). Accuracy of the third molar index for assessing the legal majority of 18 years in Turkish population. *Forensic Science International*, 266, 584.e1–584.e6. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.04.034>
- Have, H. ten. (2016). *Encyclopedia of global bioethics*. Springer Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05544-2>
- Klas, J., Grzywacz, A., Kulszo, K., Grunwald, A., Kluz, N., Makaryczew, M. y Samardakiewicz, M. (2022). Challenges in the medical and psychosocial care of the paediatric refugee-A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10656. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710656>
- Kullman, L., Johanson, G. y Akesson, L. (1992). Root development of the lower third molar and its relation to chronological age. *Swedish Dental Journal*, 16(4), 161–167.
- Lei, G., Liu, F., Liu, P., Zhou, Y., Jiao, T. y Dang, Y. H. (2019). Worldwide tendency and focused research in forensic anthropology: a bibliometric analysis of decade (2008-2017). *Legal Medicine (Tokyo, Japan)*, 37, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2019.01.008>
- Levesque, G. Y., Demirjian, A. y Tanguay, R. (1981). Sexual dimorphism in the development, emergence, and agenesis of the mandibular third molar. *Journal of Dental Research*, 60(10), 1735–1741. <https://doi.org/10.1177/00220345810600100201>
- Liversidge H. M. (2010). Interpreting group differences using Demirjian's dental maturity method. *Forensic Science International*, 201(1-3), 95–101. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.02.032>
- Mincer, H. H., Harris, E. F. y Berryman, H. E. (1993). The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *Journal of Forensic Sciences*, 38(2), 379–390. <https://doi.org/10.1520/JFS13418J>
- Oficina de Apoyo al Asilo. (2018). EASO: Informe general anual de 2018 [en línea]. <http://hdl.handle.net/10234/188055>
- Okano, T. y Sur, J. (2010). Radiation dose and protection in dentistry. *Japanese Dental Science Review*. 46(2), 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2009.11.004>
- Olze, A., Schmeling, A., Taniguchi, M., Maeda, H., van Niekerk, P., Wernecke, K. D. y Geserick, G. (2004). Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. *International Journal of Legal Medicine*, 118(3), 170–173. <https://doi.org/10.1007/s00414-004-0434-7>
- Olze, A., van Niekerk, P., Ishikawa, T., Zhu, B. L., Schulz, R., Maeda, H. y Schmeling, A. (2007). Comparative study on the effect of ethnicity on wisdom tooth eruption. *International Journal of Legal Medicine*, 121(6), 445–448. <https://doi.org/10.1007/s00414-007-0171-9>
- Pinto, P. H. V., Borges, B. S., Machado, A. L. R., Guimarães, M. A. y Silva, R. H. A. da. (2021). Uso de acervos de imagens em pesquisas na Odontologia Legal: reflexões éticas, bioéticas e legais. *Medicina (Ribeirão Preto)*, 54(1), e172960. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.rmrp.2021.172960>

- Redding R. E. (1993). Children's competence to provide informed consent for mental health treatment. *Washington and Lee Law Review*, 50(2), 695–753. <https://scholarlycommons.law.wlu.edu/wlulr/vol50/iss2/13>
- Regulla, D. F. y Eder, H. (2005). Patient exposure in medical X-ray imaging in Europe. *Radiation Protection Dosimetry*, 114(1-3), 11–25. <https://doi.org/10.1093/rpd/nch538>
- Santiago, B. M., Almeida, L., Cavalcanti, Y. W., Magno, M. B. y Maia, L. C. (2018). Accuracy of the third molar maturity index in assessing the legal age of 18 years: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Legal Medicine*, 132(4), 1167–1184. <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1766-4>
- Sauer, P. J., Nicholson, A., Neubauer, D. y Advocacy and Ethics Group of the European Academy of Paediatrics (2016). Age determination in asylum seekers: physicians should not be implicated. *European Journal of Pediatrics*, 175(3), 299–303. <https://doi.org/10.1007/s00431-015-2628-z>
- Schmelting, A., Schmidt, S., Schulz, R., Olze, A., Reisinger, W. y Vieth, V. (2010). Practical imaging techniques for age evaluation. En Black, S., Payne-James, J. y Aggrawal A, eds. *Age estimation in the living: the practitioners guide*. John Wiley & Sons, 130–149. <https://doi.org/10.1002/9780470669785.ch8>
- Separated Children in Europe Programme (2012). Position paper on age assessment in the context of separated children in Europe [en línea]. <https://www.refworld.org/docid/4ff535f2.html>
- Sieffien, W. Law, S. y Andermann, L. (2020). Immigrant and refugee mental health during the COVID-19 pandemic: additional key considerations [blog post]. *Canadian Family Physician*. <https://www.cfp.ca/news/2020/06/23/06-23-1>
- Sulmasy, L. S., Bledsoe, T. A. y ACP Ethics, Professionalism and Human Rights Committee (2019). *American College of Physicians ethics manual: seventh edition*. *Annals of Internal Medicine*, 170(2\_Suppl), S1–S32. <https://doi.org/10.7326/M18-2160>
- The Australasian Pediatric Endocrine Group, The Royal Australasian College of Physicians, The Australian & New Zealand Society for Pediatric Radiology y The Royal Australian and New Zealand College of Radiologist. (2011). Assessment of age of refugees and those persons accused of providing refugees with illegal access to Australia: the unethical use of ionizing radiation (XRays) and/or genital examination [en línea]. [https://www.rch.org.au/uploadedFiles/Main/Content/immigranthealth/Letter\\_bone\\_age\\_MD\\_Jan\\_2012.pdf](https://www.rch.org.au/uploadedFiles/Main/Content/immigranthealth/Letter_bone_age_MD_Jan_2012.pdf)
- Thevissen, P. W., Fieuws, S. y Willems, G. (2010). Human third molars development: Comparison of 9 country specific populations. *Forensic Science International*, 201(1-3), 102–105. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.04.054>
- Thevissen, P. W., Kvaal, S. I. y Willems, G. (2012). Ethics in age estimation of unaccompanied minors. *The Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, 30 Suppl 1, 84–102. [http://www.iofos.eu/Journals/JFOS%20sup1\\_Nov12/IDEALS%209-123.pdf](http://www.iofos.eu/Journals/JFOS%20sup1_Nov12/IDEALS%209-123.pdf)
- Ubelaker, D. H. y Khosrowshahi, H. (2019). Estimation of age in forensic anthropology: historical perspective and recent methodological advances. *Forensic Sciences Research*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1549711>
- United Nations Children's Fund (UNICEF). (2010). Progress for children: achieving the MDGs with equity [en línea]. <https://data.unicef.org/resources/progress-for-children-achieving-the-mdgs-with-equity-number-9-september-2010/>
- United Nations Children's Fund (UNICEF). (2013). Age assessment: a technical note [en línea]. <https://www.refworld.org/docid/5130659f2.html>
- United Nations Children's Fund (UNICEF). (2016). Age matters! Age-related barriers to service access and the realisation of rights for children, adolescents and youth. Final report - October 2016 [en línea]. [https://agemattersnow.org/downloads/YPL\\_Age\\_Matters\\_Final\\_Report\\_Oct2016.pdf](https://agemattersnow.org/downloads/YPL_Age_Matters_Final_Report_Oct2016.pdf)
- United Nations Commission on Human Rights. (1990). *Convention on the rights of the child* [en línea]. <https://www.refworld.org/docid/3b00f03d30.html>
- United Nations Committee on the Rights of the Child (CRC). (2005). General comment no. 6: treatment of unaccompanied and separated children outside their country of origin [en línea]. <https://www.refworld.org/docid/42dd174b4.html>

United Nations High Commissioner for Refugees. (2019). Global Trends. Forced displacement in 2018 [en línea]. <https://www.unhcr.org/statistics/unhcrstats/5d08d7ee7/unhcr-global-trends-2018.html>

United States Nuclear Regulatory Commission. (2020). Backgrounder on biological effects of radiation [en línea]. <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/bio-effects-radiation.html>

Wenke, D. (2017). Age assessment: Council of Europe member states' policies, procedures and practices respectful of children's rights in the context of migration [en línea]. Council of Europe. <https://rm.coe.int/168074b723>

Yurdakal, I. H. (2022). Pre-service teachers' opinions on the problems of refugee-asylum-seeking children. *European Journal of Alternative Education Studies*, 7(1), 97–113. <https://eric.ed.gov/?id=ED619616>

### CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

### Dirección para correspondencia

Unidad Académica Odontología Legal con Historia de la Odontología  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
Marcelo T. de Alvear 2142  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AA  
[alan.briem@odontologia.uba.ar](mailto:alan.briem@odontologia.uba.ar)

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina





# Adhesión a Dentina Parte I: Características del Sustrato y Sistemas Adhesivos

## Dentin Bonding Part I: Substrate Characteristics and Bonding Systems

Recibido: 05/09/2022

Aceptado: 30/11/2022

Piguillem Brizuela FJ<sup>1</sup>, Di Mauro MS<sup>1</sup>,  
Montoro MR<sup>1</sup>, Lombardo NP<sup>2</sup>

<sup>1</sup> **Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Odontología**  
**Cátedra de Odontología Restauradora**  
**Buenos Aires, Argentina**

<sup>2</sup> **Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Odontología**  
**Cátedra de Preclínica de Odontología Restauradora**  
**Buenos Aires, Argentina**

### RESUMEN

La Odontología Restauradora contemporánea no puede concebirse sin la adhesión de los materiales restauradores a las estructuras dentarias. En muchos procedimientos restauradores, no sólo el esmalte sino también la dentina se encuentra involucrada, por lo tanto, la adhesión a esta última juega un rol clave en el éxito clínico. No obstante, todavía supone un gran desafío lograr una adhesión estable y predecible en el tiempo. El propósito del presente artículo es analizar las características principales de la dentina como sustrato adhesivo y describir los sistemas adhesivos actuales y sus mecanismos de acción.

**Palabras clave:** adhesión a dentina, adhesivos de grado independiente, adhesivos autograbantes, adhesivos universales, 10-MDP

### ABSTRACT

Contemporary Restorative Dentistry cannot be conceived without the adhesion of restorative materials to dental structures. In many restorative procedures not only the enamel, but also the dentin is involved, therefore dentin bonding plays a key role in their success. However, it is still a great challenge to achieve stable and predictable dentin bonding over time. The aim of this article is to analyze the main characteristics of dentin as an adhesive substrate and to describe current adhesive systems and their bonding mechanisms.

**Keywords:** dentin bonding, etch & rinse, self-etch, universal bonding agents, 10-MDP

### INTRODUCCIÓN

La adhesión a través de sistemas adhesivos poliméricos, entre los tejidos dentarios y los materiales resinosos de restauración o fijación, es un pilar fundamental de la Odontología Restauradora contemporánea y una pieza clave en infinidad de procedimientos pertenecientes a otras áreas de la Odontología.

La adhesión a los tejidos dentarios puede considerarse como una forma de ingeniería de tejidos (Pashley et al., 2011), a través de la cual se busca modificar la superficie de las estructuras dentarias para incorporar resinas adhesivas y crear una zona mixta diente-resina denominada capa híbrida (Nakabayashi et al., 1991). Supone un gran desafío generar esa hibridación simultánea entre los sistemas adhesivos y sustratos dentarios tan disímiles como el esmalte y la dentina.

La introducción de la técnica de grabado ácido en el esmalte (Buonocore, 1955) representó el punto de partida para el desarrollo de los materiales y técnicas adhesivas actuales. Dicha técnica, aun habiendo sufrido modificaciones posteriores, sigue considerándose como el gold standard en cuanto a adhesión a sustratos dentarios (Perdigão, 2020). La adhesión a la dentina, merced a sus características histológicas y a sus variables topográficas y fisiopatológicas, representa mucha mayor dificultad.

**LA DENTINA COMO SUSTRATO ADHESIVO**

**A) CARACTERÍSTICAS GENERALES**

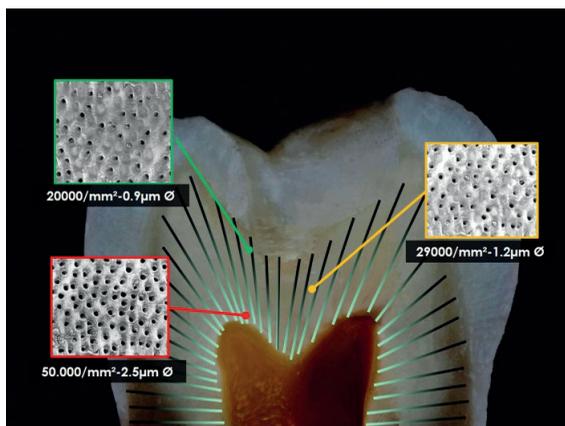
La dentina presenta una composición porcentual en peso de 70% de materia inorgánica, 18% de materia orgánica y 12% de agua (Gómez de Ferraris y Campos Muñoz, 2012), y 45% materia inorgánica, 33% materia orgánica y 22% de agua en volumen (Perdigão, 2020). Dichas proporciones sufren grandes diferencias según la región dentinaria y según diferentes variables fisiológicas y patológicas (Carvalho et al., 2012).

La dentina tiene una estructura tubular. Los túbulos dentinarios, que contienen los procesos odontoblásticos, comunican la cámara pulpar con la unión amelodentinaria, y tienen una forma de cono con su base hacia la pulpa. Están orientados de forma radial, lo cual produce que regionalmente aumente la densidad de túbulos por mm<sup>2</sup> y su diámetro, a medida que nos

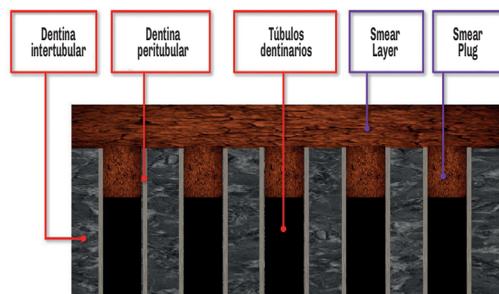
acercamos a la pulpa (Figura 1). En una preparación dentaria que alcance la dentina, los túbulos comunican la cámara pulpar con el medio externo, concepto conocido como permeabilidad dentinaria. A mayor cantidad y apertura de los túbulos dentinarios, mayor será la permeabilidad de la dentina. Los túbulos dentinarios presentan una cantidad de fluido que recibe una presión constante desde la cámara pulpar, estimada en 25-30 mm Hg (Perdigão, 2020). Dicho fluido puede dificultar las maniobras adhesivas y afectar su estabilidad en el tiempo. Por otro lado, la utilización de resinas adhesivas hidrófilas posibilita su difusión a través de los túbulos, pudiendo generar citotoxicidad e injuria pulpar de diverso grado (Chen et al., 2003). Cada túbulo dentinario está rodeado de una dentina denominada peritubular que es rica en hidroxiapatita y que posee un contenido orgánico relativamente escaso. La dentina que separa los túbulos dentinarios se denomina intertubular y es rica en colágeno de tipo I. Esta última conforma el sustrato principal para generar adhesión a la dentina (Carvalho et al., 2012).

Las variables topográficas y fisiopatológicas que pueden presentarse ofrecen diferencias en cuanto a la permeabilidad dentinaria y, por lo tanto, en el potencial adhesivo y el riesgo biológico que implica el uso de sistemas adhesivos poliméricos.

Aunque no forma parte del tejido dentinario, es necesario mencionar al smear layer (barro dentinario) como un elemento fundamental a considerar en la adhesión a dentina. El smear layer se compone de restos que se van generando producto del corte y/o desgaste de los tejidos duros durante la preparación dentaria, que se van compactando y uniendo firmemente a la superficie dentinaria e ingresando a los túbulos formando un verdadero tapón biológico (Figura 2). El smear layer superficial supone un obstáculo para la difusión de los monómeros adhesivos, pero los tapones que obliteran los túbulos dentinarios, denomina-



**FIGURA 1.** Esquema de la distribución de los túbulos dentinarios y sus variaciones regionales en densidad y diámetro



**FIGURA 2.** Esquema de los elementos que conforman el sustrato dentinario

dos smear plugs, reducen la permeabilidad dentinaria, pudiendo ser de utilidad durante las maniobras adhesivas (Uribe-Echevarría et al., 2010).

## B) VARIABLES EN EL SUSTRATO DENTINARIO

Resulta muy importante poder identificar el sustrato dentinario sobre el cual se efectuarán técnicas adhesivas. Cada sustrato ofrece diferencias en cuanto al potencial adhesivo y riesgos biológicos cuya valoración permitirá al clínico tomar decisiones en cuanto a materiales y técnicas a implementar.

En primer término, los túbulos dentinarios en las paredes de la preparación están cortados de manera longitudinal a diferencia del piso pulpar o pared axial donde están cortados de manera transversal. La permeabilidad dentinaria en las paredes es mínima con respecto al piso. Este hecho se acentúa con la profundidad al acercarnos a la pulpa, donde la densidad y el diámetro de los túbulos aumenta. La adhesión a las paredes es, por tanto, mejor y más segura que en piso o pared axial (Uribe-Echevarría et al., 2010).

Las variables que pueden existir en el sustrato dentinario a nivel del piso o pared axial que influyen en las maniobras adhesivas se pueden clasificar, de modo muy sintético, en las siguientes:

- 1) Dentina superficial o de media profundidad clínicamente sana (Figura 3). Cantidad de túbulos escasa o moderada. Adecuada cantidad de dentina intertubular para hibridizar. Posee un potencial adhesivo alto y un riesgo biológico bajo.
- 2) Dentina profunda clínicamente sana (Figura 4). Se obtiene al hacer una preparación dentaria con remoción total del tejido cariado o en traumatismos. Hay una gran cantidad de túbulos y escasa dentina intertubular. En estos casos el potencial adhesivo es muy bajo y el riesgo biológico muy alto.
- 3) Dentina profunda cariada (Figura 5). Se obtiene al realizar técnicas de remoción selectiva de caries (Alleman y Magne, 2012; Schwendicke et al., 2016). Se

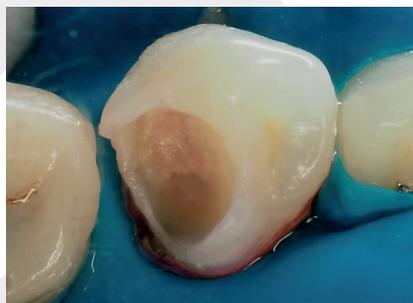
dividen a su vez en dentina cariada interna o afectada, y dentina cariada externa o infectada, cuya preservación se hará solamente en caso de exposición pulpar inminente. La adhesión al tejido cariado es posible, aunque presenta valores adhesivos inferiores a la dentina sana (Yoshiyama et al., 2002). El potencial adhesivo de estas dentinas es bajo (especialmente en la dentina cariada externa) pero el riesgo biológico es menor que en una dentina profunda sana ya que está dificultada la difusión de ácidos y monómeros en profundidad. Además de la hibridización directa, el enfoque terapéutico de estas dentinas puede orientarse a la remineralización con cementos de ionómero vítreo o materiales biocerámicos.

4) Dentinas hipermineralizadas (Figura 6). Se presentan en las dentinas que sufren esclerosis fisiológica asociada al envejecimiento, caries de avance crónico o lesiones cervicales no cariosas entre otras. Presentan los túbulos dentinarios parcial o totalmente obliterados, y la dentina intertubular está hipermineralizada, lo que hace más difícil el accionar de un acondicionador ácido. Se sugieren maniobras de asperización mecánica previamente a las maniobras adhesivas con piedras de diamante o microarenado con óxido de aluminio. La capa híbrida es delgada con escasa o nula formación de tags (Peumans et al., 2020). Son sustratos con un potencial adhesivo regular, pero con bajo riesgo biológico.

5) Dentina de la pieza tratada endodóticamente (Figuras 7 y 8). Estas dentinas representan un sustrato difícil a nivel adhesivo, pero sin riesgo biológico al estar la pieza desvitalizada. Varios aspectos dificultan la adhesión en estos sustratos: colágeno en estado degradativo, dificultad para manejar el estrés de contracción de los sistemas adhesivos y materiales de restauración. Particularmente en el interior del conducto radicular se generan obstáculos muy difíciles de salvar, como son la posibilidad de una adecuada limpieza superficial de las paredes, acceso limitado



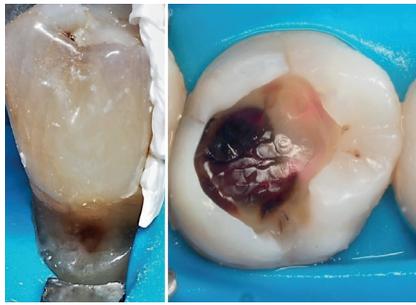
**FIGURA 3.** Dentina clínicamente sana de profundidad media



**FIGURA 4.** Dentina profunda clínicamente sana de alta permeabilidad



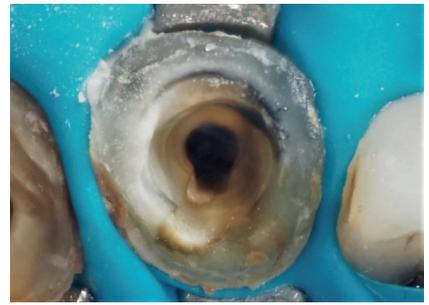
**FIGURA 5.** Dentina profunda afectada por caries evidenciada con detector de caries



**FIGURA 6.** Dentinas hipermineralizadas. A la izquierda, una lesión cervical no cariosa. A la derecha, la dentina de un molar portador de una restauración amalgama por años



**FIGURA 7.** Dentina coronaria de una pieza endodóticamente tratada



**FIGURA 8.** Dentina intrarradicular

de la energía lumínica para activar la polimerización, y una adecuada evaporación de los solventes que contienen los adhesivos (Özcan y Volpato, 2020).

### MECANISMOS DE ADHESIÓN A DENTINA CON ADHESIVOS POLIMÉRICOS

El mecanismo principal de adhesión a la dentina es la interacción micromecánica que se genera de la siguiente manera (Breschi et al., 2018):

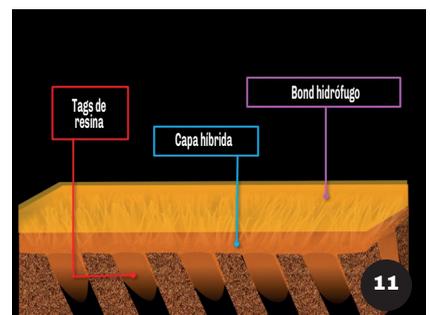
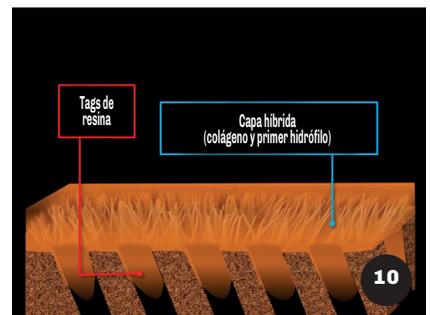
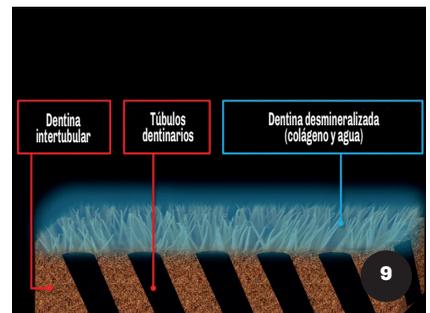
1) Desmineralización, a través de una sustancia ácida, de una franja de dentina (de 1 a 10  $\mu\text{m}$  dependiendo del acondicionador), exponiendo la trama colágena subyacente y el agua, libres de la fracción inorgánica (Figura 9).

2) Infiltración de la trama colágena por resinas adhesivas hidrófilas (componente denominado primer) para dar lugar a la formación de la capa híbrida dentinaria (Figura 10).

3) Penetración de la resina en los túbulos dentinarios, si el acondicionador ácido tiene la fuerza suficiente para abrirlos, formándose unas trabas micromecánicas secundarias denominadas tags o prolongaciones de resina dentro de los túbulos (Figura 10).

4) Aplicación de resinas adhesivas predominantemente hidrófugas (componente denominado bond), que serán capaces de copolimerizar con el material resinoso subsiguiente, ya sea un composite de restauración o un medio cementante resinoso, de naturaleza netamente hidrófuga (Figura 11).

5) Existe otro mecanismo adhesivo a través de la utilización de ciertos monómeros adhesivos (por ejemplo, 10-MDP) con los que es posible obtener una adhesión química de naturaleza iónica. Estos monómeros ácidos producen una desmineralización incompleta del mineral que da soporte a las fibras colágenas (Van Meerbeek et al., 2011), posibilitando una interacción iónica con la hidroxiapatita remanente.



**FIGURA 9.** Esquema de la dentina desmineralizada por acondicionamiento ácido

**FIGURA 10.** Esquema de la dentina infiltrada por resinas adhesivas hidrófilas para la formación de la capa híbrida y tags en los túbulos dentinarios

**FIGURA 11.** Esquema de la capa adhesiva completa

## SISTEMAS ADHESIVOS ACTUALES

Los sistemas adhesivos se pueden clasificar (Van Landuyt et al., 2007) a partir de la combinación de los tres componentes principales de los sistemas adhesivos: ácido, primer y bond (Figura 12).

### A) SISTEMAS ADHESIVOS DE GRABADO ÁCIDO INDEPENDIENTE O ETCH & RINSE

Son sistemas que presentan la sustancia ácida acondicionante, que es generalmente ácido fosfórico en una concentración que oscila entre 32 a 37%, en un frasco o jeringa independiente. Existen dos tipos de sistemas en este grupo:

- 1) De 3 pasos o adhesivos de 4ª generación. Son los sistemas más antiguos de los que tienen vigencia. Presentan 3 frascos separados que contienen el ácido, el primer hidrófilo y el bond hidrófugo respectivamente.
- 2) De 2 pasos o adhesivos de 5ª generación. El ácido se presenta por separado, pero los monómeros hidrófilos e hidrófugos conviven en la misma mezcla en frasco único con el objetivo de simplificar la técnica.

#### Principales características de estos sistemas

El mecanismo por el cual se adhieren es por traba micromecánica tanto en esmalte como en dentina.

El acondicionador que emplean es un ácido fuerte que elimina por completo el smear layer. Desmineraliza la dentina en profundidad (5-10  $\mu\text{m}$ ) exponiendo una amplia franja de colágeno y eliminando toda la hidroxiapatita que le da soporte. Por lo tanto, aumenta la permeabilidad del sustrato sobre el que está actuando de forma tal que, en muchas ocasiones, supone un acondicionamiento demasiado agresivo que produce mayor susceptibilidad a la degradación adhesiva y a la aparición de sensibilidad postoperatoria (Van Meerbeek et al., 2020).

El paso de lavado del ácido y secado de la dentina supone un paso de gran sensibilidad técnica. La dentina debe quedar con un grado de humedad que permita la infiltración de la trama colágena por los monómeros hidrófilos. Un exceso o un defecto de humedad dentinaria será perjudicial para la adhesión y es algo sumamente difícil de determinar con exactitud en la clínica.

El grabado en profundidad dificulta la infiltración completa de la trama colágena por parte de los monómeros hidrófilos, debido a la diferencia de presión de vapor entre los solventes que acarrean dichos monómeros y el agua que sostiene las fibras colágenas (Carvalho et al., 2010). A consecuencia de esto, en la base de la capa híbrida queda una zona con fibras colágenas sin encapsular por la resina imprimadora. Dichas fibras colágenas quedan expuestas a degradación por enzimas proteolíticas endógenas, denominadas metaloproteinasas y catepsinas (Pashley et al., 2004; Breschi et al., 2018).

Los sistemas simplificados de 5ª generación tienen un desempeño inferior a los sistemas multifrasco de

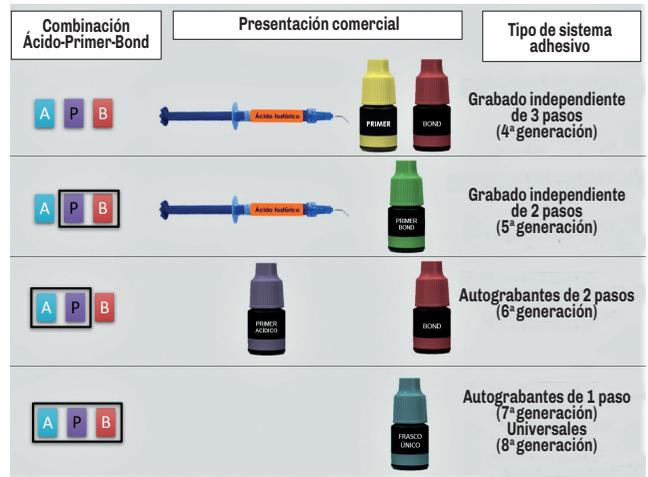


FIGURA 12. Clasificación de los sistemas adhesivos actuales

4ª generación (Perdigão, 2020). Esto se debe a unir en una misma mezcla los monómeros hidrófilos e hidrófugos, dando como resultado una sustancia netamente más hidrófila en su conjunto (Tay y Pashley, 2003). Es importante en estos sistemas la aplicación de al menos 2 capas para contrarrestar parcialmente este efecto. Además, la acidez superficial de la capa adhesiva generada disminuye el grado de polimerización de resinas de activación química o dual (Suh et al., 2003).

### B) SISTEMAS ADHESIVOS AUTOGRABANTES

Son sistemas que unifican el grabado y la infiltración de la dentina para que ocurran simultáneamente en una misma sustancia denominada primer ácido o monómero funcional (Figura 12). Existen 2 tipos de sistemas en este grupo:

- 1) Autograbantes de 2 pasos o de 6ª generación. Presentan 2 frascos. El primero contiene el primer ácido hidrófilo y el segundo contiene el bond hidrófugo.
- 2) Autograbantes de 1 paso o de 7ª generación. Presenta un solo frasco en el cual se combinan el primer ácido con el bond con el propósito de simplificar la técnica.

#### Principales características de estos sistemas

El mecanismo por el cual se adhieren a la dentina es por interacción micromecánica. Sin embargo, existen algunos monómeros que permiten adición interacción química, lo cual actúa en favor de la estabilidad adhesiva en el tiempo (Giannini et al., 2015).

Los monómeros funcionales del primer son ácidos más débiles que el ácido fosfórico, por lo que generan una menor desmineralización de la dentina. Esto conlleva a una menor posibilidad de sensibilidad postoperatoria en relación a los sistemas de grabado independiente (Van Meerbeek et al., 2011).

Según el pH del primer ácido, se subdividen en adhesivos autograbantes de acidez fuerte ( $\text{pH} < 1$ ), media

( $1 \leq \text{pH} < 2$ ), suave ( $2 \leq \text{pH} < 2,5$ ) o ultrasuave ( $\text{pH} \geq 2,5$ ). La agresividad del primer ácido determina el grado de alteración de la permeabilidad del sustrato. Los de acidez fuerte generan un efecto similar al ácido fosfórico, principalmente en las áreas menos mineralizadas (por ejemplo dentinas profundas), pero los de acidez suave o ultrasuave generan una interacción superficial con la dentina menor a  $1 \mu\text{m}$ , pudiendo conservar, por un lado, remanentes de hidroxiapatita que dan soporte a las fibras colágenas, favoreciendo tanto la interacción micromecánica como la química y, por otro lado, los smear plugs que limitan la permeabilidad dentinaria (Giannini et al, 2015; Van Meerbeek et al, 2020).

A pesar de las ventajas de un acondicionamiento más suave de la dentina con sistemas de pH más elevado, el acondicionamiento del esmalte, que es donde se asegura el sellado periférico de la restauración, es deficiente (Van Landuyt et al, 2006). Por ello, al utilizar sistemas de pH mayor a 2, se recomienda hacer un grabado previo con ácido fosfórico solamente en el esmalte para poder adherirlo adecuadamente. A esta técnica se la denomina grabado selectivo del esmalte (Figura 13). Los adhesivos de pH fuerte han demostrado un peor desempeño que los demás, y han sido paulatinamente retirados del mercado en favor de los adhesivos autograbantes de pH suave o ultrasuave (Van Meerbeek et al., 2011).

Al no haber paso de grabado previo separado del primer, la sensibilidad técnica disminuye ostensiblemente (Breschi et al., 2018; Perdigão, 2020).

El menor grado de desmineralización que produce menor exposición del colágeno y la simultaneidad grabado-imprimación genera un mejor encapsulado de la trama colágena por parte de los monómeros adhesivos (Van Meerbeek et al., 2011).

Se produce menor activación de metaloproteinasas y catepsinas por la menor agresividad del grabado lo cual, sumado a la menor cantidad de colágeno desprotegido sin infiltrar, reduce el fenómeno de degradación de la fase colágena de la capa híbrida dentina-

ria (Pashley et al., 2004; Van Meerbeek et al., 2020). Los sistemas de 7ª generación han demostrado tener múltiples inconvenientes tales como menor resistencia adhesiva inmediata, menor estabilidad en el tiempo, menor vida útil de almacenamiento e incompatibilidad con resinas de activación química/dual entre otras (Suh et al., 2003; Van Meerbeek et al., 2011). Por todo ello, los adhesivos de 7ª generación han sido reemplazados por la más reciente generación de adhesivos que son los llamados universales, multimodo o de 8ª generación.

**C) SISTEMAS ADHESIVOS UNIVERSALES**

Son conocidos también como multimodo porque se pueden usar como adhesivos de grabado total, como adhesivos autograbantes o con grabado selectivo del esmalte. Generalmente presentan un único frasco en el que conviven los monómeros funcionales hidrófilos y los monómeros hidrófugos.

**Principales características de estos sistemas**

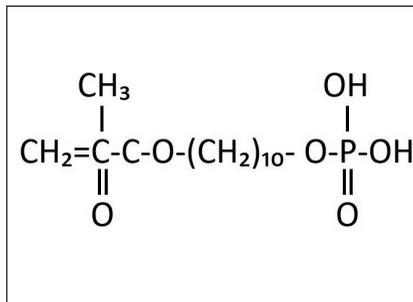
La acidez que presentan es, en su mayoría, de pH suave o ultrasuave.

A pesar de que existen las tres opciones de técnicas clínicas, el grabado total ha demostrado mejor desempeño que el autograbado en esmalte, pero sin diferencias relevantes en dentina. Por ello la técnica más sugerida es la de grabado selectivo del esmalte, que combina las ventajas del grabado fuerte con ácido fosfórico en esmalte y del grabado suave en dentina con los primers acídicos suaves o ultrasuaves (Scotti et al., 2017; Ma et al., 2022).

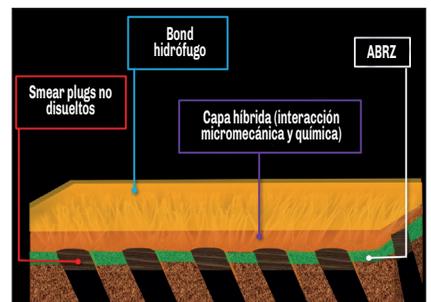
Para disminuir los problemas asociados a la hidrofilia de los adhesivos universales es conveniente la aplicación de, por lo menos, dos capas de los mismos. Además, se ha sugerido la utilización de una capa extra de una resina hidrófuga sobre la capa adhesiva generada con estos adhesivos (Sezinando et al., 2015; Ermis et al, 2019), o una fina capa de alrededor de 0,5mm de composite fluido.



**FIGURA 13.** Grabado selectivo del esmalte con ácido fosfórico



**FIGURA 14.** Molécula del 10-MDP



**FIGURA 15.** Esquema de la interacción adhesiva del 10-MDP con la dentina

Muchos adhesivos universales tienen como monómero funcional la molécula 10-MDP que permite adicionar adhesión química a la micromecánica. Sin embargo, hay sistemas adhesivos universales que contienen otros monómeros funcionales como el monofosfato de dipentaeritritol pentaacrilato (PENTA-P) de la firma Dentsply-Sirona, o el glicerofosfato dimetacrilato (GPDM) de la firma Kerr, que generan una interacción diferente con la dentina.

La acidez superficial de la capa adhesiva generada con estos sistemas también puede afectar el grado de polimerización de resinas de activación química o dual.

### 10-MDP

El monómero 10 metacriloxi decil dihidrógeno fosfato (10-MDP) fue sintetizado por la compañía Kuraray en 1981, originalmente para conseguir adhesión a metales. Posteriormente, al observar la posibilidad de una adhesión micromecánica y química estable a los sustratos dentarios, se introdujo en el mercado el producto Clearfil SE Bond (sistema de 6ª generación) a mediados de los años 90. La patente de Kuraray expiró en 2011 y muchas empresas incorporaron al 10-MDP en la formulación de sus adhesivos dando lugar a la aparición de los adhesivos universales (Yoshihara et al., 2015).

La estructura molecular presenta un extremo metacrilato para polimerizar, un extremo funcional de éster de ácido fosfórico que genera las interacciones adhesivas y una cadena espaciadora que le confiere una considerable hidrofobia (Figura 14).

El 10-MDP es un ácido débil que, al interaccionar con la dentina, desmineraliza e infiltra una franja de colágeno obteniendo adhesión micromecánica sin eliminar totalmente la hidroxiapatita intrafibrilar con la que logra una interacción iónica produciendo adhesión química. Además, el 10-MDP reacciona con el calcio que es liberado en la desmineralización generando sales estables de 10-MDP-Ca que se organizan en capas nanométricas de alrededor de 4nm, fenómeno conocido como nanolayering. Estas interacciones del 10-MDP con la dentina otorgan un tipo de adhesión particularmente estable (Van Meerbeek et al., 2020).

Se ha observado que, además, el 10-MDP genera otra estructura denominada zona de resistencia ácido-base denominada ABRZ (del inglés acid base resistant zone). No está clarificado el origen de su formación, pero se especula con una penetración de monómeros más profunda de lo que se pensaba. Esta estructura se forma más allá de la capa híbrida y es capaz de generar una protección considerable ante la aparición de caries secundaria (Figura 15). Esa dentina adyacente a la capa híbrida y reforzada con la capa ABRZ, es superior química y biológicamente a la dentina normal y se la ha denominado súper-dentina (Nikaido et al., 2011).

El 10-MDP se encuentra, aunque en menor grado que otros monómeros, sujeto a degradación hidrolítica, lo cual limita su estabilidad en el tiempo. Se ha visto que el desempeño adhesivo de diferentes sistemas basados en 10-MDP es variable y uno de los motivos es la calidad de síntesis industrial del monómero que puede producir impurezas que afectan tanto su capacidad adhesiva como su estabilidad hidrolítica (Yoshihara et al., 2015).

Se ha reportado que los adhesivos autograbantes formulados con 10-MDP tienen, en general, un desempeño superior a los que no lo incorporan (Fehrenbach et al., 2021).

### CONCLUSIONES

La Odontología Restauradora, a través de la adhesión de los materiales de restauración a los sustratos dentarios, ha podido alcanzar innumerables objetivos entre los que se encuentran la conservación y preservación de tejidos dentarios, la integración biomecánica entre diente y restauración, y la armonía óptica con las estructuras dentarias preexistentes o la modificación de las mismas para mejorar la estética dental entre muchos otros.

Si bien la preservación del esmalte permite asegurar el sellado periférico de la restauración, gracias a una adhesión muy predecible y longeva, resulta imprescindible alcanzar la mayor y más estable adhesión posible a la dentina, para que los objetivos antes mencionados sean alcanzados y tengan la mayor durabilidad posible.

Para ello deben tenerse en cuenta las características, variables y complejidades de la dentina como sustrato, y de los sistemas adhesivos, para poder decidir el protocolo más adecuado a cada situación clínica.

El acondicionamiento agresivo con ácido fosfórico presenta ciertos inconvenientes en que exigen cautela en su utilización, mientras que los sistemas autograbantes permiten protocolos menos sensibles y más seguros.

El monómero 10-MDP, presente en muchos sistemas adhesivos, ofrece una serie de características adhesivas y biológicas que lo posicionan como un recurso altamente efectivo y versátil.

### REFERENCIAS

Alleman, D. S., y Magne, P. (2012). A systematic approach to deep caries removal end points: the peripheral seal concept in adhesive dentistry. *Quintessence International*, 43(3), 197–208. <https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/840494>

- Breschi, L., Maravic, T., Cunha, S. R., Comba, A., Cadenaro, M., Tjäderhane, L., Pashley, D. H., Tay, F. R., y Mazzoni, A. (2018). Dentin bonding systems: From dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications. *Dental Materials*, 34(1), 78–96. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.11.005>
- Buonocore, M. G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of Dental Research*, 34(6), 849–853. <https://doi.org/10.1177/00220345550340060801>
- Carvalho, R. M., Manso, A. P., y Toledano Pérez, M. (2010). Durabilidad de la unión resina-diente. Una dimensión olvidada. En H. G. Henostroza (ed.) *Adhesión en odontología restauradora*. 2da ed. (575–595). Editora Ripano.
- Carvalho, R. M., Tjäderhane, L., Manso, A. P., Carrilho, M. R., y Carvalho C. A. R. (2012). Dentin as a bonding substrate. *Endodontic Topics*, 21(1), 62–88. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2012.00274.x>
- Chen, R. S., Liu, C. C., Tseng, W. Y., Jeng, J. H., y Lin, C. P. (2003). Cytotoxicity of three dentin bonding agents on human dental pulp cells. *Journal of Dentistry*, 31(3), 223–229. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(02\)00088-x](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(02)00088-x)
- Ermis, R. B., Ugurlu, M., Ahmed, M. H., y Van Meerbeek, B. (2019). Universal adhesives benefit from an extra hydrophobic adhesive layer when light cured beforehand. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 21(2), 179–188. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a42344>
- Fehrenbach, J., Isolan, C. P., y Münchow, E. A. (2021). Is the presence of 10-MDP associated to higher bonding performance for self-etching adhesive systems? A meta-analysis of in vitro studies. *Dental Materials*, 37(10), 1463–1485. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.08.014>
- Giannini, M., Makishi, P., Ayres, A. P., Vermelho, P. M., Fronza, B. M., Nikaido, T., y Tagami, J. (2015). Self-etch adhesive systems: a literature review. *Brazilian Dental Journal*, 26(1), 3–10. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201302442>
- Gómez de Ferraris, M. E., y Campos Muñoz, A. (2019). Dentina. En *Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental*. 4a ed. (184-212). Panamericana.
- Ma, K. S., Wang, L. T., y Blatz, M. B. (2022). Efficacy of adhesive strategies for restorative dentistry: a systematic review and network meta-analysis of double-blind randomized controlled trials over 12 months of follow-up. *Journal of Prosthodontic Research*. Advance online publication. [https://doi.org/10.2186/jpr.JPR\\_D\\_21\\_00279](https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_21_00279)
- Nakabayashi, N., Nakamura, M., y Yasuda, N. (1991). Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *Journal of Esthetic Dentistry*, 3(4), 133–138. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.1991.tb00985.x>
- Nikaido, T., Inoue, G., Takagaki, T., Waidyasekera, K., Iida, Y., Shinohara, M., Sadr, A., y Tagami, J. (2011). New strategy to create “Super Dentin” using adhesive technology: Reinforcement of adhesive-dentin interface and protection of tooth structures. *Japanese Dental Science Review*, 47(1), 31–42. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2010.04.002>
- Özcan, M., y Volpato, C. (2020). Current perspectives on dental adhesion: (3) Adhesion to intraradicular dentin: Concepts and applications. *The Japanese Dental Science Review*, 56(1), 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2020.08.002>
- Pashley, D. H., Tay, F. R., Breschi, L., Tjäderhane, L., Carvalho, R. M., Carrilho, M., y Tezvergil-Mutluay, A. (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental Materials*, 27(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.016>
- Pashley, D. H., Tay, F. R., Yiu, C., Hashimoto, M., Breschi, L., Carvalho, R. M., y Ito, S. (2004). Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *Journal of Dental Research*, 83(3), 216–221. <https://doi.org/10.1177/154405910408300306>
- Perdigão, J. (2020). Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion - not there yet. *The Japanese Dental Science Review*, 56(1), 190–207. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2020.08.004>
- Peumans, M., Politano, G., y Van Meerbeek, B. (2020). Treatment of noncarious cervical lesions: when, why, and how. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 15(1), 16–42. <https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/852384>

Schwendicke, F., Frencken, J. E., Bjørndal, L., Maltz, M., Manton, D. J., Ricketts, D., Van Landuyt, K., Banerjee, A., Campus, G., Doméjean, S., Fontana, M., Leal, S., Lo, E., Machiulskiene, V., Schulte, A., Splieth, C., Zandona, A. F., y Innes, N. P. (2016). Managing carious lesions: consensus recommendations on carious tissue removal. *Advances in Dental Research*, 28(2), 58–67. <https://doi.org/10.1177/0022034516639271>

Scotti, N., Cavalli, G., Gagliani, M., y Breschi, L. (2017). New adhesives and bonding techniques. Why and when?. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 12(4), 524–535. <https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/852308>

Sezinando, A., Luque-Martinez, I., Muñoz, M. A., Reis, A., Loguercio, A. D., y Perdigão, J. (2015). Influence of a hydrophobic resin coating on the immediate and 6-month dentin bonding of three universal adhesives. *Dental Materials*, 31(10), e236–e246. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.07.002>

Suh, B. I., Feng, L., Pashley, D. H., y Tay, F. R. (2003). Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 5(4), 267–282. [http://www.quintpub.com/userhome/jad/jad\\_5\\_4\\_suh\\_3.pdf](http://www.quintpub.com/userhome/jad/jad_5_4_suh_3.pdf)

Tay, F. R., y Pashley, D. H. (2003). Have dentin adhesives become too hydrophilic?. *Journal Canadian Dental Association*, 69(11), 726–731. <http://www.cda-adc.ca/jcda/vol-69/issue-11/726.html>

Uribe-Echevarría, J., Priotto, E. G., y Lutri M. S. (2010). Adhesión a esmalte y dentina con adhesivos poliméricos. En H. G. Henostroza (ed.) *Adhesión en odontología restauradora*. 2da ed. (89–135). Editora Ripano.

Van Landuyt, K. L., Kanumilli, P., De Munck, J., Peumans, M., Lambrechts, P., y Van Meerbeek, B. (2006). Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching. *Journal of Dentistry*, 34(1), 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2005.04.001>

Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., De Munck, J., Peumans, M., Yoshida, Y., Poitevin, A., Coutinho, E., Suzuki, K., Lambrechts, P., y Van Meerbeek, B. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 28(26), 3757–3785. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2007.04.044>

Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Van Landuyt, K., Yoshida, Y., y Peumans, M. (2020). From Buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives. A status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 22(1), 7–34. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43994>

Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Yoshida, Y., Mine, A., De Munck, J., y Van Landuyt, K. L. (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*, 27(1), 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.023>

Yoshihara, K., Nagaoka, N., Okihara, T., Kuroboshi, M., Hayakawa, S., Maruo, Y., Nishigawa, G., De Munck, J., Yoshida, Y., y Van Meerbeek, B. (2015). Functional monomer impurity affects adhesive performance. *Dental Materials*, 31(12), 1493–1501. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.09.019>

Yoshiyama, M., Tay, F. R., Doi, J., Nishitani, Y., Yamada, T., Ito, K., Carvalho, R. M., Nakajima, M., y Pashley, D. H. (2002). Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *Journal of dental research*, 81(8), 556–560. <https://doi.org/10.1177/154405910208100811>

### CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

### Dirección para correspondencia

Cátedra de Odontología Restauradora  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
Marcelo T de Alvear 2142, Piso 9A  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH  
[francisco.pilguillem@odontologia.uba.ar](mailto:francisco.pilguillem@odontologia.uba.ar)

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina





# Adhesión a Dentina Parte II: Estrategias para Optimizar la Adhesión a Dentina y Protocolos Adhesivos

## Dentin Bonding Part II: Strategies to Optimize Dentin Bonding and Adhesive Protocols

Recibido: 05/09/2022

Aceptado 30/11/2022

Piguillem Brizuela FJ<sup>1</sup>, Di Mauro MS<sup>1</sup>,  
Montoro MR<sup>1</sup>, Lombardo NP<sup>2</sup>

<sup>1</sup> **Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Odontología**  
**Cátedra de Odontología Restauradora**  
**Buenos Aires, Argentina**

<sup>2</sup> **Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Odontología**  
**Cátedra de Preclínica de Odontología Restauradora**  
**Buenos Aires, Argentina**

### RESUMEN

La adhesión a dentina con sistemas adhesivos poliméricos representa un desafío que surge de la necesidad de vincular un sustrato dentario heterogéneo y variable con materiales que presentan todavía ciertos aspectos a atender para poder conseguir el máximo desempeño. El propósito del presente artículo es evaluar algunas de las estrategias propuestas para mejorar la adhesión a dentina, y sugerir un protocolo de trabajo con los diferentes tipos de sistemas adhesivos.

**Palabras clave:** adhesión a dentina, sellado dentinario inmediato, degradación adhesiva, barro dentinario, protocolos adhesivos

### ABSTRACT

Dentin bonding with polymeric adhesive systems represents a challenge that arises from the need to link a heterogeneous and variable dental substrate with materials that still have certain aspects to be addressed in order to achieve maximum performance. The aim of this article is to evaluate some of the proposed strategies to improve dentin bonding and to suggest a protocol for each different type of bonding systems.

**Keywords:** dentin bonding, immediate dentin sealing, adhesive degradation, smear layer, bonding protocols.

### INTRODUCCIÓN

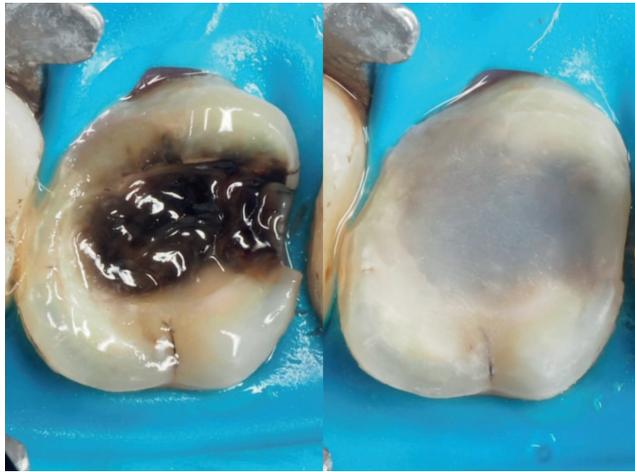
En la primera parte de este trabajo, fueron descritas las características de la dentina como sustrato y los diferentes tipos de sistemas adhesivos. En esta segunda parte serán abordadas diferentes estrategias que pueden mejorar la adhesión a dentina para, finalmente, integrar todos los conceptos vertidos en las dos partes, en un protocolo clínico para cada tipo de sistema adhesivo.

## ESTRATEGIAS PARA OPTIMIZAR LA ADHESIÓN A DENTINA

### 1) SELLADO DENTINARIO INMEDIATO

El sellado dentinario inmediato (SDI) es la ejecución de la técnica adhesiva en la dentina inmediatamente después de haber sido instrumentada durante la preparación dentaria, al encontrarse en el punto óptimo para realizarla (Magne, 2005).

Esa inmediatez es fácil de comprender cuando se van a realizar restauraciones directas en las cuales se procede a realizar la restauración en la misma sesión, pero el SDI se puede realizar después de realizar la preparación dentaria para una restauración indirecta previamente a la toma de impresiones (Figura 1), e incluso con anterioridad al tratamiento endodóntico (De Rose et al., 2015).



**FIGURA 1.** Preparación dentaria para realizar una restauración adhesiva indirecta, antes y después de la realización del sellado dentinario inmediato



En el caso de las restauraciones indirectas, después de la preparación y el SDI, el sustrato final involucra únicamente esmalte en el borde cavo superficial y resina sin dentina al descubierto. En la sesión de fijación, el sustrato deberá ser reactivado mediante algún procedimiento mecánico-químico (p. ej. microabrasión + ácido fosfórico) para proceder a la fijación adhesiva final (Magne, 2014).

El SDI pre-endodóntico (Figuras 2A y 2B) se realiza en la dentina coronaria al finalizar la remoción de tejido deficiente y el acceso a la cámara pulpar y canales radiculares, una vez que no hay sangrado o fluidos que puedan contaminar las superficies, pero sin haber utilizado irrigantes como el hipoclorito de sodio que puede penetrar en profundidad (Zou et al., 2010), y cuya acción opera en detrimento de la adhesión. Una vez sellada la dentina se proseguirá normalmente con el tratamiento endodóntico (De Rose et al., 2015).

Las ventajas del sellado dentinario inmediato son diversas (Magne, 2005):

- La adhesión a la dentina fresca recién instrumentada es superior a la generada en la dentina de forma diferida.
- Permite la maduración completa de la capa adhesiva dentinaria al momento de fijar la restauración definitiva.
- Previene el colapso de la capa híbrida durante el asentamiento de la restauración rígida indirecta.
- La dentina no se contamina en la etapa de provisionalización en restauraciones indirectas.
- La sensibilidad postoperatoria es virtualmente eliminada.
- Es posible prescindir de la anestesia local en la sesión de fijación adhesiva.

A pesar de los beneficios potenciales del SDI, existen trabajos de revisión sistemática y meta-análisis muy



**FIGURA 2A.** Pieza 2.6 con necesidad de un tratamiento endodóntico. Se remueve todo el tejido deficiente, se realiza la apertura cameral y acceso a los conductos radiculares. **2B.** Se protege el acceso a los conductos con teflón y se procede a realizar el sellado dentinario con elevación del margen disto-palatino

recientes con resultados antagónicos. Uno de ellos sugiere que no hay evidencia de la disminución de sensibilidad postoperatoria con respecto al sellado dentinario diferido (Josic et al., 2021). Otro trabajo, sin embargo, soporta el empleo del sellado dentinario inmediato en cuanto a la resistencia adhesiva (Hardan et al., 2022).

## 2) CONTROL DE LA AGRESIVIDAD DEL ACONDICIONAMIENTO DENTINARIO

Un acondicionamiento muy agresivo en la dentina, como el producido por el ácido fosfórico en sistemas de grabado independiente, universales en modo etch & rinse o sistemas autograbantes de acidez fuerte, expone una franja de colágeno imposible de infiltrar completamente, lo cual provoca vulnerabilidad de dicho colágeno a degradación por enzimas proteolíticas endógenas (Pashley et al., 2004) y persistencia de agua en la base de la capa híbrida, provocando un fenómeno conocido como nanofiltración (Sano et al., 1995; Tay y Pashley, 2003). Este último, a la larga, conducirá a una degradación hidrolítica de los polímeros que conforman la capa adhesiva. Además, el aumento de la permeabilidad dentinaria que se produce con el grabado, sumado a la capacidad de absorción de agua de la capa adhesiva (dependiendo de su hidrofilia), incrementará aún más la presencia de agua potenciando los efectos adversos mencionados, además de un mayor riesgo biológico.

La actividad de las enzimas proteolíticas puede ser inhibida para prolongar la vida útil del colágeno de la capa adhesiva. El agente inhibidor de metaloproteinasas y catepsinas más estudiado es la clorhexidina, con resultados favorables tanto in vitro como in vivo (Carrilho et al., 2007; Tjäderhane et al., 2013; Breschi et al., 2018). La clorhexidina se utiliza como diglucanato en una concentración al 2% frotándose durante 20 segundos en la dentina recién grabada con ácido fosfórico, lavada y secada para poder impregnar las fibras colágenas e inhibir la acción enzimática.

La degradación hidrolítica de los polímeros se produce en mayor medida con los adhesivos simplificados (sistemas de 5ª y 7ª generación, y universales), pero puede desacelerarse mediante el recubrimiento de la capa adhesiva con una capa extra de una resina hidrófuga o de composite fluido (Ermis et al., 2020; Van Meerbeek et al., 2020).

Tanto la degradación colágena como polimérica se pueden minimizar utilizando adhesivos autograbantes de pH suave o ultrasuave, idealmente basados en 10-MDP, que generan un acondicionamiento mucho menos agresivo.

## 3) MANEJO DEL SMEAR LAYER

Justificándose en el punto anterior, es beneficioso acondicionar la dentina de manera menos agresiva con adhesivos autograbantes de pH suave o ultrasuave.

Sin embargo, la capacidad reducida de desmineralización de estos sistemas, convierte al smear layer en una barrera para que los monómeros funcionales interaccionen con la superficie dentinaria propiamente dicha (Mine et al., 2014; Saikaew et al., 2022). El smear layer debe ser preparado previamente, disminuyendo su espesor y su densidad, para favorecer su disolución por parte de estos sistemas adhesivos. La terminación de las paredes de la preparación con instrumentos de corte suave, tales como fresas de filos múltiples o piedras de grano fino, permiten mejorar las características del smear layer. Otros métodos como la microabrasión con partículas de óxido de aluminio de 29-50 µm (Figura 3) mejoran aún más al smear layer como sustrato (Van Meerbeek et al., 2020).

El frotado enérgico del primer autograbante sobre la superficie de la dentina cubierta con smear layer permite una mejor disolución del último con respecto a una aplicación pasiva (Thanatvarakorn et al., 2016). Otra estrategia útil para mejorar el tratamiento del smear layer es la aplicación de hipoclorito de sodio en combinación con un antioxidante como el ácido ascórbico (Saikaew et al., 2022).

Además de estas características, hay estudios que revelan que los valores de adhesión aumentan si el smear layer dentinario está completamente seco (Toledano et al., 2004).

## 4) EVAPORACIÓN ADECUADA DE SOLVENTES

Todos los sistemas adhesivos contienen solventes que permiten la infiltración de los monómeros hidrófilos en la trama colágena dentinaria. Lo ideal es que, una vez cumplida su función, sean eliminados por completo porque su presencia remanente en la capa adhesiva altera la calidad de la adhesión (Cadenaro et al., 2009). Si bien la diferencia de presión de vapor entre los solventes y el agua dentinaria dificulta la evaporación total de los primeros (Carvalho et al., 2010), es



**FIGURA 3.** Microarenado de la superficie de la preparación dentaria con óxido de aluminio de 50 µm

imperativo eliminar la mayor cantidad que se pueda de ellos.

La eliminación de los solventes se ve favorecida por el frotado activo del primer en su aplicación, y se debe completar finalmente con la aplicación de aire limpio a presión suave libre de agua y aceite. Muchas veces es beneficioso extender los tiempos de evaporación con respecto a las indicaciones del fabricante para obtener una eliminación lo más óptima posible de los solventes, principalmente si contienen agua como solvente o co-solvente. Se ha sugerido un tiempo de entre 10 a 20 segundos de aire a presión suave para este fin (Luque-Martinez et al, 2014; Awad et al., 2019).

##### 5) MANEJO DE LA INTERACCIÓN NEGATIVA DE SISTEMAS ADHESIVOS SIMPLIFICADOS CON RESINAS DE ACTIVACIÓN QUÍMICA O DUAL

Los composites de activación química o dual son materiales muy versátiles utilizados en diversas situaciones clínicas como, por ejemplo, medio de fijación de restauraciones de inserción rígida y sustituto dentinario en preparaciones muy extensas, entre otras (Figuras 4A y 4B).

Los iniciadores químicos de la reacción de polimerización de estos materiales son unos compuestos catalíticos binarios formados por un peróxido y una amina terciaria cuya activación se ve dificultada en un medio con pH ácido. Al ser utilizados con sistemas adhesivos que generan capas adhesivas de pH ácido superficial como son la gran mayoría de los adhesivos simplificados (5ª generación, 7ª generación y universales) el grado de polimerización óptimo de estos materiales no será alcanzado (Suh et al, 2003).

Este fenómeno puede evitarse de diferentes maneras: a) En situaciones clínicas, donde el adhesivo simplificado pueda polimerizarse con anterioridad a la re-

sina de activación química o dual (generalmente restauraciones directas), se puede colocar una capa de resina hidrófuga o una capa de composite fluido para neutralizar la superficie antes de la colocación de la resina dual.

b) Cuando sea necesario activar la polimerización del adhesivo simplificado y de la resina química/dual de manera simultánea (restauraciones indirectas) será necesario mezclar previamente el adhesivo con una sustancia denominada activador dual, que es específico del adhesivo que se esté usando. Este activador compatibiliza químicamente ambos materiales.

c) Utilizar adhesivos simplificados con pH elevado (por ejemplo, All Bond Universal; Bisco de pH 3,2).

d) Utilizar sistemas adhesivos no simplificados (4ª y 6ª generación).

e) Utilizar sistemas adhesivos de activación química (por ejemplo, ParaBond, Coltene).

##### 6) FACTORES RELACIONADOS A LA POLIMERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS ADHESIVOS

###### 6.1 Activación de la polimerización

La adecuada polimerización de los sistemas adhesivos incide claramente en la calidad de la adhesión obtenida, influyendo en sus propiedades físico-químicas y su estabilidad en el tiempo.

La incorporación de monómeros hidrófilos en los sistemas adhesivos es necesaria para poder interactuar con un sustrato húmedo como la dentina. Sin embargo, expone a la capa adhesiva en formación a la absorción de agua que influye de forma negativa en la polimerización de los adhesivos. Este fenómeno afecta a todos los sistemas adhesivos, pero de manera particular a los sistemas simplificados, por su mayor



**FIGURA 4A.** A la izquierda, pieza dentaria con una fisura en sentido mesiodistal. A la derecha, una vez removido el tejido defectuoso. **4B.** A la izquierda, inyección de una resina de activación dual como sustituto dentinario. A la derecha, preparación final con recubrimiento cuspldeo total

grado de componentes hidrófilos, por lo que siempre van a presentar un grado de polimerización inferior a los sistemas no simplificados (4ª y 6ª generación). Prolongar los tiempos de exposición lumínica en los sistemas simplificados permite incrementar el grado de polimerización (Cadenaro et al.; 2019).

De todos modos, la adecuada polimerización no es una cuestión relacionada únicamente al tiempo de exposición lumínica. Las características de la unidad de polimerización influyen de forma sustancial en el grado de polimerización de los materiales fotoactivables. Existen diversas características deseables en una unidad de polimerización, como tener una alta energía de emisión lumínica, homogeneidad y colimación del haz de luz emitido y un amplio espectro de longitud de onda (Rueggeberg et al., 2017; Price et al., 2020).

## 6.2 Control del estrés de contracción de polimerización

La reacción de polimerización trae siempre aparejada una reducción volumétrica del material polimérico. A efectos de la creación de una capa adhesiva sólida y estable, influye el porcentaje de la contracción volumétrica, pero más aún la fuerza con la que ésta se genera, fenómeno conocido como estrés de contracción de polimerización.

El estrés de contracción es una fuerza en el interior del material cuyo flujo direccional puede concentrarse en la interfaz adhesiva, reduciendo su fuerza de unión o incluso desprendiéndola por completo. Esa fuerza puede oscilar entre 4 a 11 MPa (Al Sunbul et al., 2016).

Existen diversos factores que afectan la cantidad de estrés que se genera:

- Volumen del material que se está insertando en la preparación dentaria. A mayor volumen de material, mayor será el estrés de contracción.
- Cantidad de paredes de la preparación dentaria a las que se une el material que se está insertando. Como es sabido, las preparaciones dentarias tienen el denominado factor de configuración cavitario o Factor C, que refleja la cantidad de paredes de la preparación a adherir versus la cantidad de paredes libres sin adherir. A menor Factor C, más fácil será el manejo del estrés de contracción del material (Feilzer et al., 1987).
- Reacción de polimerización del material. Los materiales resinosos poseen una fase dentro del proceso de polimerización llamada fase de pregel. Los materiales de activación química poseen una fase de pregel prolongada, lo que permite que, a medida que avanza la reacción, la contracción se genere de forma suave produciéndose menor estrés de contracción.

Es deseable pues, utilizar estrategias que permitan manejar de forma adecuada el estrés de contracción de los materiales poliméricos. Entre ellas podemos mencionar:

### 6.2.1 Técnica de estratificación del composite en dentina

Los composites fotoactivables por lo general deben ser insertados en la preparación dentaria en capas no mayores a 2mm de espesor. Ello permite asegurar su correcta activación lumínica, y no generar un volumen de material que lleve a un estrés de polimerización aumentado.

Esas capas de composite pueden posicionarse en la preparación en forma de incrementos verticales, horizontales u oblicuos.

La estratificación en capas oblicuas permite conectar menos paredes de la preparación entre sí, lo cual reduce el estrés de contracción. Sin embargo, dentro de una misma preparación dentaria conviven diferentes sustratos dentarios con diferentes potenciales adhesivos, en lo que se ha denominado jerarquía de adhesividad (Alleman et al., 2017). Según este concepto, con una capa de composite idealmente se deberían conectar sustratos con potencial adhesivo equivalente para que la contracción de polimerización incida de forma idéntica en esos sustratos y no en favor de uno de ellos. La estratificación oblicua del composite permite conectar menos paredes de la preparación, pero conecta diferentes dentinas con potencial adhesivo no equivalente (Figura 5A).

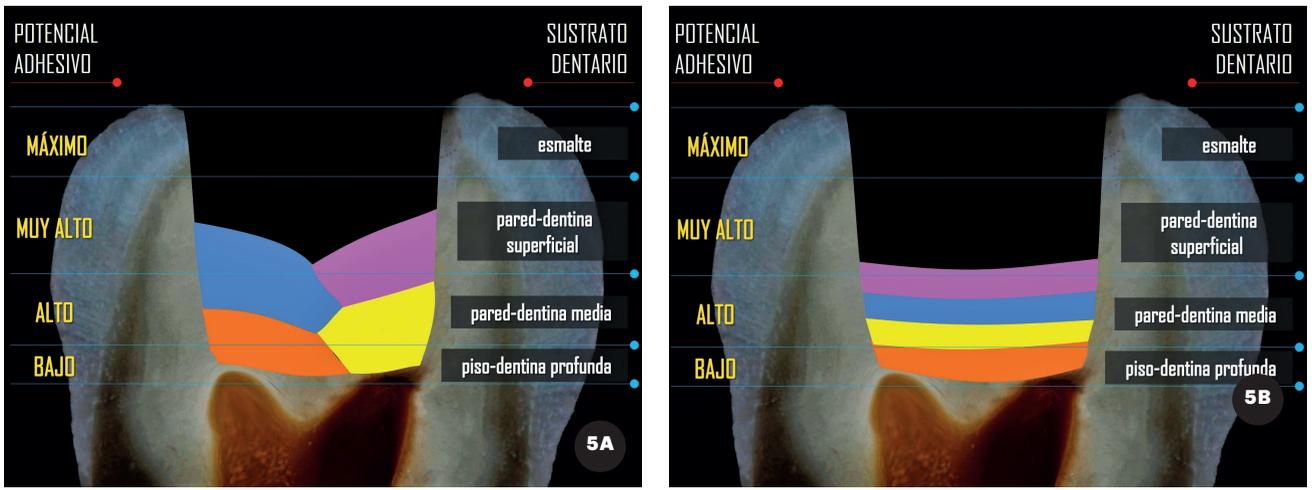
La estratificación horizontal permite conectar áreas de dentina con potencial adhesivo equivalente, lo cual atenuaría el efecto negativo del estrés de contracción sobre la capa adhesiva, principalmente en áreas de potencial adhesivo bajo. Hay autores que han establecido una correlación entre la estratificación horizontal del composite con una mejor adhesión al piso de la preparación dentaria (Nikolaenko et al., 2004). Sin embargo, con esta técnica, al conectar más paredes con cada incremento, es necesario compensar disminuyendo el volumen de cada incremento a no más de 1mm (Figura 5B).

### 6.2.2 Materiales de activación dual como sustitutos dentinarios

En preparaciones dentarias grandes de alto Factor C es complicado manejar adecuadamente el estrés, por el número elevado de paredes a adherir y el gran volumen de la preparación, lo cual también dificulta la activación lumínica de los composites fotoactivables. Por ello resulta útil, en estos casos, utilizar composites de activación dual como sustitutos dentinarios para mejorar la activación de polimerización y reducir el volumen de la preparación dentaria, con una disminución en el estrés de contracción en relación a un composite netamente fotoactivable que se reservaría para la restitución del esmalte (Figuras 4A y 4B).

### 6.2.3 Restauraciones indirectas o semi directas

En preparaciones dentarias de alto Factor C, como las



**FIGURA 5A.** Esquema de estratificación en capas oblicuas que favorece la reducción de estrés de contracción, pero conecta capas de diferente potencial adhesivo **5B.** Esquema de estratificación en capas horizontales de 1mm que conecta sustratos de potencial adhesivo equivalente para mejor distribución del estrés de contracción



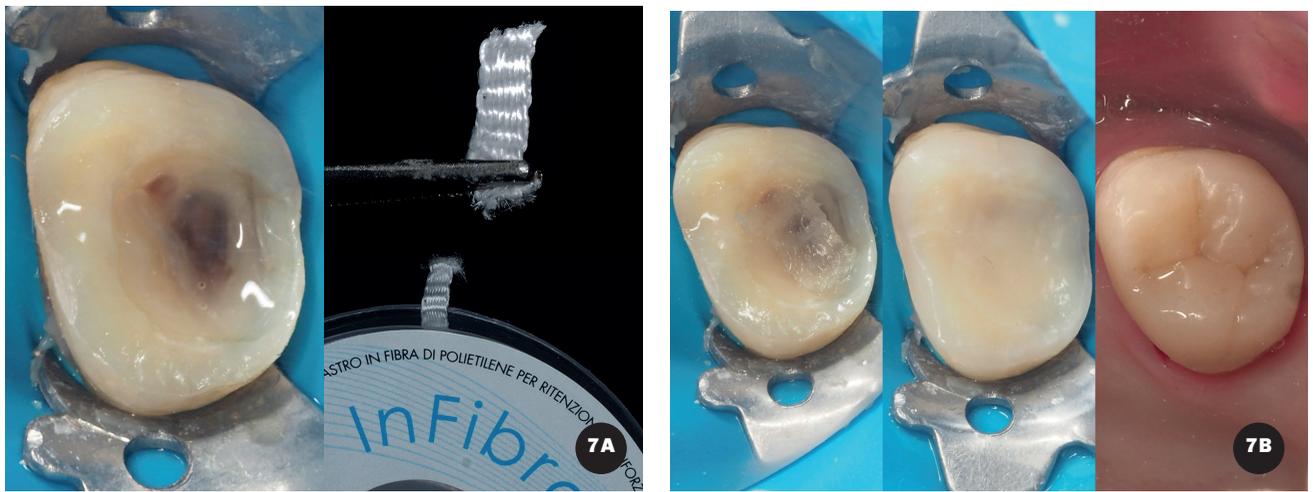
**FIGURA 6A.** Preparación dentaria para incrustaciones de tipo inlay **6B.** Vista de las incrustaciones fuera de boca y después de su fijación adhesiva

mencionadas en el punto anterior, en las que haya un compromiso mecánico asociado, está indicado realizar restauraciones adhesivas indirectas o semi directas de inserción rígida. Además de cumplir con la exigencia mecánica del caso, se elimina el problema del estrés de contracción, al restaurar con un material que ya completó su reacción de endurecimiento (Figuras 6A y 6B).

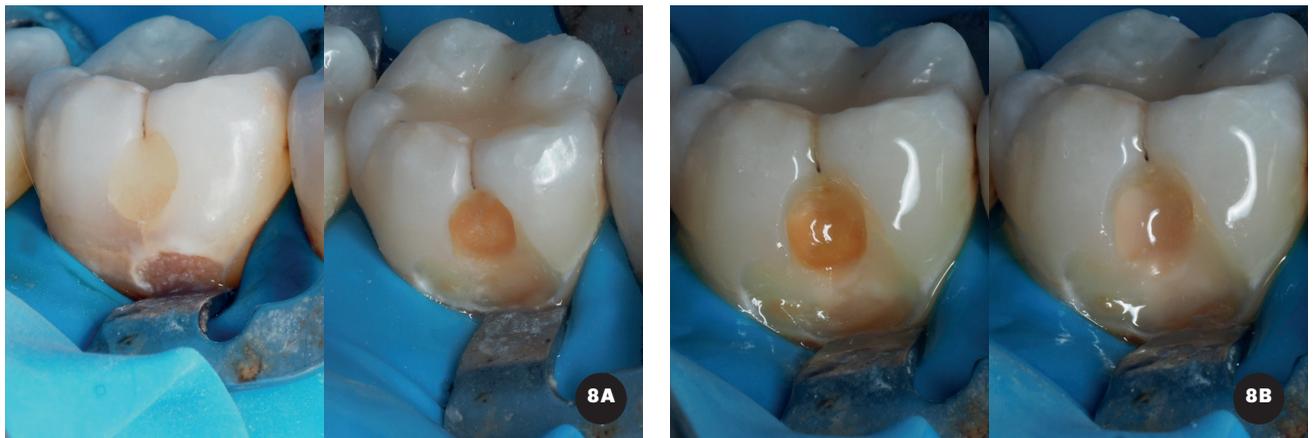
**6.2.4 Materiales reforzados con fibras para proteger a la capa híbrida**

Como fue descrito en el artículo precedente (Adhesión a dentina parte I), existen ciertos tipos de dentina cuyo potencial adhesivo es escaso (por ejemplo, paredes axiales o pulpares permeables profundas o dentina cariada externa e interna), resultando en valores de resistencia adhesiva bajos en relación a otros sustratos.

El estrés de contracción que se genera durante la estratificación del material restaurador puede afectar a la frágil capa adhesiva de esos tipos de dentina. Para ello existe una estrategia adicional que permite absorber y disipar el estrés de contracción, principalmente en preparaciones de alto factor C, que consiste en la utilización de materiales basados en fibras de polietileno de ultra-alto peso molecular (Belli et al, 2006). Son materiales que pueden neutralizar el estrés de contracción del material que se aplique de manera subsiguiente a la capa adhesiva dentinaria, evitando su incidencia negativa en sustratos adhesivamente desfavorables (Figuras 7A y 7B). A pesar de todo, la evidencia científica que respalda el uso de estos materiales es todavía escasa y el método no puede ser aún protocolizado de forma sistemática.



**FIGURA 7A.** A la izquierda, dentina con un potencial adhesivo bajo en la preparación para un overlay. A la derecha, un material de fibras de polietileno trenzadas **7B.** A la izquierda y al centro, fragmento de fibras insertadas en la preparación antes y después de ser cubiertas con composite. A la derecha, la restauración indirecta finalizada



**FIGURA 8A.** A la izquierda, lesión de caries y restauración con necesidad de reemplazo. A la derecha, la preparación dentaria terminada **8B.** A la izquierda, capa adhesiva generada con un sistema universal. A la derecha, la capa adhesiva recubierta con 0,5 mm de composite fluido

### 6.3 Recubrimiento de la capa adhesiva con composite fluido

A la técnica que implica la colocación de una capa de composite fluido sobre la capa adhesiva dentinaria recién generada se la ha denominado como resin coating (Figuras 8A y 8B). Esa capa de composite fluido debe evitar generar tensiones en la interfaz adhesiva por estrés de contracción por lo cual su espesor debe ser de alrededor de 0.5mm, e idealmente debería ser utilizado un material de alta carga cerámica con menor contracción, de polimerización (>70% en peso).

Los beneficios de esta técnica son diversos:

- Hidrofobización de los sistemas adhesivos simplificados (5<sup>a</sup> y 7<sup>a</sup> generación y universales) para mejorar su estabilidad hidrolítica.
- Mejorar el grado de conversión polimérico al aumentar el espesor de la capa adhesiva formada con sistemas adhesivos simplificados, desplazando el área de inhibición de polimerización por oxígeno fuera de la zona de hibridación.
- Compatibilización de resinas de activación química o dual con sistemas adhesivos simplificados.
- Protección mecánica de la capa adhesiva en la sesión de fijación de restauraciones de inserción rígida. En dicha sesión, la superficie de la preparación dentaria a la cual se generó un sellado dentinario inmediato, se la debe reactivar mediante maniobras mecánicas que generen micro rugosidades tales como asperización con piedras de diamante de grano fino o microabrasión con óxido de aluminio. La capa de composite fluido previene que la formación de esas rugosidades afecte a la capa adhesiva subyacente.

## 7) DESACOPLE CON TIEMPO

En los últimos años, la llamada Odontología Restauradora Biomimética ha gozado de un considerable auge. Uno de los conceptos más disruptivos de esta corriente es el de desacoplar con tiempo.

Esta estrategia adhesiva se fundamenta en diferentes conceptos. Por un lado, la capa adhesiva dentinaria necesitaría cierta cantidad de tiempo para madurar, obtener el grado de polimerización más alto y poder resistir mejor al estrés de contracción de polimerización (Dieschi et al., 2002). Por otro lado, la separación o desacople de la capa adhesiva en la zona más profunda de la preparación dentaria del resto de la restauración permitiría evitar la sensibilidad postoperatoria por un mejor sellado adhesivo hermético de la dentina (Wilson et al., 2000). Además, en el proceso de polimerización de una resina fotoactivable, durante los primeros cinco minutos desde la activación lumínica se produce la mayor parte de la contracción de polimerización del material (Lu et al., 2004).

Con esos fundamentos fue desarrollada la estrategia de desacoplar con tiempo (Alleman et al., 2021), orientada a las dentinas de menor potencial adhesivo, en la que se preconiza minimizar el estrés de contracción que incide sobre la capa adhesiva recién polimerizada durante un lapso de tiempo. Después de la aplicación y polimerización del sistema adhesivo se aplica una capa

de 0,5mm de composite fluido, y se espera 5 minutos para la maduración inicial de la capa adhesiva y la liberación del estrés de contracción de la misma. Después, en los 30 minutos siguientes a la polimerización de la capa adhesiva, se deben aplicar incrementos de composite que no superen 1mm de espesor para transmitir el menor estrés posible a la incipiente capa adhesiva con su maduración inicial ya completada.

A pesar de la lógica narrativa de la estrategia de desacople con tiempo, no existe aún evidencia científica específica que soporte su beneficio real.

## PROTOCOLOS ADHESIVOS

Al unificar la información expuesta en las partes 1 y 2 de los artículos dedicados a la adhesión a dentina, se pueden sugerir protocolos clínicos para los diferentes sistemas adhesivos. A continuación, se detallan los protocolos generales para sistemas de grabado independiente de 4ª generación (Tabla 1), grabado independiente de 5ª generación (Tabla 2), autograbantes de 6ª generación (Tabla 3) y adhesivos universales (Tabla 4). En situaciones clínicas puntuales (p. ej. restauraciones de inserción rígida o fijación de postes de base orgánica reforzados con fibras entre otros) estos protocolos pueden sufrir algunas variaciones específicas.

N°	PASO	OBJETIVO
1	Grabado con ácido fosfórico 32-37% por 15 segundos en esmalte y dentina	Desmineralización para generar patrones de grabado en esmalte y exponer trama colágena en dentina
2	Lavado y secado	Eliminar ácido, subproductos del grabado y exceso de agua
3	Clorhexidina 2%: Frotar 20 segundos	Inhibición de enzimas proteolíticas endógenas
4	Secado: esmalte seco y dentina húmeda	Eliminar exceso de agua preservando las fibras colágenas expandidas
5	Primer: frotado 15-20 segundos	Infiltración de la trama colágena por monómeros hidrófilos- formación de la capa híbrida dentinaria
6	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
7	Bond: no es necesario frotar	Generación de capa hidrófuga
8	Aire a presión muy suave o microbrush seco	Remover excesos de bond
9	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo
10	Resin coating (solo restauraciones indirectas)	Proteger capa adhesiva dentinaria de la asperización/ microabrasión en la sesión de fijación adhesiva
11	Fotoactivación	Polimerización del composite fluido
12	Espera de 5 minutos sin maniobras (OPCIONAL)	Desacoplar con tiempo
13	Capa de fibras de polietileno en dentinas de bajo potencial adhesivo (OPCIONAL)	Protección de la capa adhesiva del estrés de contracción
14	Fotoactivación	Polimerización de la capa de fibras

**TABLA 1.** Sistemas E&R de 4ª generación

N°	PASO	OBJETIVO
1	Grabado con ácido fosfórico 32-37% por 15 segundos en esmalte y dentina	Desmineralización para generar patrones de grabado en esmalte y exponer trama colágena en dentina
2	Lavado y secado	Eliminar ácido, subproductos del grabado y exceso de agua
3	Clorhexidina 2%: Frotar 20 segundos	Inhibición de enzimas proteolíticas endógenas
4	Secado: esmalte seco y dentina húmeda	Eliminar exceso de agua preservando las fibras colágenas expandidas
5	Primera capa de adhesivo: frotado 15-20 segundos	Infiltración de la trama colágena por monómeros hidrófilos- formación de la capa híbrida dentinaria
6	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
7	Segunda capa de adhesivo: frotado 15-20 segundos	Capa adicional para dar mayor grosor a la capa adhesiva
8	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
9	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo
10	Resin coating (en todos los casos)	Hidrofobización. Proteger capa adhesiva dentinaria de la asperización/microabrasión en la sesión de fijación adhesiva
11	Fotoactivación	Polimerización del composite fluido
12	Espera de 5 minutos sin maniobras (OPCIONAL)	Desacoplar con tiempo
13	Capa de fibras de polietileno en dentinas de bajo potencial adhesivo (OPCIONAL)	Protección de la capa adhesiva del estrés de contracción
14	Fotoactivación	Polimerización de la capa de fibras

**TABLA 2.** Sistemas E&R de 5ª generación

N°	PASO	OBJETIVO
1	Microarenado con óxido de aluminio de 29 a 50 µm por 10 segundos (OPCIONAL pero RECOMENDADO)	Limpieza de la preparación. Disminución del espesor y densidad del smear layer dentinario
2	Grabado selectivo del esmalte con ácido fosfórico	Generar patrones de grabado en esmalte
3	Lavado y secado completo del esmalte y del smear layer	Favorecer la interacción del monómero funcional
4	Primer ácido: frotado enérgico por 15-20 segundos	Disolución del smear layer. Desmineralización e infiltración simultánea de la trama colágena. Formación de la capa híbrida
5	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
6	Bond: no es necesario frotar	Generación de capa hidrófuga
7	Aire a presión muy suave o microbrush seco	Remover excesos de bond
8	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo
9	Resin coating (solo restauraciones indirectas)	Proteger capa adhesiva dentinaria de la asperización/microabrasión en la sesión de fijación adhesiva
10	Fotoactivación	Polimerización del composite fluido
11	Espera de 5 minutos sin maniobras (OPCIONAL)	Desacoplar con tiempo
12	Capa de fibras de polietileno en dentinas de bajo potencial adhesivo (OPCIONAL)	Protección de la capa adhesiva del estrés de contracción
13	Fotoactivación	Polimerización de la capa de fibras

**TABLA 3.** AAG de 6ª generación

N°	PASO	OBJETIVO
1	Microarenado con óxido de aluminio de 29 a 50 µm por 10 segundos (OPCIONAL pero RECOMENDADO)	Limpieza de la preparación. Disminución del espesor y densidad del smear layer dentinario
2	Grabado selectivo del esmalte con ácido fosfórico	Generar patrones de grabado en esmalte
3	Lavado y secado completo del esmalte y del smear layer	Favorecer la interacción del monómero funcional
4	Primera capa de adhesivo: frotado enérgico por 15-20 segundos	Disolución del smear layer. Desmineralización e infiltración simultánea de la trama colágena. Formación de la capa híbrida
5	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
6	Segunda capa de adhesivo: frotado por 15-20 segundos	Capa adicional para aumentar espesor de capa adhesiva
7	Aire a presión suave: 15-20 segundos	Evaporación de solventes
8	Fotoactivación	Polimerización del adhesivo
9	Resin coating (solo restauraciones indirectas)	Proteger capa adhesiva dentinaria de la asperización/microabrasión en la sesión de fijación adhesiva
10	Fotoactivación	Polimerización del composite fluido
11	Espera de 5 minutos sin maniobras (OPCIONAL)	Desacoplar con tiempo
12	Capa de fibras de polietileno en dentinas de bajo potencial adhesivo (OPCIONAL)	Protección de la capa adhesiva del estrés de contracción
13	Fotoactivación	Polimerización de la capa de fibras

**TABLA 4.** Más adhesivos universales

## CONCLUSIONES

La búsqueda de adhesión a dentina con sistemas adhesivos poliméricos involucra una compleja secuencia de pasos, cada uno de ellos con objetivos específicos, que demanda de un conocimiento por parte del clínico tanto de las características del sustrato como de los sistemas adhesivos y las mejoras que se pueden realizar para optimizar su desempeño.

A pesar de que el servicio clínico que provee las restauraciones adhesivas es satisfactorio, aún no han podido ser evitados los mecanismos de degradación que inexorablemente limitan su vida útil. Este hecho se presenta con manifestaciones clínicas tales como filtración marginal y caries secundaria, o desprendimiento de la restauración, entre otras.

Por otro lado, los sistemas adhesivos poliméricos tienen componentes capaces de generar toxicidad pulpar que obligan a ser precavidos en su utilización.

Por todo ello, el futuro de la adhesión se encamina al desarrollo de sistemas adhesivos y técnicas que permitan simplificar los procedimientos (sin sacrificar desempeño), que prevengan la degradación adhesiva y que cumplan un rol terapéutico y biológico como auténticos materiales bioactivos.

## REFERENCIAS

- Al Sunbul, H., Silikas, N. y Watts, D. C. (2016). Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites. *Dental Materials*, 32(8), 998–1006. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.05.006>
- Alleman, D. S., Alleman, D. S., Deliperi, S., Aravena Díaz, J., Martins, L. y Keulemans F. (2021). Decoupling with time. *Inside Dentistry*, 17(8), 35–41. <https://id.cdeworld.com/courses/5303-decoupling-with-time>
- Alleman, D. S., Nejad, M. A. y Alleman, D. S. (2017). The protocols of biomimetic restorative dentistry: 2002 to 2017. *Inside Dentistry*, 13(6), 64–73. <https://www.aegisdentalnetwork.com/id/2017/06/the-protocols-of-biomimetic-restorative-dentistry-2002-to-2017>
- Awad, M. M., Alrahlah, A., Matinlinna, J. P. y Hamama H. H. (2019). Effect of adhesive air-drying time on bond strength to dentin: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 90(2019), 154–162. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2019.02.006>

- Belli, S., Dönmez, N. y Eskitaşcioğlu, G. (2006). The effect of c-factor and flowable resin or fiber use at the interface on microtensile bond strength to dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 8(4), 247–253. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a11377>
- Breschi, L., Maravic, T., Cunha, S. R., Comba, A., Cadenaro, M., Tjäderhane, L., Pashley, D. H., Tay, F. R. y Mazzoni, A. (2018). Dentin bonding systems: from dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications. *Dental Materials*, 34(1), 78–96. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.11.005>
- Cadenaro, M., Breschi, L., Rueggeberg, F. A., Suchko, M., Grodin, E., Agee, K., Di Lenarda, R., Tay, F. R. y Pashley, D. H. (2009). Effects of residual ethanol on the rate and degree of conversion of five experimental resins. *Dental Materials*, 25(5), 621–628. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.11.005>
- Cadenaro, M., Maravic, T., Comba, A., Mazzoni, A., Fanfoni, L., Hilton, T., Ferracane, J., y Breschi, L. (2019). The role of polymerization in adhesive dentistry. *Dental Materials*, 35(1), e1–e22. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.012>
- Carrilho, M. R., Geraldeli, S., Tay, F., de Goes, M. F., Carvalho, R. M., Tjäderhane, L., Reis, A. F., Hebling, J., Mazzoni, A., Breschi, L. y Pashley, D. (2007). In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *Journal of Dental Research*, 86(6), 529–533. <https://doi.org/10.1177/154405910708600608>
- Carvalho, R. M., Manso, A. P. y Toledano Pérez, M. (2010). Durabilidad de la unión resina-diente. Una dimensión olvidada. En Henostroza Haro, G (ed.) *Adhesión en odontología restauradora*. (2da ed). (pp. 575–595). Ripano.
- De Rose, L., Krejci, I. y Bortolotto, T. (2015). Immediate endodontic access cavity sealing: fundamentals of a new restorative technique. *Odontology*, 103(3), 280–285. <https://doi.org/10.1007/s10266-014-0174-1>
- Dietschi, D., Monasevic, M., Krejci, I. y Davidson, C. (2002). Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. *Journal of Dentistry*, 30(5-6), 259–269. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(02\)00041-6](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(02)00041-6)
- Ermis, R. B., Ugurlu, M., Ahmed, M. H. y Van Meerbeek, B. (2019). Universal adhesives benefit from an extra hydrophobic adhesive layer when light cured beforehand. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 21(2), 179–188. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a42344>
- Feilzer, A. J., De Gee, A. J. y Davidson, C. L. (1987). Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *Journal of Dental Research*, 66(11), 1636–1639. <https://doi.org/10.1177/00220345870660110601>
- Hardan, L., Devoto, W., Bourgi, R., Cuevas-Suárez, C. E., Lukomska-Szymanska, M., Fernández-Barrera, M. Á., Cornejo-Ríos, E., Monteiro, P., Zarow, M., Jakubowicz, N., Mancino, D., Haikel, Y. y Kharouf, N. (2022). Immediate dentin sealing for adhesive cementation of indirect restorations: a systematic review and meta-analysis. *Gels* (Basel, Switzerland), 8(3), 175. <https://doi.org/10.3390/gels8030175>
- Josic, U., Sebold, M., Lins, R. B. E., Savovic, J., Mazzitelli, C., Maravic, T., Mazzoni, A. y Breschi, L. (2022). Does immediate dentin sealing influence postoperative sensitivity in teeth restored with indirect restorations? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 34(1), 55–64. <https://doi.org/10.1111/jerd.12841>
- Lu, H., Stansbury, J. W. y Bowman, C. N. (2004). Towards the elucidation of shrinkage stress development and relaxation in dental composites. *Dental Materials*, 20(10), 979–986. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.05.002>
- Luque-Martinez, I. V., Perdigão, J., Muñoz, M. A., Sezinando, A., Reis, A. y Loguercio, A. D. (2014). Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. *Dental Materials*, 30(10), 1126–1135. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.07.002>
- Magne P. (2005). Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(3), 144–155. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2005.tb00103.x>
- Magne P. (2014). IDS: Immediate Dentin Sealing (IDS) for tooth preparations. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 16(6), 594. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a33324>
- Mine, A., De Munck, J., Cardoso, M. V., Van Landuyt, K. L., Poitevin, A., Van Ende, A., Matsumoto, M., Yoshida, Y., Kuboki, T., Yatani, H. y Van Meerbeek, B. (2014). Dentin-smear remains at self-etch adhesive interface. *Dental Materials*, 30(10), 1147–1153. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.07.006>

- Nikolaenko, S. A., Lohbauer, U., Roggendorf, M., Petschelt, A., Dasch, W. y Frankenberger, R. (2004). Influence of c-factor and layering technique on microtensile bond strength to dentin. *Dental Materials*, 20(6), 579–585. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2003.08.001>
- Pashley, D. H., Tay, F. R., Yiu, C., Hashimoto, M., Breschi, L., Carvalho, R. M. y Ito, S. (2004). Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *Journal of Dental Research*, 83(3), 216–221. <https://doi.org/10.1177/154405910408300306>
- Price, R. B., Ferracane, J. L., Hickel, R. y Sullivan, B. (2020). The light-curing unit: an essential piece of dental equipment. *International Dental Journal*, 70(6), 407–417. <https://doi.org/10.1111/idj.12582>
- Rueggeberg, F. A., Giannini, M., Arrais, C. A. G. y Price, R. B. T. (2017). Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Brazilian Oral Research*, 31(suppl 1), e61. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0061>
- Saikaew, P., Sattabanasuk, V., Harnirattisai, C., Chowdhury, A. F. M. A., Carvalho, R. y Sano, H. (2022). Role of the smear layer in adhesive dentistry and the clinical applications to improve bonding performance. *The Japanese Dental Science Review*, 58, 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2021.12.001>
- Sano, H., Takatsu, T., Ciucchi, B., Horner, J. A., Matthews, W. G. y Pashley, D. H. (1995). Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Operative Dentistry*, 20(1), 18–25. <https://doi.org/10.2341/1559-2863-20-1-1>
- Suh, B. I., Feng, L., Pashley, D. H. y Tay, F. R. (2003). Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 5(4), 267–282.
- Tay, F. R. y Pashley, D. H. (2003). Have dentin adhesives become too hydrophilic?. *Journal of the Canadian Dental Association*, 69(11), 726–731. <http://www.cda-adc.ca/jcda/vol-69/issue-11/726.html>
- Thanatvarakorn, O., Prasansuttiporn, T., Takahashi, M., Thittaweerat, S., Foxton, R. M., Ichinose, S., Tagami, J. y Nakajima, M. (2016). Effect of Scrubbing Technique with Mild Self-etching Adhesives on Dentin Bond Strengths and Nanoleakage Expression. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 18(3), 197–204. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a36033>
- Tjäderhane, L., Nascimento, F. D., Breschi, L., Mazzoni, A., Tersariol, I. L., Geraldeli, S., Tezvergil-Mutluay, A., Carrilho, M. R., Carvalho, R. M., Tay, F. R. y Pashley, D. H. (2013). Optimizing dentin bond durability: control of collagen degradation by matrix metalloproteinases and cysteine cathepsins. *Dental Materials*, 29(1), 116–135. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.08.004>
- Toledano, M., Osorio, R., Moreira, M. A., Cabrerizo-Vilchez, M. A., Gea, P., Tay, F. R. y Pashley, D. H. (2004). Effect of the hydration status of the smear layer on the wettability and bond strength of a self-etching primer to dentin. *American Journal of Dentistry*, 17(5), 310–314.
- Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Van Landuyt, K., Yoshida, Y. y Peumans, M. (2020). From Buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives. A status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 22(1), 7–34. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43994>
- Wilson, N. H., Cowan, A. J., Unterbrink, G., Wilson, M. A. y Crisp, R. J. (2000). A clinical evaluation of Class II composites placed using a decoupling technique. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 2(4), 319–329.
- Zou, L., Shen, Y., Li, W., y Haapasalo, M. (2010). Penetration of sodium hypochlorite into dentin. *Journal of Endodontics*, 36(5), 793–796. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.02.005>

### CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

### Dirección para correspondencia

Cátedra de Odontología Restauradora  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
Marcelo T de Alvear 2142, Piso 9A  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH  
[francisco.pilguillem@odontologia.uba.ar](mailto:francisco.pilguillem@odontologia.uba.ar)

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



# Efecto de la Hipoxia sobre los Tejidos de la Cavidad Oral: Revisión de la Literatura

## Effect of Hypoxia on Oral Tissues: Literature Review

Recibido 03/10/2022

Aceptado 15/12/2022

Rugolo G, Astrauskas, JI, Martinez MP,  
Terrizzi AR

Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Odontología  
Cátedra de Fisiología  
Buenos Aires, Argentina

### RESUMEN

La exposición a hipoxia es considerada un estímulo estresante, por lo que el organismo desarrolla mecanismos de aclimatación para asegurar la homeostasis. Si bien el efecto de la hipoxia sobre los distintos sistemas de tejidos y órganos ha sido bien documentado, el rol de los bajos niveles de O<sub>2</sub> en la cavidad oral no ha recibido el mismo análisis. En este trabajo se revisaron los datos bibliográficos disponibles sobre el efecto de la hipoxia sobre el tejido periodontal, las glándulas salivales, la pulpa dental y el hueso mandibular y alveolar. De lo analizado en la bibliografía, resulta evidente que los bajos niveles de O<sub>2</sub> aumentan el número de mediadores inflamatorios que inducen la progresión de la enfermedad periodontal y, a su vez, la inflamación establecida durante dicha enfermedad agrava aún más las condiciones de hipoxia tisular. Las glándulas salivales también se encuentran afectadas durante la exposición a hipoxia, disminuyendo la cantidad de saliva secretada, observándose alteraciones ultraestructurales en el parénquima glandular. Por otra parte, se ha establecido que la hipoxia puede tener efectos deseados para el cultivo de células madre de la pulpa dental, lo cual resulta útil en el campo de la odontología reparativa y también para el movimiento dental durante los tratamientos ortodónticos. En conclusión, para determinar los efectos de la hipoxia en la cavidad oral se debe analizar no sólo el tipo de tejido involucrado sino también las condiciones de hipoxia a las cuales éste es sometido, así también como la duración de la exposición y la modalidad de hipoxia.

**Palabras clave:** hipoxia, tejidos orales, periodontitis, salud oral, glándulas salivales

### ABSTRACT

Exposure to hypoxia is considered a stressful stimulus, therefore the organism develops acclimation mechanisms to try to ensure homeostasis. Although the effect of hypoxia on different tissues and organs has been very well documented, the role of low levels of O<sub>2</sub> in the oral cavity has not received the same

analysis. In this review, we analyzed the available bibliographic data concerning the effects of hypoxia on periodontal tissue, salivary glands, and dental pulp. The published evidence demonstrates that low O<sub>2</sub> levels increase the number of inflammatory mediators that induce the progression of periodontal disease, and, in turn, the inflammation established during the progression of periodontitis aggravates tissue hypoxia conditions. Salivary glands are also affected during hypoxic exposure, decreasing salivary secretion, and leading to ultrastructural alterations in the glandular parenchyma. On the other hand, hypoxia could also be beneficial in some scenarios. It has been established that dental pulp cells grow better in culture under hypoxic conditions than they do in normoxia. Furthermore, mild hypoxia seems to stimulate periodontal ligament cells proliferation and matrix degradation, key events during for orthodontic treatments. In conclusion, to determine the effects of hypoxia in the oral cavity, it is necessary to analyze not only the type of tissue involved but also the hypoxic conditions to which it is subjected, as well as its duration and modality.

**Keywords:** hypoxia, oral tissues, periodontitis, oral health, salivary glands.

## INTRODUCCIÓN

La hipoxia hipóxica (HX) puede definirse como una disminución en la presión parcial de oxígeno, la cual resulta insuficiente para saturar a la hemoglobina. Este tipo de hipoxia se da por dos mecanismos: 1) una disminución de la presión barométrica que produce menor cantidad de oxígeno (O<sub>2</sub>) respirable, que es lo que ocurre a medida que se asciende sobre el nivel del mar (Muthuraju y Pati, 2014), y 2) debido a deficiencias cardíacas o pulmonares. A pesar de que los efectos de la hipoxia en el organismo han sido ampliamente estudiados, menos es lo que se sabe sobre los efectos de los bajos niveles de O<sub>2</sub> sobre los tejidos de la cavidad bucal. Dado el amplio número de personas que cohabitan con alguna de las condiciones de hipoxia mencionadas (ya sea por residir, visitar o trabajar en zonas de gran altitud, o por padecer alguna enfermedad que limite el pasaje de oxígeno de los pulmones a la sangre o su transporte por la misma), es relevante el análisis de los efectos de la hipoxia sobre los tejidos orales.

La exposición a hipoxia es considerada como un estímulo estresante para el organismo, por lo que se ponen en juego mecanismos compensatorios o de aclimatación para hacer frente a esta situación. Estos mecanismos involucran cambios a nivel hematológico, cardiovascular, renal, respiratorio y metabólico, con el objetivo de mantener la homeostasis (Arestegui et al., 2011). A nivel celular se desarrolla una serie de eventos moleculares que intentan proteger a la

célula durante el estímulo hipóxico. En este contexto, son los factores inducibles por hipoxia (HIF) quienes coordinan las respuestas celulares a la HX (Semenza, 2012). HIF-1 es un heterodímero compuesto por HIF-1 $\alpha$  y HIF-1 $\beta$  que se transloca al núcleo y que, asociado a otras proteínas, inicia la transcripción de un gran número de genes en respuesta a la HX (Semenza, 2004). HIF-1 $\alpha$  se expresa constitutivamente en la célula, pero en condiciones de normoxia es rápidamente hidroxilado en los residuos de prolina por prolyl-hidroxilasas, marcándolo para su degradación por el sistema ubiquitina-proteosoma. Cuando la concentración de O<sub>2</sub> disminuye, HIF-1 $\alpha$  no es degradado, permitiendo la formación del heterodímero y su unión a los elementos de respuesta a hipoxia en los promotores de numerosos genes, lo que activa una respuesta sistémica que coordina la glucólisis, eritropoyesis, angiogénesis y apoptosis (Figura 1). Es por lo antedicho que el HIF-1 $\alpha$  cumple un rol crítico como sensor celular de O<sub>2</sub> y regulador de la respuesta adaptativa celular a la HX (Nallamshetty et al., 2013). De todo lo antedicho se desprende que no existe una única modalidad de exposición a hipoxia, sino que la magnitud de activación del HIF-1 $\alpha$  dependerá no sólo de los niveles de O<sub>2</sub> del microambiente celular sino también del tiempo que dure la exposición a hipoxia y su modalidad (continua o intermitente, siendo esta última modalidad una alternancia entre períodos hipóxicos y normóxicos).

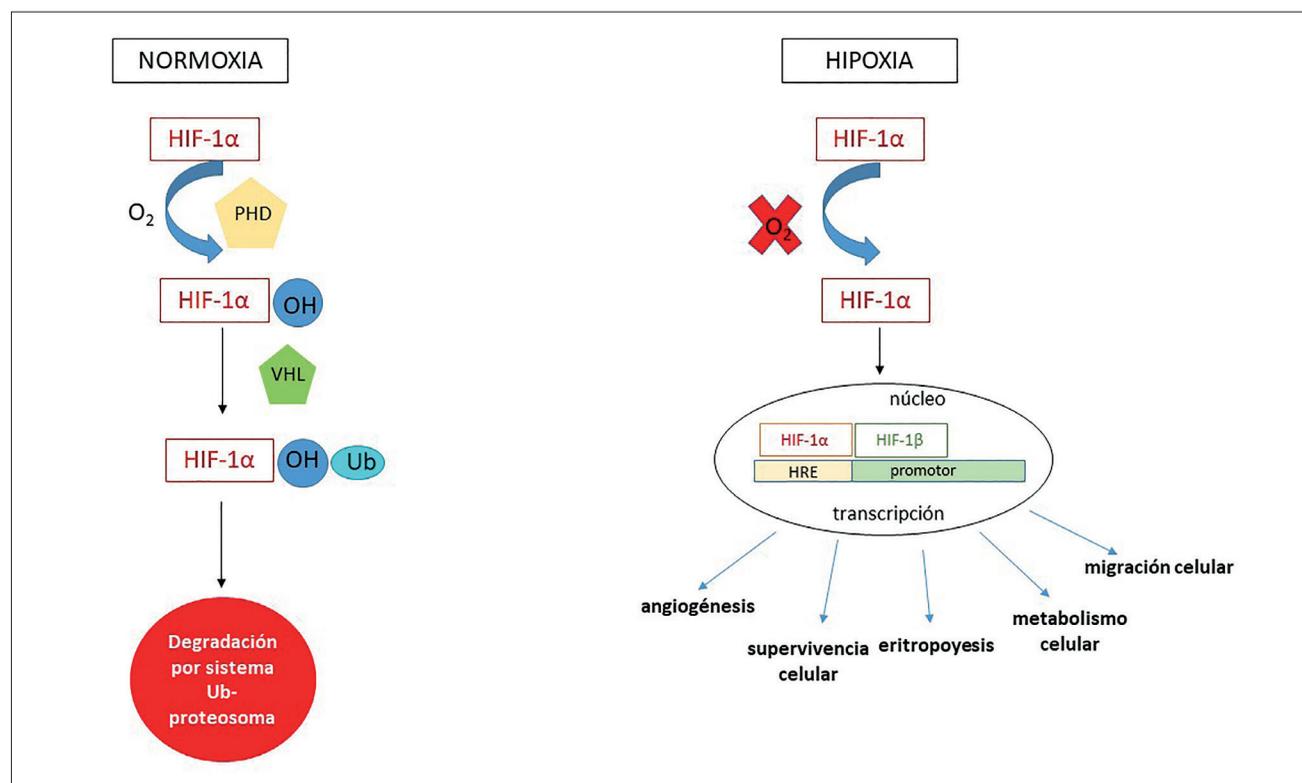
## HIPOXIA Y TEJIDOS PERIODONTALES

Es el campo de la biología periodontal el que mayores contribuciones ha recibido con respecto a los efectos de la HX en los tejidos orales, probablemente porque la periodontitis (P) es una afección de alta incidencia en la cavidad bucal. Cabe destacar que la P es una enfermedad inflamatoria crónica, de origen multifactorial, que cursa con un microambiente hipóxico, lo cual promueve la expresión y activación de diversas moléculas destinadas a erradicar el agente infeccioso (Celik y Kantarci, 2021). Algunas de las moléculas que se activan durante este proceso, y que en principio tienen la finalidad de eliminar la noxa, promueven en contrapartida la progresión del proceso inflamatorio y la destrucción tisular. Las más estudiadas son las prostaglandinas (en particular, la prostaglandina E<sub>2</sub>, PGE<sub>2</sub>, que induce vasodilatación, aumento de la permeabilidad vascular, participa en la resorción ósea, en la señalización del dolor y en la inducción de producción de citoquinas), el óxido nítrico (NO, agente vasodilatador y destructor de microorganismos), las especies reactivas del oxígeno como el anión superóxido o el radical hidroxilo (ROS, en exceso inducen estrés oxidativo y daño en las membranas celulares), el factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF, necesario para la formación de nuevos vasos sanguíneos en los sitios de inflamación), entre otras. Los

datos que han arrojado numerosos estudios, tanto in vitro como in vivo, demuestran una clara asociación entre la progresión de la enfermedad periodontal y la hipoxia (Bozyel et al., 2021). En estudios en ratas expuestas continuamente a una altura simulada de 4500 metros y sometidas a periodontitis experimental, Xiao et al., en 2012, han reportado una mayor diversidad bacteriana en el fluido crevicular, lo que derivó en un aumento de la movilidad dental y del índice gingival en los animales hipóxicos al cabo de 8 semanas. Choi et al., comunicaron en 2013 que ciertos patógenos periodontales, tales como la *Porphyromona gingivalis*, han desarrollado mecanismos contra las ROS cuando se los somete a bajos niveles de  $O_2$ . Estas especies reactivas son consideradas activadoras de metaloproteinasas (MMP), responsables de degradación colágena periodontal y resorción ósea, dos características indiscutibles de la enfermedad periodontal (Kim et al., 2013). Los autores están de acuerdo en que, en estos modelos animales, la HX parecería ser responsable de la regulación de varios mediadores inflamatorios que cumplen un papel importante durante el desarrollo de la P. En este contexto, Jian et al., en 2014, encontraron un aumento de NO, factor de necrosis tumoral alfa (TNF $\alpha$ ) y PGE2 en un cultivo de células del ligamento periodontal sometido a HX y estimulado con lipopolisacárido bacteriano. Además, estudios previos de nuestro laboratorio han demos-

trado un aumento de PGE2 y mayor actividad de la enzima óxido nítrico sintasa inducible (NOSi) en tejido gingival de ratas en crecimiento expuestas a 506 mbar (aproximadamente 5500 m) de forma intermitente (Terrizzi et al., 2013). Estos mayores niveles de mediadores inflamatorios se correlacionaron en el mismo modelo experimental con una mayor pérdida ósea alveolar y aumento en la altura del ligamento periodontal. Estudios en humanos también sustentan la hipótesis de que la hipoxia agrava la enfermedad periodontal ya que estudios epidemiológicos han revelado que la morbilidad de dicha enfermedad es mayor en aquellas poblaciones expuestas a zonas de gran altitud con respecto a individuos de otras áreas geográficas (Garlet et al., 2006).

Como se mencionó anteriormente, la intrincada relación entre la hipoxia y la enfermedad periodontal está orquestada por HIF-1 $\alpha$ , factor de transcripción que se activa en las células frente a la exposición a bajos niveles de  $O_2$ . Los niveles de HIF-1 $\alpha$  se han visto incrementados en células de ligamento periodontal humano de pacientes con periodontitis, al mismo tiempo que se lo ha correlacionado con el aumento de la expresión de numerosas moléculas clave para la progresión de la enfermedad tales como interleuquina 6, VEGF y MMP (Bozyel et al., 2021). En síntesis, la relación entre la enfermedad periodontal y la hipoxia ha sido ampliamente estudiada y se puede concluir



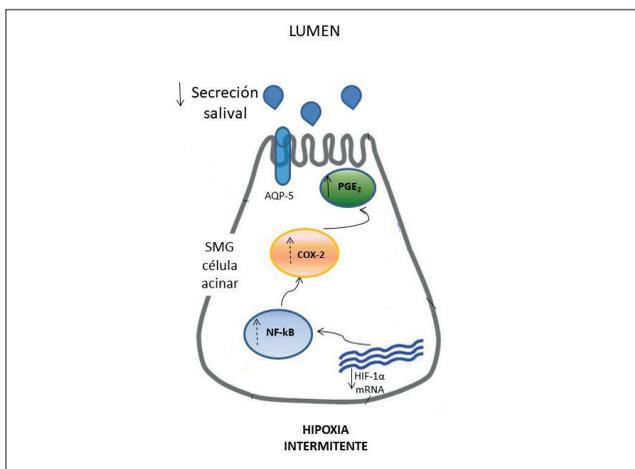
**FIGURA 1.** Regulación de la degradación de HIF-1 $\alpha$  en condiciones de normoxia y de hipoxia. PHD: prolyl-hidroxilasas, HRE: elementos de respuesta a hipoxia, VHL: proteína Von Hippel-Lindau, Ub: ubiquitina

que la inflamación inducida durante la P disminuye los niveles de O<sub>2</sub> tisular, mientras que la hipoxia incrementa la expresión de diversos mediadores moleculares que fomentan la progresión de la inflamación, estableciéndose de ese modo un ciclo de retroalimentación positiva que permite la persistencia de la enfermedad en el tiempo.

## HIPOXIA Y GLÁNDULAS SALIVALES

Al contrario de lo que sucede con el campo periodontal, los estudios llevados a cabo en glándulas salivales son escasos. Scott y Gradwell observaron en 1989 cambios hiperémicos en las GSM, y parótidas de ratas expuestas a 5500 metros de altitud sin alteraciones del parénquima de dichos órganos. En 1995, Elverdin et al., reportaron una menor secreción salival en ratas expuestas a HX. Sin embargo, dicho estudio fue llevado a cabo con altitudes similares a 7000 metros, donde no se encuentran asentamientos humanos permanentes. Estudios en humanos expuestos durante 2 días a 4350 m (hipoxia aguda) han reflejado un aumento del flujo salival y una disminución de la concentración de potasio salival (Pilardeau et al., 1990).

En nuestro laboratorio hemos estudiado el efecto de la exposición, tanto continua como intermitente, a hipoxia crónica sobre las glándulas submaxilares de ratas. Hemos evidenciado un aumento en los niveles de PGE<sub>2</sub> y ROS, así como también alteraciones microestructurales en las glándulas de animales expuestos sobre todo a hipoxia intermitente, tales como la presencia de núcleos apoptóticos en células de los conductos intercalares y alteraciones mitocondriales en células acinares. Además, dichos cambios moleculares y estructurales se asociaron con una menor tasa de flujo salival estimulado en los animales (Ter-



**FIGURA 2.** Modelo de hiposalivación asociado a hipoxia intermitente. Durante la hipoxia intermitente, la activación de HIF-1α es incompleta, por lo que se induciría un aumento de PGE<sub>2</sub>, molécula asociada con hiposalivación. Flecha continua: datos publicados. Flecha discontinua: hipótesis (datos no publicados). Modificado de Terrizzi et al., 2018

rizzi et al., 2018), lo cual indicaría que la exposición a hipoxia se asocia a hiposecreción salival, pudiendo afectar otros tejidos orales debido a la disminución en la cantidad de saliva necesaria para mantener la homeostasis de la misma (Figura 2: modelo propuesto de hiposalivación asociado a hipoxia). Resta dilucidar si la hipoxia modifica los componentes salivales, afectando su calidad, y los mecanismos por los cuales la secreción salival se encuentra disminuida.

## HIPOXIA Y PULPA DENTAL

La pulpa dental es un tejido conectivo derivado de las células de la cresta neural que se encuentra rodeado de tejido mineralizado. Una de sus principales características, además de contener a los odontoblastos, células formadoras de dentina, es la presencia de células madre mesenquimales. Las células madre de la pulpa dental (CMP) resultan atractivas para su uso en investigación sobre la regeneración pulpar ya que son de fácil obtención y, además, expresan una gran cantidad de marcadores que las hacen candidatas para su uso en otros campos de la medicina regenerativa (neurología, angiogénesis, cicatrización de heridas, formación de tejido óseo, etc) (Ahmed et al., en 2016). Las células de la pulpa dental pueden estar expuestas a hipoxia debido a varios estímulos fisiológicos y patológicos, tales como fuerzas ortodónticas, trauma oclusal, masticación, formación radicular, etc (Gomez Sosa et al., 2022). En cuanto a la hipoxia y las CMP, varios estudios se han llevado a cabo para establecer las mejores condiciones de cultivo de estas células, debido a la premisa de que, por encontrarse en un ambiente fisiológicamente hipóxico, las CMP proliferarían de mejor manera en cultivos con baja tensión de O<sub>2</sub>. Ahmed et al., en 2016, han evidenciado que las CMP exhiben mejor morfología en cultivos hipóxicos con respecto a los normóxicos (3% O<sub>2</sub> vs. 20% O<sub>2</sub>), a la vez que expresan un mayor número de marcadores de superficie, presentan mayor potencial migratorio y proliferativo. Por su parte, Orikasa et al., 2022, demostró que la hipoxia promovió la diferenciación osteoblástica/odontoblástica, lo que explicaría la tendencia a la mineralización pulpar luego de sufrida una injuria dental. Si bien los avances en este campo de investigación son prometedores, existe discrepancia en la literatura con respecto al rango de exposición a hipoxia de las células estudiadas (Werle et al., 2016). Esta heterogeneidad en los protocolos y modelos experimentales dificulta estandarizar un método para el cultivo de las CMP con baja tensión de O<sub>2</sub>.

## HIPOXIA Y HUESO MANDIBULAR Y ALVEOLAR

Ha sido ampliamente estudiado el efecto de la exposición a HX sobre la biomecánica femoral de la rata en distintas etapas de la vida postnatal. Sin embargo, los estudios referentes al hueso mandibular y alveolar son escasos. La bibliografía indica que la exposición

a hipoxia de ratas (concretamente, a altura simulada entre 4000 y 5000 metros sobre el nivel del mar) induce cambios negativos sobre las propiedades biomecánicas del hueso mandibular, afectando negativamente la capacidad de la mandíbula para soportar cargas y, por lo tanto, incrementando el riesgo a la fractura (Martínez et al., 2011, Conti et al., 2012, Hosomichi et al., 2017). Estudios más recientes establecen la relación negativa entre la exposición a hipoxia y el riesgo incrementado de fractura mandibular, cuando el hueso alveolar está además afectado por enfermedad periodontal (Terrizzi et al., 2021). Este mismo estudio ha demostrado que los bajos niveles de O<sub>2</sub>, experimentados tanto de forma continua como intermitente, han inducido reabsorción de las corticales linguales mandibulares, lo cual demuestra una asociación entre la HX y la osteólisis, presuntamente debida a activación osteoclástica durante HX (Knowles, 2015). Los efectos de la HX sobre el hueso alveolar también se han estudiado considerando los movimientos ortodónticos. A este respecto, es sabido que estos movimientos comprimen los vasos sanguíneos de la zona de presión radicular, generando un microambiente hipóxico (Niklas et al., 2013). La activación de HIF-1 $\alpha$  durante el desarrollo de las fuerzas ortodónticas estimularía no sólo la angiogénesis, sino la proliferación de las células del ligamento periodontal y la activación de las MMP necesarias para la degradación de la matriz y el movimiento dental (Wilde et al., 2003). Sin embargo, dependiendo del gradiente de oxígeno, la activación de HIF-1 $\alpha$  puede inducir apoptosis y, por lo tanto, disminuir la proliferación celular de las células del ligamento. En conclusión, la hipoxia que fisiológicamente se alcanza durante los movimientos ortodónticos parecería favorecer los procesos de remodelación ósea (Niklas et al., 2013).

## CONCLUSIONES

Resulta evidente que los efectos de la hipoxia a nivel oral no son iguales en todos los tejidos y órganos, y no siempre es perjudicial ni se observa un efecto deletéreo cuantificable o medible. En consecuencia, para establecer los efectos de la exposición a hipoxia sobre los tejidos bucales es preciso no sólo identificar el órgano en estudio sino también: I) el grado de hipoxia al que está expuesto (es decir, la saturación de O<sub>2</sub>), II) la duración de la exposición (aguda, crónica), y III) la modalidad de la misma (intermitente, continua).

En los tejidos periodontales, en términos generales, se evidencia que los bajos niveles de O<sub>2</sub> resultan perjudiciales para los mismos, en especial cuando existe una periodontitis ya establecida. En este caso se genera un ciclo de retroalimentación positiva en donde la inflamación desarrollada durante la enfermedad periodontal disminuye aún más los niveles de oxígeno del microambiente que rodea a la lesión periodontal, y la hipoxia incrementa la concentración de los me-

diadores inflamatorios protagonistas durante la periodontitis.

La hipoxia también resultaría perjudicial para el funcionamiento de las glándulas submaxilares y para el mantenimiento de la homeostasis del hueso mandibular y alveolar, sobre todo cuando la modalidad de exposición a hipoxia es intermitente, presuntamente por la poca activación del HIF-1 $\alpha$ , factor de transcripción clave en la coordinación de la respuesta de los tejidos a la hipoxia.

A pesar de lo anteriormente mencionado, la hipoxia podría resultar beneficiosa para ciertos tejidos en condiciones particulares, tal es el caso del cultivo de células madre de la pulpa dental o durante los movimientos ortodónticos, donde se demostró que la exposición controlada a hipoxia estimula la angiogénesis y la proliferación de células del ligamento periodontal. En síntesis, los efectos de la exposición de los tejidos orales a bajos niveles de oxígeno no son tan claros como los evidenciados en otros tejidos del organismo (médula ósea, sistema respiratorio o circulatorio, por ejemplo). Una dificultad a la hora de determinar si la hipoxia resulta perjudicial para algún tejido de la cavidad oral es la disparidad de condiciones experimentales que se encuentran en la bibliografía, dificultando en gran medida la comparación de resultados. Sería beneficioso que, al establecer los diseños experimentales, los investigadores emulasen los niveles de saturación de O<sub>2</sub> de los tejidos de la forma más similar posible a la que están sometidos en condiciones biológicas. De esta manera, permitiría una homogeneidad de datos que facilitara el arribo a conclusiones que mejorarían la toma de decisiones clínicas en lo que respecta a salud oral.

## REFERENCIAS

- Ahmed, N. E., Murakami, M., Kaneko, S. y Nakashima, M. (2016). The effects of hypoxia on the stemness properties of human dental pulp stem cells (DPSCs). *Scientific Reports*, 6, 35476. <https://doi.org/10.1038/srep35476>
- Arestegui, A. H., Fuquay, R., Sirota, J., Swenson, E. R., Schoene, R. B., Jefferson, J. A., Chen, W., Yu, X. Q., Kelly, J. P., Johnson, R. J. y Escudero, E. (2011). High altitude renal syndrome (HARS). *Journal of the American Society of Nephrology*, 22(11), 1963–1968. <https://doi.org/10.1681/ASN.2010121316>
- Bozyel, B., Kalkan, A. C. y Özdemir, B. (2021). The role of hypoxia on periodontal disease. *Journal of Gazi University Health Sciences Institute*, 3(1), 33–44. <https://dergipark.org.tr/en/pub/guhes/issue/62239/885997>

- Celik, D. y Kantarci, A. (2021). Vascular changes and hypoxia in periodontal disease as a link to systemic complications. *Pathogens* (Basel, Switzerland), 10(10), 1280. <https://doi.org/10.3390/pathogens10101280>
- Choi, C. H., Spooner, R., DeGuzman, J., Koutouzis, T., Ojcius, D. M. y Yilmaz, Ö. (2013). Porphyromonas gingivalis-nucleoside-diphosphate-kinase inhibits ATP-induced reactive-oxygen-species via P2X7 receptor/NADPH-oxidase signalling and contributes to persistence. *Cellular Microbiology*, 15(6), 961–976. <https://doi.org/10.1111/cmi.12089>
- Conti, M. I., Terrizzi, A. R., Lee, C. M., Mandalunis, P. M., Bozzini, C., Piñeiro, A. E. y Martínez, M. del P. (2012). Effects of lead exposure on growth and bone biology in growing rats exposed to simulated high altitude. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88(6), 1033–1037. <https://doi.org/10.1007/s00128-012-0602-2>
- Elverdin, J. C., Chiarenza, A. P., Frid, A. B. y Giglio, M. J. (1995). Effects of chronic hypoxia on the secretory responses of rat salivary glands. *Archives of Oral Biology*, 40(5), 459–462. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(94\)00158-8](https://doi.org/10.1016/0003-9969(94)00158-8)
- Garlet, G. P., Cardoso, C. R., Silva, T. A., Ferreira, B. R., Avila-Campos, M. J., Cunha, F. Q. y Silva, J. S. (2006). Cytokine pattern determines the progression of experimental periodontal disease induced by *Actinobacillus actinomycetemcomitans* through the modulation of MMPs, RANKL, and their physiological inhibitors. *Oral Microbiology and Immunology*, 21(1), 12–20. <https://doi.org/10.1111/j.1399-302X.2005.00245.x>
- Gomez-Sosa, J. F., Cardier, J. E. y Caviedes-Bucheli, J. (2022). The hypoxia-dependent angiogenic process in dental pulp. *Journal of Oral Biosciences*, 64(4), 381–391. <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.08.004>
- Hosomichi, J., Kuma, Y. I., Oishi, S., Nagai, H., Maeda, H., Usami-Fujita, R., Shimizu, Y., Kaneko, S., Shitano, C., Suzuki, J. I., Yoshida, K. I. y Ono, T. (2017). Intermittent hypoxia causes mandibular growth retardation and macroglossia in growing rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(2), 363–371. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.02.033>
- Jian, C., Li, C., Ren, Y., He, Y., Li, Y., Feng, X., Zhang, G. y Tan, Y. (2014). Hypoxia augments lipopolysaccharide-induced cytokine expression in periodontal ligament cells. *Inflammation*, 37(5), 1413–1423. <https://doi.org/10.1007/s10753-014-9865-6>
- Kim, K. A., Chung, S. B., Hawng, E. Y., Noh, S. H., Song, K. H., Kim, H. H., Kim, C. H. y Park, Y. G. (2013). Correlation of expression and activity of matrix metalloproteinase-9 and -2 in human gingival cells of periodontitis patients. *Journal of Periodontal & Implant Science*, 43(1), 24–29. <https://doi.org/10.5051/jpis.2013.43.1.24>
- Knowles H. J. (2015). Hypoxic regulation of osteoclast differentiation and bone resorption activity. *Hypoxia* (Auckland, N.Z.), 3, 73–82. <https://doi.org/10.2147/HP.S95960>
- Martínez, M. del P., Bozzini, C., Olivera, M. I., Dmytrenko, G. y Conti, M. I. (2011). Aluminum bone toxicity in immature rats exposed to simulated high altitude. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 29(5), 526–534. <https://doi.org/10.1007/s00774-010-0254-4>
- Muthuraju, S. y Pati, S. (2014). Effect of hypobaric hypoxia on cognitive functions and potential therapeutic agents. *The Malaysian Journal of Medical Sciences*, 21(Spec Issue), 41–45. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4405810/>
- Nallamshetty, S., Chan, S. Y. y Loscalzo, J. (2013). Hypoxia: a master regulator of microRNA biogenesis and activity. *Free Radical Biology & Medicine*, 64, 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2013.05.022>
- Niklas, A., Proff, P., Gosau, M. y Römer, P. (2013). The role of hypoxia in orthodontic tooth movement. *International Journal of Dentistry*, 2013, 841840. <https://doi.org/10.1155/2013/841840>
- Orikasa, S., Kawashima, N., Tazawa, K., Hashimoto, K., Sunada-Nara, K., Noda, S., Fujii, M., Akiyama, T. y Okiji, T. (2022). Hypoxia-inducible factor 1 $\alpha$  induces osteo/odontoblast differentiation of human dental pulp stem cells via Wnt/ $\beta$ -catenin transcriptional cofactor BCL9. *Scientific Reports*, 12(1), 682. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04453-8>
- Pilardeau, P., Richalet, J. P., Bouissou, P., Vaysse, J., Larmignat, P. y Boom, A. (1990). Saliva flow and composition in humans exposed to acute altitude hypoxia. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 59(6), 450–453. <https://doi.org/10.1007/BF02388627>
- Scott, J. y Gradwell, E. (1989). A quantitative study of the effects of chronic hypoxia on the histological structure of the rat major salivary glands. *Archives of Oral Biology*, 34(5), 315–319. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(89\)90103-9](https://doi.org/10.1016/0003-9969(89)90103-9)

Semenza G. L. (2004). O2-regulated gene expression: transcriptional control of cardiorespiratory physiology by HIF-1. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 96(3), 1173–1177. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00770.2003>

Semenza G. L. (2012). Hypoxia-inducible factors in physiology and medicine. *Cell*, 148(3), 399–408. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2012.01.021>

Terrizzi, A. R., Conti, M. I., Martínez, M. P. y Fernández-Solari, J. (2018). The process of acclimation to chronic hypoxia leads to submandibular gland and periodontal alterations: an insight on the role of inflammatory mediators. *Mediators of Inflammation*, 2018, 6794508. <https://doi.org/10.1155/2018/6794508>

Terrizzi, A. R., Fernandez-Solari, J., Lee, C. M., Bozzini, C., Mandalunis, P. M., Elverdin, J. C., Conti, M. I. y Martínez, M. P. (2013). Alveolar bone loss associated to periodontal disease in lead intoxicated rats under environmental hypoxia. *Archives of Oral Biology*, 58(10), 1407–1414. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2013.06.010>

Terrizzi, A. R., Rugolo, G., Bozzini, C., Conti, M. I., Fernández-Solari, J. y Martínez, M. P. (2021). Mandibular biomechanical behavior of rats submitted to chronic intermittent or continuous hypoxia and periodontitis. *Sleep & Breathing*, 25(1), 519–527. <https://doi.org/10.1007/s11325-020-02158-2>

Werle, S. B., Chagastelles, P., Pranke, P. y Casagrande, L. (2016). The effects of hypoxia on in vitro culture of dental-derived stem cells. *Archives of Oral Biology*, 68, 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2016.03.011>

Wilde, J., Yokozeki, M., Terai, K., Kudo, A. y Moriyama, K. (2003). The divergent expression of periostin mRNA in the periodontal ligament during experimental tooth movement. *Cell and tissue research*, 312(3), 345–351. <https://doi.org/10.1007/s00441-002-0664-2>

Xiao, X., Li, Y., Zhang, G., Gao, Y., Kong, Y., Liu, M. y Tan, Y. (2012). Detection of bacterial diversity in rat's periodontitis model under imitational altitude hypoxia environment. *Archives of Oral Biology*, 57(1), 23–29. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2011.07.005>

### CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Dirección para correspondencia

Cátedra de Fisiología  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
Marcelo T. de Alvear 2142  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AA  
[antonela.terrizzi@odontologia.uba.ar](mailto:antonela.terrizzi@odontologia.uba.ar)

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina





# Apexificación en una Cita Utilizando Material Biocerámico como Tapón Apical

## Apexification in Single Appointment Using Bioceramic Material as Apical Plug

Recibido 21/10/2022

Aceptado 31/12/2022

Uría MS, García GA, Labarta AB

Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Odontología  
Cátedra de Endodoncia  
Buenos Aires, Argentina

### RESUMEN

El objetivo fue realizar una técnica de apexificación en una cita, evaluando clínicamente y radiográficamente la formación de barrera dura apical, con seguimiento a nueve meses, al utilizar material biocerámico en dientes permanentes jóvenes. Se trataron 30 incisivos superiores permanentes con ápice abierto y antecedentes de trauma, en pacientes de ambos géneros y 18-40 años. Las piezas (n=30) se dividieron en dos grupos (n=15). Grupo experimental: tratamiento de apexificación con EndoSequence Root Repair Material (EERR), y grupo control: tratamiento con impresión apical. Se determinaron distribuciones de frecuencias y estadísticas descriptivas para cada variable, según escala de medición y distribución. Se realizaron IC 95%, test de Chi cuadrado con cálculo de residuos estandarizados ajustados y test de Fisher. Se fijó nivel de significación  $p=0.05$ . Las diferencias de manifestaciones preoperatorias y postoperatorias según grupo fueron no significativas ( $p$  Fisher = 0.9140) y ( $p$  Fisher = 0.992), respectivamente. No se hallaron diferencias entre proporciones de hallazgos radiológicos preoperatorios según grupo. Medidas trimestralmente, no hubo diferencias significativas entre proporciones de piezas con continuidad de cortical ósea y radiolucidez periapical postoperatoria según grupo, ( $p$  Fisher = 0.7780) y ( $p$  Fisher = 0.7909), respectivamente. Debido a la escasa cantidad de trabajos que reportan el uso de EERR para esta técnica, se requiere de nuevos ensayos clínicos con tamaños muestrales amplios, para compararlo con otros materiales y técnicas, y determinar si su tasa de éxito a largo plazo es mayor que la de los materiales y técnicas usadas actualmente.

**Palabras clave:** endodoncia, apexificación, impresión apical, biocerámicos.

### ABSTRACT

To perform apexification technique in one appointment, clinically and radiographically evaluating the formation of apical hard barrier, with follow-up at nine months, when using bioceramic

material in young permanent teeth. Materials and methods: 30 permanent upper incisors with open apex and history of trauma were treated, in patients of both genders and 18-40 years of ages. The teeth (n=30) were divided into two groups (n=15). Experimental group: apexification treatment was performed with EndoSequence Root Repair Material (EERR), control group: treatment with apical impression. Frequency distributions and descriptive statistics were determined for each variable according to scale of measurement and distribution. 95% CI, Chi-square test with calculation of adjusted standardized residuals and Fisher's test were performed. The level of significance  $p=0.05$  was set. The differences in preoperative and postoperative manifestations according to group were not statistically significant (Fisher's  $p = 0.9140$ ) and (Fisher's  $p = 0.992$ ), respectively. No differences were found between proportions of preoperative radiological findings according to group. Measured quarterly, there were no significant differences between proportions of teeth with bone cortical continuity and with postoperative periapical radiolucency according to group, ( $p$  Fisher = 0.7780) and ( $p$  Fisher = 0.7909), respectively. Due to the small number of works that report its use for this technique, is necessary to carry out new clinical trials with larger sample sizes, to compare it with other materials and techniques, and determine if its success rate in the long term is greater than that of currently used materials and techniques.

**Keywords:** endodontics, apexification, apical impression, bioceramics.

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de piezas dentarias inmaduras con necrosis es un desafío endodóntico, debido a la dificultad para conseguir un adecuado sellado apical mediante el uso de métodos convencionales de tratamiento endodóntico (Albadri et al., 2013). El desarrollo discontinuo de las paredes dentinarias después de la necrosis pulpar conduce a una estructura débil de la raíz (Bartols et al., 2017). La apexificación con hidróxido de calcio fue una práctica habitual durante muchas décadas para este tipo de piezas dentarias (Botero et al., 2017). Su realización en múltiples citas induce la formación de una barrera apical de tejido duro. Este procedimiento puede emplearse en niños y adultos, pero requiere de múltiples citas y de la colaboración del paciente. El resultado de la formación de una barrera apical no siempre es predecible, puede haber problemas de contaminación y susceptibilidad a microfiltraciones (Juarez Broom y Benítez Cabrera, 2006).

Otra opción para alcanzar el cierre apical en estas piezas dentarias es realizar la técnica de impresión apical, reblandeciendo la porción terminal de un cono de gran calibre o varios conos enrollados, con disol-

ventes químicos como el xilol o eucaliptol, o físicos, como el calor (Dannenberg, 1967). Esta maniobra mejora la calidad del ajuste apical del cono de gutapercha a las paredes del conducto (Bücher et al., 2016). El cierre apical se produce por la formación de osteocemento o un tejido duro similar (Botero et al., 2017). Con la aparición de nuevos materiales, distintos autores proponen la técnica de apexificación en una cita, realizando un tapón apical con un material biocerámico en los últimos 5 mm del conducto (Camilleri, 2016; Çiçek et al., 2017).

Los biocerámicos son materiales de reparación. En endodoncia se utilizan para diversos procedimientos como recubrimiento pulpar, apexificación, obturaciones retrógradas y reparación de perforaciones (Flanagan, 2014).

Son biocompatibles, radiopacos, antibacterianos, dimensionalmente estables, fáciles de manipular y no se alteran por la contaminación con sangre. Según los fabricantes proporcionan un buen sellado, fraguan en medio húmedo, poseen buena resistencia a la compresión, baja citotoxicidad, reducen el tiempo del tratamiento, evitan cambios en las propiedades mecánicas de la dentina, y estimulan su reparación (Simon et al., 2007). El primer biocerámico desarrollado fue el Mineral Trióxido Agregado (MTA), que se emplea desde 1993 (Camilleri, 2016), con resultados muy exitosos, porque demostró una tasa de éxito del 97% para los casos de apexificación (Çiçek et al., 2017).

Actualmente, surgieron en el mercado nuevos biocerámicos como el EndoSequence Root Repair (EERR), (Brasseler USA, Savannah, GA). Se presenta en forma de masilla premezclada o como una pasta en una jeringa precargada con puntas de dosificación intracconducto. Fue desarrollado para utilizarse como un sustituto del MTA, ya que posee muchas de sus propiedades, pero tiene la ventaja de que fragua más rápido y su manejo clínico es más sencillo (Mapara et al., 2020). Está compuesto por silicato tricálcico, silicato bicálcico, fosfato de calcio, óxido de tantalio y óxido de circonio (AlAnezi et al., 2010). La masilla biocerámica absorbe la humedad y el agua del medio ambiente, iniciando la hidratación del silicato tricálcico y silicato bicálcico, lo que produce silicato de calcio hidrogel e hidróxido de calcio, el cual reacciona con el fosfato de calcio precipitando como hidroxiapatita (Lin et al., 2017; Kahler et al., 2017).

Este material fragua en medio húmedo, no se contrae y tiene tiempo de trabajo mayor a 30 minutos, y tiempo de fraguado de alrededor de 4 horas en condiciones normales, pero el fraguado final puede tardar hasta 12 horas (Moinzadeh et al., 2016). Presenta unión mecánica a la dentina debido a que está compuesto por nanopartículas, lo que le permite su entrada en los túbulos dentinarios y la interacción con la humedad presente en la dentina (Duarte et al., 2018).

EndoSequence Root Repair Material posee estabi-

lidad dimensional ya que no se contrae durante el fraguado, es insoluble, hidrófilo, libre de aluminio, altamente radiopaco y posee un pH alto que puede llegar a 12,8 durante la colocación, para luego ir disminuyendo de forma constante durante un período de 7 días (Raghavendra et al., 2017). Con el surgimiento de los materiales a base de biocerámicos, es posible realizar este tipo de tratamiento en una sola cita y con resultados más predecibles.

Por esta razón se decidió analizar y evaluar el comportamiento de un material biocerámico en el tratamiento de apexificación, siendo colocado por vía ortógrada para estimular la formación de un tejido calcificado a nivel apical. La relevancia de este trabajo pone énfasis, fundamentalmente en época de pandemia, en realizar el tratamiento del diente con ápice abierto con un material biocerámico en cita única, para controlar la infección perirradicular e inducir el cierre apical sin exponer al paciente a citas múltiples. La transferencia de los resultados obtenidos se orientó a generar conocimiento y contribuir al desarrollo de saberes en el campo de la salud humana. El objetivo del presente trabajo fue realizar la técnica de apexificación en una sola cita y evaluar clínica y radiográficamente la formación de la barrera dura apical, con seguimiento a nueve meses, al utilizar material biocerámico en dientes permanentes jóvenes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### CERTIFICADO DEL COMITÉ DE ÉTICA

Este ensayo clínico in vivo fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires, CETICA FOUBA, con el número 007/2022.

### TAMAÑO DE LA MUESTRA

Dado el tamaño de la muestra se realizó una prueba piloto. Se trataron treinta incisivos superiores permanentes con ápice abierto, pulpa necrótica, antecedentes de

traumatismo previo, e indicación de técnica de apexificación, pertenecientes a pacientes de ambos géneros, con edades comprendidas entre los 18 y 40 años.

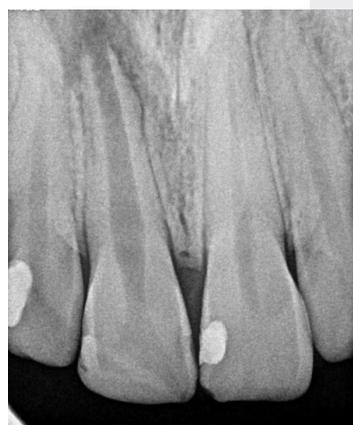
### PARTICIPANTES DEL ESTUDIO

Los pacientes fueron seleccionados en las Clínicas de Grado y Posgrado de la Cátedra de Endodoncia de la FOUBA. Las 30 piezas dentarias (n=30), se dividieron en dos grupos iguales de 15 piezas dentarias cada uno (n=15). En el grupo experimental, las 15 piezas dentarias recibieron tratamiento de apexificación con EndoSequence Root Repair Material, mientras que en el grupo control, las 15 piezas dentarias recibieron tratamiento con técnica de impresión apical y Sellador AH 26.

El criterio de inclusión requería que los pacientes fueran seleccionados después de realizar su evaluación radiográfica preoperatoria de acuerdo a los siguientes parámetros: edad entre 18 y 40 años, pertenecientes a ambos géneros, que tuvieran incisivos centrales y laterales superiores permanentes no vitales, con ápice abierto y lesión periapical radiográficamente evidente, y relataran antecedente de traumatismo previo. Fueron excluidos de la muestra los pacientes que presentaban patologías sistémicas, los que poseían enfermedad periodontal generalizada con movilidad grado II o III, las piezas dentarias no restaurables, las piezas con pulpa vital y las piezas dentarias con ápice cerrado.

### PROCEDIMIENTO DE APEXIFICACIÓN

Todos los pacientes firmaron el consentimiento informado del procedimiento a realizar, detallado en la ficha de tratamiento que posee la Cátedra de Endodoncia, FOUBA. Antes de comenzar el mismo, se tomó una radiovisiografía digital RVG 5200 (Carestream), periapical intraoral preoperatoria (Figura 1 y Figura 5), y se registraron los hallazgos clínicos existentes (fístula, edema, dolor a la percusión).



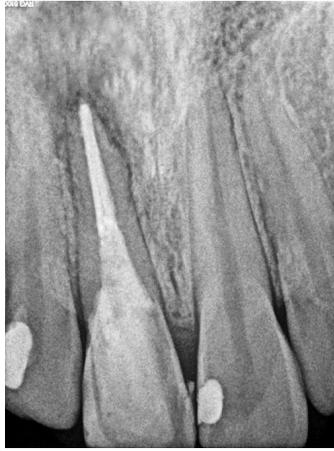
**FIGURA 1.** Imagen radiográfica preoperatoria de pieza del grupo experimental



**FIGURA 2.** Imagen radiográfica del tapón apical realizado con EERR en pieza grupo experimental



**FIGURA 3.** Imagen radiográfica postoperatoria de pieza obturada con tapón apical de EERR en pieza del grupo experimental



**FIGURA 4.** Control radiográfico a 9 meses en pieza del grupo experimental. Se observa reparación de la lesión periapical y continuidad de la cortical ósea alveolar



**FIGURA 5.** Imagen radiográfica preoperatoria de pieza del grupo control



**FIGURA 6.** Imagen radiográfica de la impresión apical en pieza del grupo control

Después de administrar la anestesia local y realizar el aislamiento absoluto con goma dique, se hizo la apertura con fresa redonda de carburo estéril número 6 (Komet, Germany), a alta velocidad y con abundante refrigeración. La rectificación de la entrada se realizó con fresa Endozeta (Dentsply Sirona).

Los conductos radiculares se irrigaron con hipoclorito de sodio (Clorox, Argentina) al 2,5%. La longitud de trabajo de las piezas dentarias se determinó con localizador electrónico de foramen Woodpex III Gold (Woodpecker, China), y se corroboró mediante conductometría digital tomada con radiovisiógrafo (RVG 5200 Carestream), con lima manual colocada en el interior del conducto. Dada la amplitud que poseían los conductos se utilizaron, en todos los casos, limas K (Dentsply Sirona), de segunda y tercera serie.

La preparación quirúrgica se realizó con sistema Protaper Gold (Dentsply Sirona), según las indicaciones del fabricante, hasta un instrumento F3, y se completó con instrumentos manuales hasta el calibre adecuado para cada caso. Se realizó preparación química utilizando 20 ml de NaOCl al 2,5%, activado con EndoActivator (Dentsply Sirona), para no debilitar en exceso las ya finas paredes de las piezas dentarias. Se realizó un anteúltimo lavaje con EDTAC al 17% para remover la capa de barro dentinario y mantener la permeabilidad de las paredes, activando nuevamente el irrigante, y el lavaje final se realizó con NaOCl al 2,5% para remover los precipitados que pudieran haberse formado, agitado por la lima XP Endo Finisher (FKG Dentarie, Swiss), durante un minuto.

Luego, los conductos se secaron con conos de papel estériles (Dentsply Sirona) y se procedió a realizar la obturación.

En el grupo experimental, se hizo un tapón apical con EndoSequence Root Repair Material (Brasseler, USA).

El material se introdujo en el interior del conducto con una jeringa porta MTA calibre 1.2 (Angelus, Brasil), hasta dos milímetros antes de la longitud de trabajo. Se realizaron tres descargas en cada conducto. Se compactó a las paredes del conducto en la porción apical con un cono de papel estéril de grueso calibre (#80), formando un tapón de 4 a 5 milímetros de longitud. El exceso se retiró con una torunda de algodón húmeda. La correcta ubicación dentro del conducto se observó mediante la toma de una radiovisiografía digital (Figura 2). Se esperó treinta minutos para que endureciera totalmente, y se procedió a realizar la obturación del tercio medio y coronario del conducto con gutapercha termoinyectada (Sistema Calamus Dual, Dentsply Sirona), utilizando la jeringa inyectora del sistema (Figura 3).

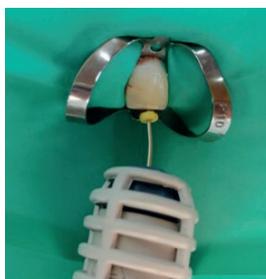
Las piezas del grupo control fueron obturadas con técnica de impresión apical. En este caso, los conductos se mantuvieron húmedos, no se secaron. Se realizó la impresión apical fabricando un cono de gran tamaño al amasar cuatro conos juntos de calibre 80 (Dentsply, Maillefer), luego de entrelazados, los mismos fueron flameados a la llama para reblandecerlos, y en esta condición se introdujo dentro del conducto (Figura 7). Se tomó conometría digital para corroborar la correcta ubicación del cono en la impresión apical. Se esperó unos minutos para permitir el endurecimiento de la gutapercha: se retiró la impresión del conducto. Se secó el conducto con conos de papel estériles. Se colocó el cemento sellador AH 26 en el interior del conducto con lima K #35. Se reposicionó el cono individualizado a longitud de trabajo (Figura 6), se realizó el corte del cono a nivel coronal con un termocompactor previamente seleccionado (Sistema Calamus Dual, Dentsply Sirona), y se hizo la condensación vertical del mismo. Luego se volvió a intro-



**FIGURA 7.** Imagen clínica de la impresión apical con conos enrollados, en pieza del grupo control



**FIGURA 8.** Condensación vertical de la impresión con gutapercha en el tercio apical del conducto, en pieza del grupo control



**FIGURA 9.** Inyección de gutapercha termoplastizada en tercio medio y coronario, en pieza del grupo control



**FIGURA 10.** Imagen radiográfica postoperatoria de la impresión apical en pieza del grupo control



**FIGURA 11.** Control radiográfico a 9 meses en pieza del grupo control. Se observa reparación de la lesión periapical y continuidad de la cortical ósea alveolar

ducir un termocompactor de menor calibre, y con otro condensador manual más delgado se realizó la condensación vertical en el tercio apical (Down pack) (Figura 8). Posteriormente, se obturaron los tercios medio y coronario con la pistola inyectora del mismo sistema (Back fill) (Figura 9). Se tomó radiovisiografía postoperatoria inmediata, para evaluar la calidad de la obturación del conducto radicular (Figura 10).

En ambos grupos, al finalizar la obturación endodóntica, se procedió a realizar la restauración coronaria con un composite nanohíbrido universal (Brilliant NG, Coltene), para impedir la filtración bacteriana por vía coronaria. Se registraron los hallazgos clínicos y radiográficos pre y postoperatorios.

#### PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron volcados en una base de datos, tipo Excel, por un solo operador, y luego se analizaron em-

pleando un microprocesador INTEL CORE DUO E8200 2.66 Ghz y el paquete estadístico Winpepi Versión 11.65. 2016 (Abramson JH, 2016).

Se determinaron las distribuciones de frecuencias y las estadísticas descriptivas, adecuadas para cada variable según su escala de medición y distribución. Se realizó estimación de intervalos de confianza del 95 % para porcentajes, test de Chi cuadrado y cálculo de residuos estandarizados ajustados, y Test de Fisher. Se fijó un nivel de significación de  $p = 0.05$ , para todas las pruebas de inferencia.

#### RESULTADOS

En este estudio clínico se trataron treinta piezas dentarias anteriores superiores, pertenecientes a la dentición permanente, con ápice inmaduro. La edad media en el grupo experimental fue de 18,4 años, mientras que en el grupo control fue de 20,6 años. El incisivo central superior fue la pieza más afectada con el 83% (25 piezas), mientras que los incisivos laterales superiores representaron sólo el 17% (5 piezas). El género más comprometido fue el masculino con el 67% (20 piezas), mientras que el femenino representó el 33% (10 piezas). La etiología de la afección pulpar fue en todos los casos un traumatismo. El 100% de las piezas tratadas habían sufrido algún trauma en el pasado.

Las diferencias entre proporciones de manifestaciones preoperatorias según grupo fueron estadísticamente no significativas ( $p$  Fisher = 0.9140) (Tabla 1). Estos resultados apoyan la hipótesis que no hubo relación entre el grupo y la incidencia de manifestaciones preoperatorias. Los intervalos de confianza en cada celda muestran cuáles serían las proporciones mínima y máxima esperables de tales manifestaciones con una confianza del 95 % en la medida que las muestras fueran representativas de la población estudiada.

En relación a los hallazgos clínicos postoperatorios observados en el control de seguimiento al mes, todos los pacientes respondieron con éxito a la intervención realizada, y mostraron curación de los tejidos blan-

dos en ambos grupos. Hubo total remisión del edema en fondo de surco y de la fístula mucosa, pero el dolor a la percusión vertical se mantuvo en un paciente del grupo experimental y en cinco pacientes del grupo control, lo que pone de manifiesto el compromiso inflamatorio del tejido periodontal (Tabla 2). En esta tabla, los casilleros con cero casos no se tomaron a los fines del análisis estadístico. Las diferencias entre proporciones de manifestaciones postoperatorias según grupo fueron estadísticamente no significativas ( $p$  Fisher = 0.992). Estos resultados apoyan la hipótesis que no hubo relación entre el grupo y la incidencia de manifestaciones postoperatorias. Los intervalos de confianza en cada celda muestran cuáles serían las proporciones mínima y máxima esperables de tales manifestaciones, con una confianza del 95 % en la medida que las muestras fueran representativas de la población estudiada.

Con respecto a los hallazgos radiológicos preoperatorios, todas las piezas dentarias mostraron ápice abierto y borramiento de la cortical ósea alveolar a nivel api-

cal, tanto en el grupo experimental como en el grupo control. La zona radiolúcida periapical estuvo presente en el 100% de las piezas dentarias de cada grupo (Tabla 3). No se hallaron diferencias entre proporciones de hallazgos radiológicos preoperatorios según grupo. En el caso de la continuidad cortical, el  $p$  valor calculado sería poco confiable. Los intervalos de confianza en cada celda muestran cuáles serían las proporciones mínima y máxima esperables de tales hallazgos, con una confianza del 95% en la medida que las muestras fueran representativas de la población estudiada.

Estos resultados apoyan la hipótesis que no hubo relación entre el grupo y los hallazgos radiológicos preoperatorios.

En los controles radiográficos de seguimiento a los 3, 6 y 9 meses, la mayoría de las piezas de ambos grupos (experimental 94%, control 80%), mostraron la presencia de una cortical ósea alveolar normal a los nueve meses (Figura 4 y Figura 11). Una pieza del grupo experimental y tres piezas del grupo control no alcanzaron la formación de una lámina calcificada

Signos y Síntomas	Tapón Biocerámico (N=15)	Impresión apical (N=15)
Dolor a la percusión (%; IC 95%)	3 (20%; 5.3 - 49.8)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)
Presencia de fístula (%; IC 95%)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)	5 (33.3%; 13 - 63)
Dolor a la percusión y presencia de fístula (%; IC 95%)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)
Edema en fondo de surco (%; IC 95%)	1 (6.7%; 0.3 - 34.5)	1 (6.7%; 0.3 - 34.5)
Dolor a la percusión y edema en fondo de surco (%; IC 95%)	3 (20%; 5.3 - 49.8)	1 (6.7%; 0.3 - 34.5)

Nota. Test exacto de Fisher:  $P = 0.9140$

**TABLA 1.** Manifestaciones clínicas preoperatorias

Signos y Síntomas	Tapón Biocerámico (N=15)	Impresión apical (N=15)
Dolor a la percusión (%; IC 95%)	1 (6.7%; 0.3 - 34.5)	5 (33.3%; 13 - 63)
Presencia de fístula (%; IC 95%)	0 (0%; 0.6 - 25.5)	0 (0%; 0.6 - 25.5)
Edema en fondo de surco (%; IC 95%)	0 (0%; 0.6 - 25.5)	0 (0%; 0.6 - 25.5)
Salud de tejidos blandos y periodontales (%; IC 95%)	14 (93.3%; 66 - 106.2)	10 (66.7%; 38.7- 90.3)

Nota. Test de Fisher: One tailed  $P = 0.992$

**TABLA 2.** Manifestaciones clínicas postoperatorias

a nivel apical (Tabla 4). Medidas trimestralmente, no hubo diferencias significativas entre proporciones de piezas con continuidad de la cortical ósea según grupo ( $p$  Fisher = 0.7780). Los intervalos de confianza en cada celda muestran cuáles serían las proporciones mínima y máxima esperables de tales hallazgos con una confianza del 95 %, en la medida que las muestras fueran representativas de la población estudiada. Estos resultados apoyan la hipótesis que no hubo relación entre el grupo y el tiempo postoperatorio transcurrido para evidenciar la formación de la cortical ósea. Se detectó una imagen radiolúcida de menor tamaño en el 100% de las piezas del grupo experimental, y en el 94% de las piezas dentarias del grupo control, a los

nueve meses (Tabla 5). Medidas trimestralmente, no hubo diferencias significativas entre proporciones de piezas con zona radiolúcida periapical postoperatoria según grupo ( $p$  Fisher = 0.7909). Los intervalos de confianza en cada celda muestran cuáles serían las proporciones mínima y máxima esperables de tales hallazgos, con una confianza del 95 %, en la medida que las muestras fueran representativas de la población estudiada.

Estos resultados apoyan la hipótesis que no hubo relación entre el grupo y el tiempo postoperatorio transcurrido en la desaparición de la lesión radiolúcida periapical.

Signo radiológico	Tapón Biocerámico (N=15)	Impresión apical (N=15)
Continuidad de cortical ósea alveolar (%; IC 95%)	0 (0%; 0.6 - 25.5)	0 (0%; 0.6 - 25.5)
Radiolucidez periapical (%; IC 95%)	15 (100%; 74.7 - 100.0)	15 (100%; 74.7-100.0)

**TABLA 3.** Hallazgos radiológicos preoperatorios

Tiempo de control	Tapón Biocerámico (N=15)	Impresión apical (N=15)
Tres meses (%; IC 95%)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)	2 (13.3%; 2.3 - 42.5)
Seis meses (%; IC 95%)	6 (40%; 17.5 - 69)	6 (40%; 17.5 - 69)
Nueve meses (%; IC 95%)	4 (26.7%; 8.9 - 56)	4 (26.7%; 8.9 - 56)

Nota. Test exacto de Fisher:  $P = 0,7780$  Mid –  $P: 0.7278$

**TABLA 4.** Continuidad de la cortical ósea alveolar en controles postoperatorios

Tiempo de control	Tapón Biocerámico (N=15)	Impresión apical (N=15)
Tres meses (%; IC 95%)	6 (40%; 17.5 - 69)	4 (26.7%; 8.9 - 56.6)
Seis meses (%; IC 95%)	7 (46.7%; 22.3 - 74.8)	7 (46.7%; 22.3 - 74.8)
Nueve meses (%; IC 95%)	2 (13.3%; 2.3 - 42.5)	3 (20%; 5.3 - 49.8)

Nota. Test exacto de Fisher:  $P = 0,7909$  Mid –  $P: 0.7445$

**TABLA 5.** Disminución de la radiolucidez periapical en controles postoperatorios

## DISCUSIÓN

La apexificación es un procedimiento para tratar y preservar piezas dentarias permanentes jóvenes que han perdido su vitalidad pulpar. Contrasta con la apexogénesis porque, en sus resultados, la maduración apical y el grosor normal de la raíz no se pueden alcanzar (Huang, 2009). El éxito del tratamiento de un diente con ápice abierto se evalúa desde tres aspectos: clínico, radiográfico e histológico. Los dos primeros son posibles de analizar cuando los pacientes asisten a las citas de control; pero, para el control histológico se recurre a los resultados mostrados en trabajos de investigación (Felippe et al., 2006), que reportan que en conductos necróticos con lesión periapical de dientes de perros, la aplicación de MTA o Ca(OH)<sub>2</sub> con MTA, como tapón apical presentó reparación de los tejidos periapicales, con formación de tejido mineralizado, cerrando biológicamente los conductos radiculares; incluso en piezas dentarias donde se presentó extravasación del material, éste apareció rodeando la sobreobtención, lo que indicó la biocompatibilidad del biomaterial de primera generación en casos de apexificación (Jung et al. 2008).

La técnica de impresión apical está indicada en conductos cortos y amplios, para realizar el sellado de los mismos. Se utiliza en todas las piezas del sector anterior, en conductos palatinos de molares superiores, y en conductos distales de molares inferiores, cuando presenten conductos amplios, con ápice abierto y en los que pueda lograrse el ajuste apical con un instrumento manual de calibre 70 a 140 (Dannenberg, 1967). Radiográficamente, el proceso de reparación de estas piezas se caracteriza por la aparición de una imagen radiopaca en la abertura apical, posterior a la aposición de tejido mineralizado (Restrepo-Restrepo et al., 2019).

El cuadro morfológico del proceso de reparación en la región apical de las piezas con ápice abierto mantiene relación estrecha con factores como, el estadio del desarrollo radicular, las condiciones de la pulpa dental y de los tejidos perirradiculares en el momento de la intervención, y el material utilizado en el tratamiento (Lopes et al., 1999).

Existen dos corrientes filosóficas que explican el proceso de reparación biológica de estas piezas dentarias con necrosis pulpar. La primera afirma que no es la colocación de una medicación intraconducto lo que estimula la memoria genética de las células y provoca el cierre biológico apical, sino que el proceso de reparación ocurre después de remover los restos necróticos y las bacterias del interior del conducto radicular. La segunda filosofía parte del principio que, independientemente de que el sellado biológico sea un proceso natural, las células del periápice deben ser estimuladas por un activador biológico, con el objetivo de favorecer la reparación, como son el Ca(OH)<sub>2</sub> (Lopes et al., 1999) o los biomateriales, los cuales poseen ca-

pacidad osteogénica y cementogénica (Saidon et al., 2003), porque ejercen una acción favorable en virtud de su pH alcalino, o porque los iones de calcio pueden disminuir la permeabilidad capilar, favoreciendo la reparación. No obstante, la vaina epitelial de Hertwig es de suma importancia en el cierre apical, y ella reinicia su función una vez eliminada la infección en el interior del conducto radicular (Lopes et al., 1999). Una serie de casos en los que se realizó apexificación en una sola cita utilizando distintos materiales biocerámicos como el ERRM, MTA y Biodentine, y en la que todos los pacientes fueron controlados después de 1 mes (Duraivel et al., 2017), mostró que el ERRM se puede utilizar como alternativa al MTA. Aunque el ERRM se considera como sustituto del MTA, sólo unos pocos artículos lo compararon para la técnica de apexificación de dientes permanentes inmaduros no vitales. Por esta razón, se decidió realizar esta prueba piloto, en la que pudo observarse una tasa de éxito del 93%, en un seguimiento a 9 meses. No obstante, es necesario realizar más ensayos clínicos para compararlo con otros materiales y otras técnicas, y analizar su tasa de éxito en seguimiento a plazos mayores.

Los resultados clínicos y radiográficos obtenidos luego de los tratamientos de apexogénesis realizados en esta investigación, indican que los protocolos de desinfección e instrumentación aplicados consiguieron eliminar el tejido necrótico y las bacterias del sistema de conductos, al igual que es posible observar mediante el control radiográfico, la actividad biológica del material elegido por la formación de una barrera mineralizada, coincidiendo en este caso con la filosofía de reparación de Lopes et al., (1999) y Saidon et al., (2003).

Remover los restos necróticos del tejido pulpar y los microorganismos, alcanzando la desinfección del conducto, es el requisito primario para conseguir el éxito de la apexificación (Duraivel et al., 2017).

Dada la naturaleza de la periodontitis apical, lograr la mayor eliminación de bacterias es esencial. Sin embargo, el efecto antibacteriano de la limpieza biomecánica es menor en piezas permanentes con raíces inmaduras, si se las compara con las piezas dentarias maduras. Por eso, distintos autores (Cvek, 1992; Felippe et al., 2006), afirman que es necesario colocar medicación intraconducto para reforzar la eliminación de bacterias resistentes a la irrigación e instrumentación.

El contacto directo entre el EndoSequence Root Repair Material y los tejidos periapicales es importante para una exitosa acción inductiva en la apexificación. La falta de contacto puede ser una razón que impida conseguir la formación de la barrera mineralizada y la reparación apical (Mapara et al., 2020).

El éxito de la apexificación tanto con materiales biocerámicos como con impresión apical está relacionada con la presencia o ausencia de lesiones periapicales

(Mente et al., 2013), y hay autores que establecen que también influye el tamaño de las mismas (Nicoloso et al., 2017). Si bien en este trabajo no se utilizó medicación intraconducto, en el procedimiento de irrigación se activaron las soluciones irrigantes y se utilizó el sistema XP EndoFinisher para maximizar la desinfección de la pared dentinaria. Dado que las lesiones periapicales que presentaron las piezas dentarias tratadas, eran de un tamaño mediano a grande, podemos diferir con lo reportado por los autores mencionados en el párrafo anterior, ya que se alcanzó el cierre biológico en el 93% de los casos tratados con EndoSequence Root Repair Material, en un lapso de nueve meses.

Otro trabajo comparó el uso de biocerámicos de reparación con la técnica de impresión apical para el tratamiento de piezas permanentes jóvenes con periodontitis crónica y los controló durante 12 meses (El-Meligy y Avery, 2006). Ninguno de los casos tratados con biocerámico mostró signos clínicos o radiográficos de fracaso, mientras que 2 de las 15 piezas en las que se utilizó impresión apical tuvieron sensibilidad a la percusión y persistencia de inflamación periapical.

Una investigación clínica retrospectiva con pacientes que presentaban dientes con pulpas necróticas y ápices abiertos que fueron tratados con material biocerámico como tapón apical, demostró que no hubo diferencia significativa entre el éxito del tratamiento realizado en una o dos sesiones (Agrafioti et al., 2017). Este autor respalda la terapia de apexificación en una sola sesión, avalando el protocolo empleado en el presente trabajo.

Desde el punto de vista clínico, es difícil colocar los cementos biocerámicos de reparación a nivel apical sin provocar sobreobturación. Barakat y Fethi (2020), afirman que cuando este material se extravasa en la región apical no es reabsorbido por acción de los macrófagos, ocasionando una respuesta inflamatoria; en cambio, Bramante et al. (2004) afirman que, si existe extravasación, se reabsorberá con el paso del tiempo.

Vidal et al., (2016), sugieren la colocación de una matriz colágena (esponja o membrana de colágeno reabsorbible) antes de llevar el material biocerámico a la porción apical para evitar la extravasación del material, pero Agrafioti et al., (2017), difieren con este procedimiento en virtud de que existen alternativas más viables, económicas y al alcance de todos los profesionales, como el colocar Ca(OH)<sub>2</sub> antes de la colocación del material biocerámico. Una vez que el Ca(OH)<sub>2</sub> se reabsorbe, los tejidos periapicales se encontrarán en contacto directo con el material biocerámico de reparación, creando las condiciones ideales para estimular la neoformación de tejido mineralizado.

## CONCLUSIÓN

La apexificación, como se refleja en este trabajo, es un tratamiento oportuno y exitoso si se cumplen los protocolos adecuados.

EndoSequence Root Repair Material puede considerarse como una alternativa adecuada frente a otras técnicas utilizadas para este procedimiento.

Dada la escasa cantidad de trabajos que reportan su uso para esta técnica, y el bajo tamaño muestral que los artículos poseen, se requiere la realización de nuevos ensayos clínicos con tamaños muestrales más amplios, para compararlo con otros materiales y otras técnicas, y poder determinar si su tasa de éxito a largo plazo es mayor que la de los materiales y técnicas usadas en la actualidad.

## REFERENCIAS

Abramson J. H. (2004). WINPEPI (PEPI-for-Windows): computer programs for epidemiologists. *Epidemiologic Perspectives & Innovations*, 1(1), 6. <https://doi.org/10.1186/1742-5573-1-6>

Agrafioti, A., Giannakoulas, D. G., Filippatos, C. G. y Kontakiotis, E. G. (2017). Analysis of clinical studies related to apexification techniques. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 18(4), 273–284. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2017.18.04.03>

AlAnezi, A. Z., Jiang, J., Safavi, K. E., Spangberg, L. S. y Zhu, Q. (2010). Cytotoxicity evaluation of endosequence root repair material. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 109(3), e122–e125. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.11.028>

Albadri, S., Chau, Y. S. y Jarad, F. (2013). The use of mineral trioxide aggregate to achieve root end closure: three case reports. *Dental Traumatology*, 29(6), 469–473. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2012.01128.x>

Barakat, I. F. y Fethi, A. (2020). Clinical and radiographical evaluation of bioceramic root canal sealer and MTA in apexification of immature permanent teeth. *Egyptian Dental Journal*, 66(4), 2057–2063. <https://doi.org/10.21608/EDJ.2020.41085.1241>

Bartols, A., Roussa, E., Walther, W. y Dörfer, C. E. (2017). First evidence for regeneration of the periodontium to mineral trioxide aggregate in human teeth. *Journal of Endodontics*, 43(5), 715–722. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.12.027>

- Botero, T. M., Tang, X., Gardner, R., Hu, J. C. C., Boynton, J. R. y Holland, G. R. (2017). Clinical evidence for regenerative endodontic procedures: immediate versus delayed induction?. *Journal of Endodontics*, 43(9S), S75–S81. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.07.009>
- Bramante, C. M., Bortoluzzi, E. A. y Juarez Broon, N. (2004). Agregado trióxido mineral (MTA) como plug para la obturación de conductos radiculares: descripción de la técnica y caso clínico. *Endodoncia*, 22(3), 155–161.
- Bücher, K., Meier, F., Diegritz, C., Kaaden, C., Hickel, R. y Kühnisch, J. (2016). Long-term outcome of MTA apexification in teeth with open apices. *Quintessence International*, 47(6), 473–482. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a35702>
- Camilleri, J. (2016). Is mineral trioxide aggregate a bioceramic?. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*, 18(1), 13–17. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=68106>
- Çiçek, E., Yılmaz, N., Koçak, M. M., Sağlam, B. C., Koçak, S. y Bilgin, B. (2017). Effect of mineral trioxide aggregate apical plug thickness on fracture resistance of immature teeth. *Journal of Endodontics*, 43(10), 1697–1700. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.05.007>
- Cvek M. (1992). Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endodontics & Dental Traumatology*, 8(2), 45–55. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1992.tb00228.x>
- Dannenberg J. L. (1967). The apical impression technic of root canal filling. *The Journal of the New Jersey State Dental Society*, 39(3), 118–119.
- Duarte, M. A. H., Marciano, M. A., Vivan, R. R., Tanomaru Filho, M., Tanomaru, J. M. G. y Camilleri, J. (2018). Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Brazilian Oral Research*, 32(supl 1), e70. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0070>
- Duraivel, D., Fayeez, A., Poorni, S., Diana, D. y Srinivasan, M. R. (2017). Management of non vital teeth with open apex using endosequence root repair material, mineral trioxide aggregate and biodentin - A case series. *International Journal of Current Research and Review*, 9 (22), 26–30. <https://doi.org/10.7324/IJCRR.2017.9226>
- El-Meligy, O. A. y Avery, D. R. (2006). Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Pediatric Dentistry*, 28(3), 248–253. <https://www.ingentaconnect.com/contentone/aapd/pd/2006/00000028/00000003/art00005>
- Felippe, W. T., Felipe, M. C. y Rocha, M. J. (2006). The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *International Endodontic Journal*, 39(1), 2–9. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.01037.x>
- Flanagan T. A. (2014). What can cause the pulps of immature, permanent teeth with open apices to become necrotic and what treatment options are available for these teeth. *Australian Endodontic Journal*, 40(3), 95–100. <https://doi.org/10.1111/aej.12087>
- Huang G. T. (2009). Apexification: the beginning of its end. *International Endodontic Journal*, 42(10), 855–866. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01577.x>
- Juarez Broon, N. y Benítez Cabrera, J. G. (2006). Apicogénesis, apicoformación y maturogénesis: conceptos y técnica. *Medicina Oral*, 8(3), 129–138. <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=39046>
- Jung, I. Y., Lee, S. J. y Hargreaves, K. M. (2008). Biologically based treatment of immature permanent teeth with pulpal necrosis: a case series. *Journal of Endodontics*, 34(7), 876–887. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.03.023>
- Kahler, B., Rossi-Fedele, G., Chugal, N. y Lin, L. M. (2017). An evidence-based review of the efficacy of treatment approaches for immature permanent teeth with pulp necrosis. *Journal of Endodontics*, 43(7), 1052–1057. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.003>
- Lin, J., Zeng, Q., Wei, X., Zhao, W., Cui, M., Gu, J., Lu, J., Yang, M. y Ling, J. (2017). Regenerative endodontics versus apexification in immature permanent teeth with apical periodontitis: a prospective randomized controlled study. *Journal of Endodontics*, 43(11), 1821–1827. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.06.023>
- Lopes, H. P., Siqueira, J. F. y Estrela, C. (1999). Tratamiento endodóntico em dentes con rixogene incompleta. En HP Lopes y JF Siqueira (Eds.), *Endodontia: biologia e técnica*. Medsi, pp. 485–496.

Mapara, P. N., Shashikiran, N. D., Gugawad, S., Gaonkar, N., Hadakar, S., Taur, S. y Khade, D. (2020). Comparative evaluation of calcium release of the apical plugs formed by mineral trioxide aggregate, Biodentine, and EndoSequence root repair material with and without 2% triple antibiotic powder: an in vitro study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 38(2), 132–137. [https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD\\_74\\_20](https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD_74_20)

Mente, J., Leo, M., Panagidis, D., Ohle, M., Schneider, S., Lorenzo Bermejo, J. y Pfefferle, T. (2013). Treatment outcome of mineral trioxide aggregate in open apex teeth. *Journal of Endodontics*, 39(1), 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.10.007>

Moinzadeh, A. T., Aznar Portoles, C., Schembri Wismayer, P. y Camilleri, J. (2016). Bioactivity potential of EndoSequence BC RRM Putty. *Journal of Endodontics*, 42(4), 615–621. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.12.004>

Nicoloso, G. F., Pötter, I. G., Rocha, R. O., Montagner, F. y Casagrande, L. (2017). A comparative evaluation of endodontic treatments for immature necrotic permanent teeth based on clinical and radiographic outcomes: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 27(3), 217–227. <https://doi.org/10.1111/ipd.12261>

Raghavendra, S. S., Jadhav, G. R., Gathani, K. M. y Kotadia, P. (2017). Bioceramics in endodontics - a review. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(3 Suppl 1), S128–S137. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5750835/>

Restrepo-Restrepo, F. A., Cañas-Jiménez, S. J., Romero-Albarracín, R. D., Villa-Machado, P. A., Pérez-Cano, M. I. y Tobón-Arroyave, S. I. (2019). Prognosis of root canal treatment in teeth with preoperative apical periodontitis: a study with cone-beam computed tomography and digital periapical radiography. *International Endodontic Journal*, 52(11), 1533–1546. <https://doi.org/10.1111/iej.13168>

Saidon, J., He, J., Zhu, Q., Safavi, K. y Spångberg, L. S. (2003). Cell and tissue reactions to mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 95(4), 483–489. <https://doi.org/10.1067/moe.2003.20>

Simon, S., Rilliard, F., Berdal, A. y Machtou, P. (2007). The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *International Endodontic Journal*, 40(3), 186–197. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01214.x>

Vidal, K., Martin, G., Lozano, O., Salas, M., Trigueros, J. y Aguilar, G. (2016). Apical closure in apexification: a review and case report of apexification treatment of an immature permanent tooth with Biodentine. *Journal of Endodontics*, 42(5), 730–734. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.02.007>

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## Dirección para correspondencia

Cátedra de Endodoncia  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
Marcelo T de Alvear 2142, 4° A  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122 AAH  
doclabarta@hotmail.com

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina





# La Inflamación como el Nexo entre la Enfermedad Periodontal y la Enfermedad Cardiovascular

## Inflammation as a Link Between Periodontitis and Cardiovascular Disease

Recibido 10/10/2022

Aceptado 21/12/2022

Nicolosi LN<sup>1,2</sup>, Rubio MC<sup>1,2</sup>, Friedman SM<sup>3</sup>

<sup>1</sup> **Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Odontología**  
**Cátedra de Medicina Interna**  
**Buenos Aires, Argentina**

<sup>2</sup> **Hospital Español de Buenos Aires**  
**Buenos Aires, Argentina**

<sup>3</sup> **Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Odontología**  
**Cátedra de Bioquímica General y Bucal**  
**Buenos Aires, Argentina**

### RESUMEN

La periodontitis es una enfermedad no transmisible, con una alta prevalencia, que oscila entre el 45% y el 50% de la población mundial, ocupando el sexto lugar entre las enfermedades más frecuentes de la humanidad. Existe suficiente evidencia que avala la relación entre la enfermedad periodontal y la enfermedad cardiovascular, responsable de aproximadamente el 45% de las muertes en países desarrollados, comprendiendo en su causalidad al infarto de miocardio, el accidente cerebrovascular, la insuficiencia cardíaca y las arritmias, que causan alrededor del 95 % de las muertes relacionadas con la enfermedad cardiovascular. Ambas patologías presentan factores de riesgo comunes ampliamente reconocidos, como la diabetes y el tabaquismo, pero además manifiestan características genéticas y epigenéticas que avalan distintos mecanismos etiopatológicos. Más allá de los factores de riesgo comunes, se han propuesto dos mecanismos para explicar la relación entre la enfermedad periodontal y las cardiovasculares. Uno de ellos, constituye la invasión directa de patógenos periodontales en las células endoteliales. El otro mecanismo sugerido (vía indirecta), ocasionado por la respuesta inflamatoria sistémica que resulta en niveles crónicamente elevados de diferentes citoquinas, también relacionadas con la enfermedad vascular aterosclerótica, como IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, TNF- $\alpha$ , PCR y la proteína quimioatrayente de monocitos, podría estar mediado por productos bacterianos, como los lipopolisacáridos que alcanzarían la circulación induciendo una potente respuesta inmunitaria. Estos mecanismos pueden actuar inflamando las células endoteliales, modulando el metabolismo de los lípidos y aumentando el estrés oxidativo, favoreciendo la aterosclerosis, conformando la expresión de un fenotipo arterial inflamatorio, generando el nexo entre la enfermedad periodontal y las patologías cardiovasculares.

**Palabras claves:** periodontitis, hipertensión arterial, infarto agudo de miocardio, demencia, enfermedad cardiovascular.

**ABSTRACT**

Periodontitis is a non-communicable disease which is highly prevalent worldwide. It was reported to range from 45% to 50% around the world and it was the sixth most prevalent condition of humanity. Consistent body of evidence explains the relationship between periodontal disease and other common systemic conditions such as cardiovascular disease. Periodontitis is likely to cause a 45% of deaths in developed countries, including myocardial infarction, stroke, heart failure and arrhythmias that cause about a 95% of deaths related to cardiovascular disease. Both diseases share many risk factors, such as diabetes and smoking; but also, genetic, and epigenetic characteristics support several etiopathological mechanisms. Beyond the common risk factors, two mechanisms have been proposed to elucidate the relationship between the periodontal disease and cardiovascular diseases. One of them supports the concept that periodontal pathogens are capable of the direct invasion of endothelial cells. The other mechanism suggested (indirect pathway), caused by the disease resulting in chronically elevation of CRP, inflammatory cytokines, the monocyte chemoattractant protein, could be mediated by bacterial products, such as lipopolysaccharides, which induce a potent immune response and can accelerate endothelial dysfunction. These mechanisms may act by inflaming endothelial cells, modulating lipid metabolism and increasing oxidative stress, favoring atherosclerosis, determining the expression of an inflammatory arterial phenotype, generating the link between periodontal disease and cardiovascular pathologies.

**Keywords:** periodontitis, high blood pressure, acute myocardial infarction, dementia, cardiovascular disease.

**INTRODUCCIÓN**

La periodontitis es una enfermedad no transmisible, con una alta prevalencia, que oscila entre el 45% al 50% de la población mundial, ocupando el sexto lugar entre las enfermedades más frecuentes de la humanidad (Kassebaum et al., 2014).

Estudios señalan una fuerte evidencia que relaciona a la enfermedad periodontal (EP) con la enfermedad cardiovascular (ECV), otra patología no transmisible de elevada prevalencia, y que es responsable de aproximadamente el 45% de las muertes en países desarrollados, comprendiendo en su causalidad al infarto de miocardio (IAM), el accidente cerebrovascular (ACV), la insuficiencia cardíaca y las arritmias, que causan alrededor del 95 % de las muertes relacionadas con la ECV (Roth et al., 2015).

La EP y la ECV presentan factores de riesgo comunes ampliamente reconocidos como la diabetes y el taba-

quismo, pero además manifiestan características genéticas similares.

**FACTORES GENÉTICOS**

El locus genético altamente pleiotrópico CDKN2B-AS1 (cromosoma 9, p21.3) se asocia con la enfermedad arterial coronaria (EAC), diabetes 2, ACV, enfermedad de Alzheimer y periodontitis (Munz et al., 2018).

El ARN de cadena larga no codificante ANRIL es el locus de riesgo genético mejor replicado en la EAC y EP. En efecto, ha sido informado que los locus VAMP3 y VAMP8 encuentran un denominador común de EAC y EP (Bochenek et al., 2013).

Asimismo, existe evidencia de que el plasminógeno (PLG; rs4252120: P=5.9×10<sup>-5</sup>), es un factor de riesgo genético compartido para EAC y EP (Schaefer et al., 2015).

Estos factores genéticos compartidos sugieren similitudes inmunológicas entre la enfermedad de las arterias coronarias y la EP. La respuesta inflamatoria mediada por estas variables genéticas comunes a ambas enfermedades podría explicar, en parte, el vínculo epidemiológico entre la periodontitis y la ECV.

**FACTORES EPIGENÉTICOS**

En las ECV intervienen una serie de variables que, en forma compleja, conectan los factores genéticos, ambientales y el estilo de vida. Los cambios epigenéticos pueden modificar la transcripción de genes, al alterar la accesibilidad de la maquinaria de transcripción, y estos cambios están predispuestos por la inflamación, entre otros factores. La epigenética implica cambios en la expresión génica debido a ajustes de la cromatina, que modifican la accesibilidad del ADN sin cambiar su secuencia, lo que lleva al silenciamiento o regulación negativa / positiva de la expresión génica. Las modificaciones epigenéticas implicadas en el inicio y la progresión de la aterosclerosis desempeñan un papel esencial en el desarrollo y la vulnerabilidad de la placa de ateroma.

La metilación del ADN está asociada con el silenciamiento de genes, mientras que las modificaciones de histonas pueden resultar en la activación o el silenciamiento de genes. Además de la metilación del ADN, diferentes modificaciones de histonas establecen el código que regula la interacción y función de los factores de transcripción. Como tal, una gran cantidad de enzimas modificadoras de histonas regulan la diferenciación de células mieloides, la polarización de macrófagos y el fenotipo de macrófagos resultante (Neele et al., 2015).

La combinación de modificaciones de acetilación y metilación de las colas de las histonas determina el código de las histonas de los potenciadores y promotores y, por lo tanto, controla la transcripción o la represión de los genes. A estos mecanismos epigenéti-

cos se suma la regulación post transcripcional de los ARN no codificantes (Hamza et al., 2021).

La regulación epigenética de la inflamación ha sido estudiada en el contexto de la periodontitis por algunos autores, abriendo un camino prometedor en la comprensión de modificaciones de transcripción genética en las enfermedades inflamatorias (Jurdziński et al., 2020).

Más allá de los factores de riesgo comunes, se han propuesto dos mecanismos para explicar cómo la EP influye en la ECV. Primero, un mecanismo directo, por el cual los patógenos periodontales invaden directamente las células endoteliales. Esta hipótesis tiene como sustento ensayos de reacción en cadena de la enzima polimerasa en placas ateroscleróticas. El análisis de muestras cardiovasculares que contenían tejidos de trombos demostró la presencia de *Streptococcus mutans*, como la bacteria más prevalente (78%) (Ford et al., 2006; Nakano et al., 2009).

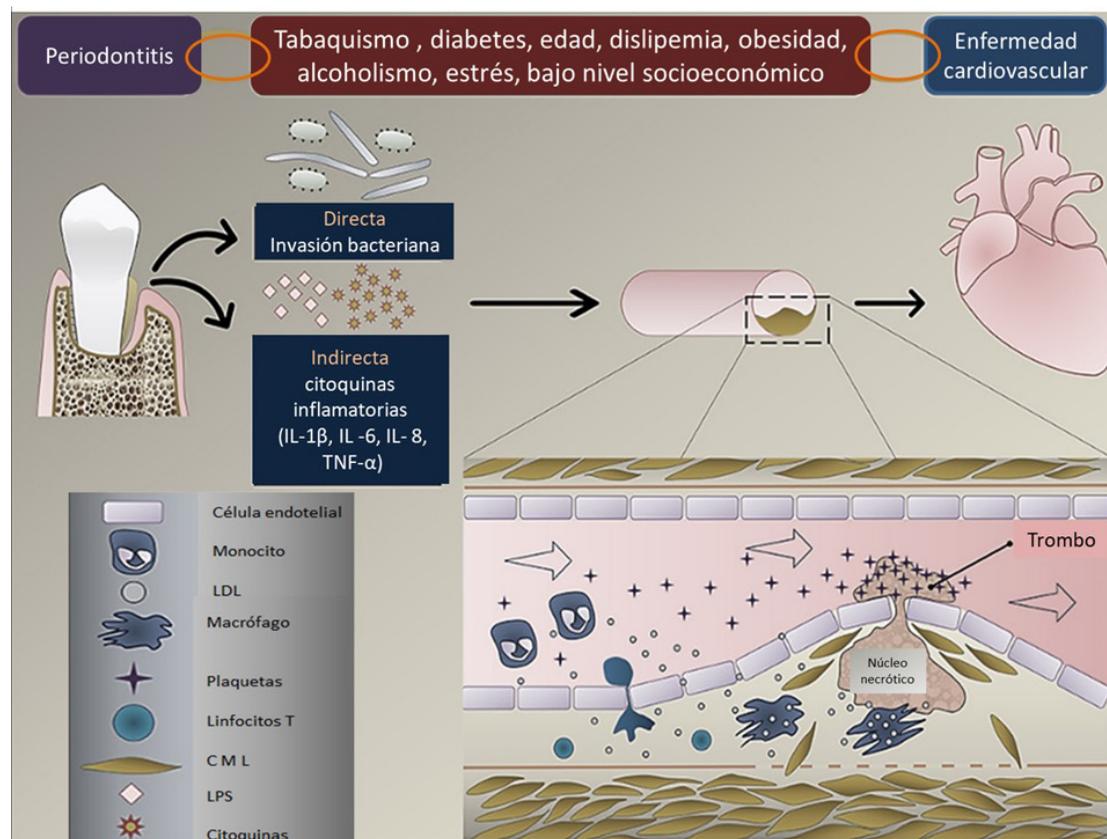
En las placas de ateroma, en las arterias coronarias, se observaron *P. gingivalis*, *P. intermedia* y *T. forsythia*. Si bien no está claro el mecanismo de estas bacterias en la evolución de la aterosclerosis, es probable que esté ligado al desarrollo de un proceso inflamatorio local, con disfunción del endotelio vascular (Pucar et al., 2007).

El segundo mecanismo sugerido (vía indirecta), debido a la respuesta inflamatoria sistémica, que resulta en niveles crónicamente elevados de diferentes citoquinas, también relacionadas con la enfermedad vascular aterosclerótica, como IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, TNF- $\alpha$ , PCR y la proteína quimioatrayente de monocitos, podría estar mediado por productos bacterianos, como los lipopolisacáridos que alcanzarían la circulación induciendo una potente respuesta inmunitaria (Cardoso et al., 2018; Kampits et al., 2016; Paul et al., 2021).

Estos mecanismos pueden actuar inflamando las células endoteliales, modulando el metabolismo de los lípidos y aumentando el estrés oxidativo, favoreciendo la aterosclerosis (Figura 1).

Hay evidencia de niveles séricos elevados de IL-6 y más bajos de IL-4 e IL-18, en pacientes con periodontitis. El efecto de la terapia periodontal ha mostrado una disminución significativa en los niveles séricos de IL-6, amiloide A sérico y alfa 1 antiqumiotripsina. Efectivamente, los neutrófilos periféricos de pacientes con periodontitis liberan un exceso de IL-1 $\beta$ , IL-8, IL-6, factor de necrosis tumoral (TNF)- $\alpha$ , y metaloproteinasas, cuando son estimulados por patógenos periodontales (Schenkein et al., 2020).

La inflamación vascular producto de la periodontitis induce la activación de monocitos circulantes y su ma-



**FIGURA 1.** Hipótesis que relaciona la aterosclerosis con la EP (tomada de un esquema modificado de Zardawi et al., 2021)

por adhesión a las células endoteliales, a través de la translocación nuclear del factor nuclear- $\kappa$ B (NF- $\kappa$ B) y la regulación positiva de VCAM1 (Miyajima et al., 2014). Se ha tratado de comprender el mecanismo por el cual un proceso inflamatorio local genera una respuesta sistémica, con impacto potencial en distintas patologías que tienen a la inflamación como base fisiopatológica.

Al igual que las células inmunitarias maduras, las células madre y progenitoras hematopoyéticas (HSPC) de la médula ósea, pueden responder directamente a infecciones tanto agudas como crónicas (King y Goodell, 2011; Nahrendorf, 2018). Esta adaptación de HSPC está estrechamente orquestada por una combinación de mecanismos celulares intrínsecos (transcripcionales, epigenéticos y metabólicos) y celulares extrínsecos (factores de crecimiento, citoquinas, ligandos microbianos e interacciones de moléculas de adhesión) (Mitroulis et al., 2018).

Las HSPC son sensibles a los estímulos exógenos, debido a la presencia de receptores para productos microbianos, como los receptores tipo Toll (TLR), y receptores para citoquinas inflamatorias y factores de crecimiento, como IL-1 $\beta$ , IL-6, factor estimulante de colonias Macrófagos (M-CSF), e interferón tipo 1 y 2 (IFN) (Zhao et al., 2014).

Si bien tales respuestas de HSPC pueden ser beneficiosas para promover la eliminación de una infección, también pueden causar deterioro de la función de HSPC y agotamiento, si la activación de HSPC se mantiene continuamente, pudiendo contribuir a la cronicidad de patologías inflamatorias (Takizawa et al., 2011). Los mecanismos subyacentes y los resultados funcionales de la adaptación del HSPC a los estímulos inflamatorios recién ahora se han comenzado a comprender. El fenómeno inflamatorio sistémico se manifiesta en el compromiso vascular. Existe información que demuestra una relación entre periodontitis y compromiso arterial, a partir de la evidencia de una mayor disfunción del endotelio vascular, aumento de rigidez arterial, y engrosamiento de la pared con aumento del espesor intimal (Nicolosi et al., 2017).

### ENFERMEDAD PERIODONTAL E HIPERTENSIÓN ARTERIAL

La disfunción del endotelio vascular, observado en los pacientes con EP, podría explicar la relación informada por algunos autores, con la hipertensión arterial (HTA). En un estudio realizado en la 3ra Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición (NHANES III), se observó una relación lineal positiva entre la presión sistólica y la periodontitis severa en pacientes de edad mediana (Tsakos et al., 2010).

El estudio INVEST mostró una relación directa entre los niveles de bacterias periodontales subgingivales y la presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD), así como una mayor prevalencia de HTA (Desvarieux

et al., 2010).

Un meta análisis realizado en pacientes con EP moderada a severa que reclutó 20 estudios, evidenció que la EP se asocia con mayores probabilidades de HTA y niveles más altos de PAS/PAD.

Por otro lado, se ha observado que la HTA puede empeorar la EP debido a alteraciones en el endotelio vascular, con cambios en la microcirculación que favorecen la isquemia en el periodonto (Muñoz Aguilera et al., 2020).

Entre los mecanismos que pueden explicar esta relación se encuentran la disfunción endotelial (debido a la inflamación sistémica provocada por la periodontitis), el estrés oxidativo, los mediadores inflamatorios y la bacteriemia (Figura 2).

### ENFERMEDAD PERIODONTAL E INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO

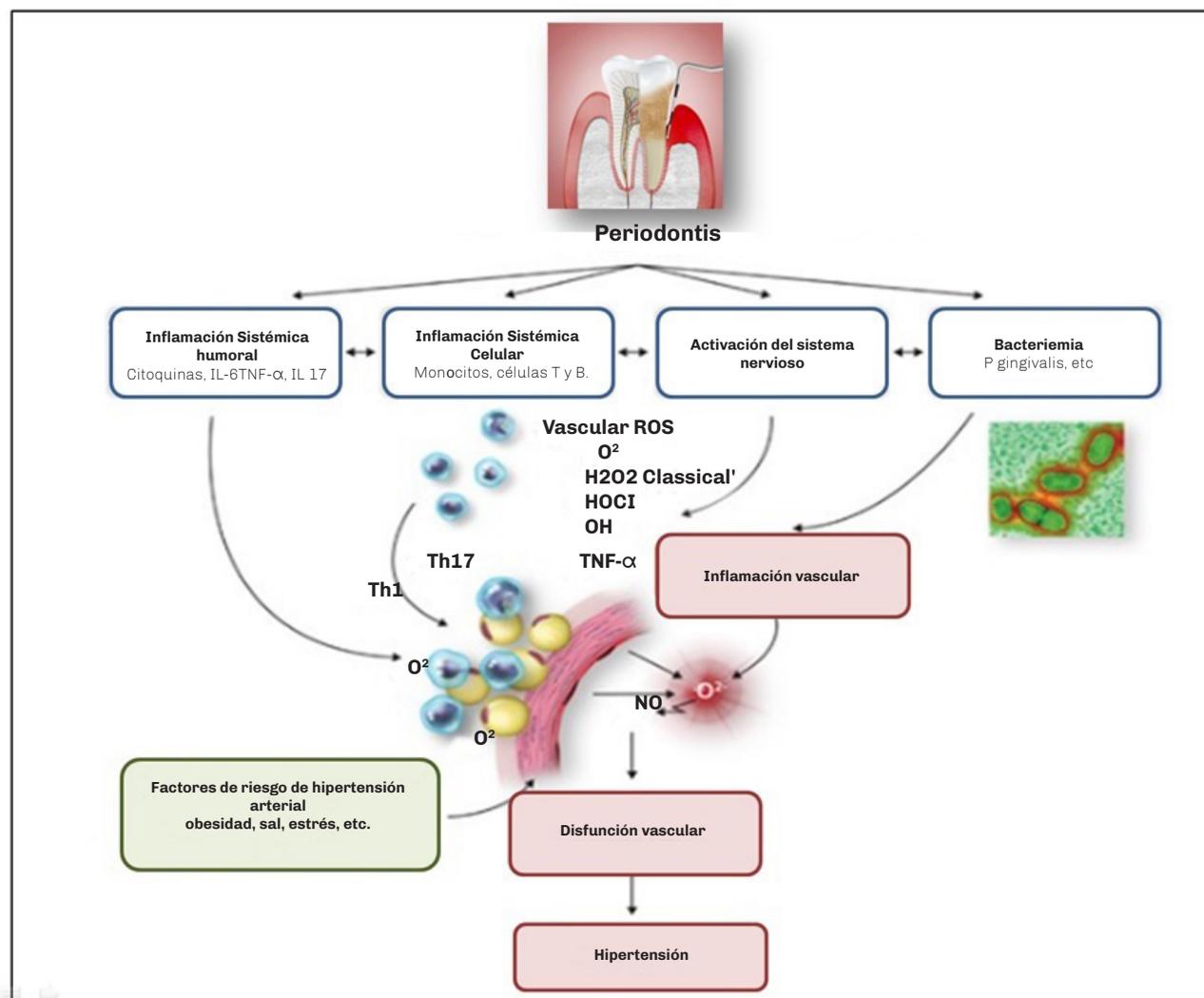
El compromiso arterial genera un mayor riesgo de ECV. Los eventos coronarios en pacientes con EP se ven potenciados por la elevación de los factores tromboticos como el fibrinógeno y la activación plaquetaria (Arvanitidis et al., 2017; Chapple et al., 2013).

El riesgo de ECV ateroesclerótica puede ser más elevado en los pacientes con EP, debido al proceso inflamatorio crónico que produce la enfermedad, aunque podría jugar un papel relevante la acción directa de las bacterias periodontales.

Múltiples estudios clínicos han detectado ADN genómico de bacterias periodontales en tejidos sistémicos. Los patógenos periodontales circulantes pueden ser más vulnerables a la destrucción fagocítica en la sangre o en los tejidos. Sin embargo, incluso si la presencia de bacterias periodontales viables en los tejidos sistémicos fuera transitoria, sus efectos, por liberación de factores de virulencia, como proteasas tóxicas, o la inducción de inflamación, podrían jugar un papel relevante debido a la cronicidad de la EP y la frecuencia de bacteriemias. Estas pueden ocurrir durante el accionar del odontólogo (desbridamiento, raspado, extracciones dentales), y también durante las actividades de rutinarias como el cepillado de dientes o la masticación (Farrugja et al., 2021).

Así mismo, las bacterias periodontales como *P. gingivalis* se han detectado (mediante secuenciación del ADN ribosomal 16S) en células dendríticas en sangre (CD), observándose su colonización en placas de ateroma de pacientes con periodontitis (Kozarov et al., 2005). La *P. gingivalis* puede sobrevivir dentro de la CD *in vitro*. Este mecanismo podría servir para diseminar el patógeno a sitios remotos, como las placas de ateromas (Carrion et al., 2012).

El IAM y la EP tienen factores de riesgo comunes, como la diabetes, el tabaquismo y las infecciones; no obstante, el informe de Consenso de 2020 concluyó que los pacientes con EP tienen un mayor riesgo de IAM (Sanz et al., 2020).



**FIGURA 2.** Algunas vías a través de las cuales la periodontitis podría conducir a hipertensión y disfunción vascular. Mecanismos potenciales que vinculan causalmente la periodontitis con la hipertensión y la disfunción vascular. NO, óxido nítrico; S, superóxido; Th, células T colaboradoras; ROS, especies reactivas de oxígeno (tomada de Muñoz Aguilera 2020)

Estudios transversales evidenciaron que la periodontitis es un factor de riesgo independiente de IAM, (Seoane et al., 2022), siendo la inflamación el nexo que determina la inestabilidad de la placa de ateroma que genera el IAM, condicionando además una peor evolución, una vez producido el evento coronario (Wojtkowska et al., 2021).

Metaanálisis de estudios transversales han mostrado que el riesgo de IAM se duplica en los pacientes con EP (Bodanese et al., 2021), aunque el metaanálisis realizado por Qin et al. (2021) sugiere una asociación modesta entre la EP y el IAM, especialmente en mujeres.

### ENFERMEDAD PERIODONTAL Y ARTERIOPATÍA PERIFÉRICA

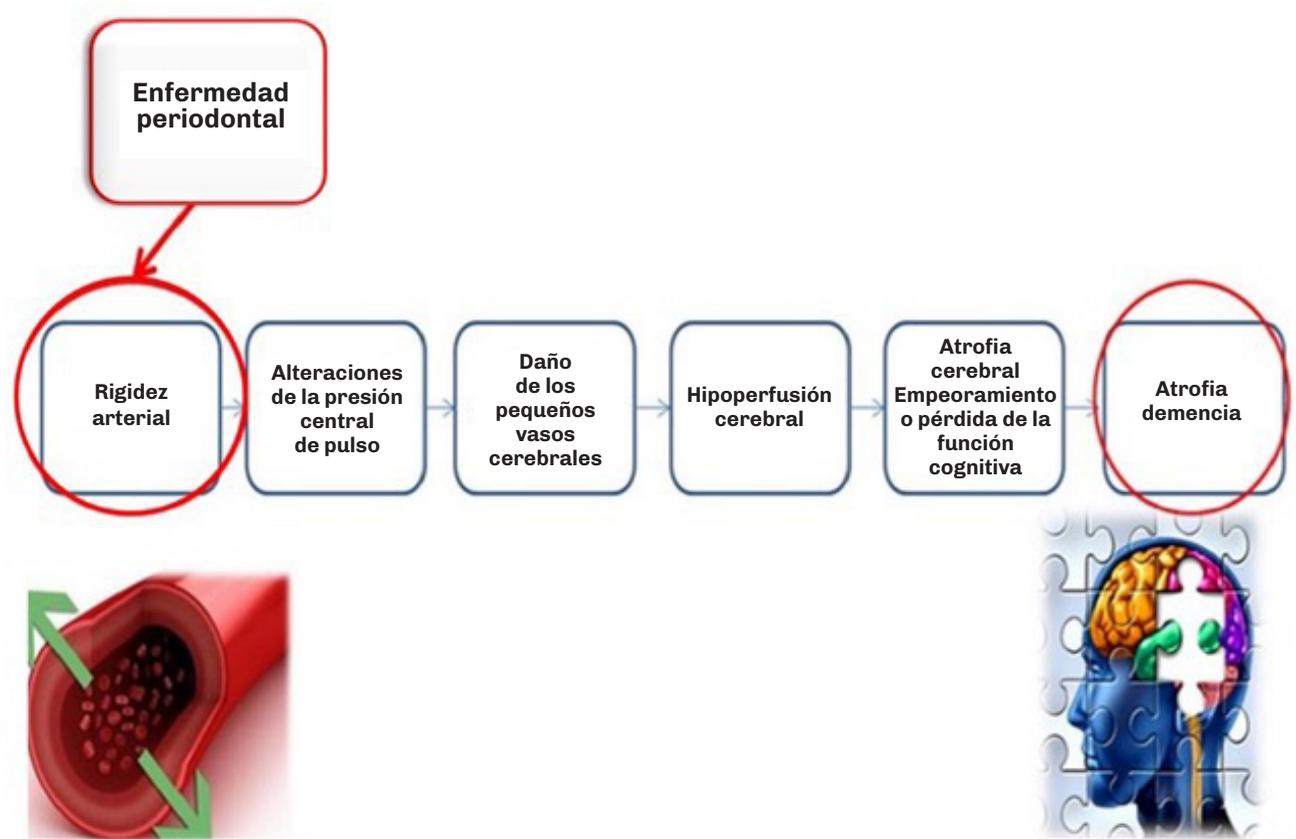
El riesgo de un mayor compromiso vascular en los pacientes con EP no se limita solo al lecho arterial coro-

nario, ya que se ha visto un aumento en la prevalencia de patología arterial en miembros inferiores. La EP duplicó el riesgo de enfermedad arterial periférica en estudios transversales, y en estudios de cohorte con seguimiento de 25 a 30 años (Mendez et al., 1998).

El metaanálisis de Kaschwich mostró un vínculo entre la enfermedad periodontal y la enfermedad arterial oclusiva periférica (Kaschwich et al., 2019).

En el estudio realizado en Hamburgo sobre 3.271 individuos, se encontró que la periodontitis severa se asoció en forma independiente con la enfermedad oclusiva arterial de miembros inferiores (Jacobi et al., 2021).

Más allá de la patología arterial, en otras patologías cardiovasculares, se ha observado un aumento en la prevalencia de fibrilación auricular e insuficiencia cardíaca en pacientes con EP (Fröhlich et al., 2016).



**FIGURA 3.** Hipótesis que relaciona la periodontitis con el deterioro cognitivo

**ENFERMEDAD PERIODONTAL, ACCIDENTE CEREBRO VASCULAR Y DETERIORO COGNITIVO**

En un estudio de Arterioesclerosis realizado en comunidades (ARIC), con un seguimiento a 15 años, se observó que los pacientes con EP duplicaban el riesgo de ACV (Sen et al., 2018). El metaanálisis realizado por Fagundes et al., (2019) concluyó que la EP duplicaba el riesgo de ACV, siendo estos resultados similares a los informados en el metaanálisis de Baniulyte et al. (2021).

Existe evidencia que muestra que la periodontitis duplica el riesgo de deterioro cognitivo (Shin et al., 2016). Entre los posibles mecanismos que podrían explicar esta relación, se encuentra la disfunción del endotelio vascular, desencadenando una cascada de mediadores que producen hiperplasia de células vasculares del músculo liso, incremento del colágeno, y la degradación de la elastina, resultando en un aumento de la rigidez arterial. Esto conlleva al aumento de la onda pulsátil con daño de los pequeños vasos e hipoperfusión cerebral, resultando en deterioro cognitivo, y en última instancia, en demencia (Zeki Al Hazzouri y Yaffe, 2014). Estudios realizados por nuestro grupo han encontrado evidencia que apoya esta hipótesis como uno de los posibles mecanismos de deterioro cognitivo (Rubio et al., 2020).

Conjuntamente con el remodelado vascular, existen otros mecanismos que se encuentran involucrados en la asociación positiva existente entre EP y demencia, que se resumen en la Figura 4 (Pazos et al., 2018).

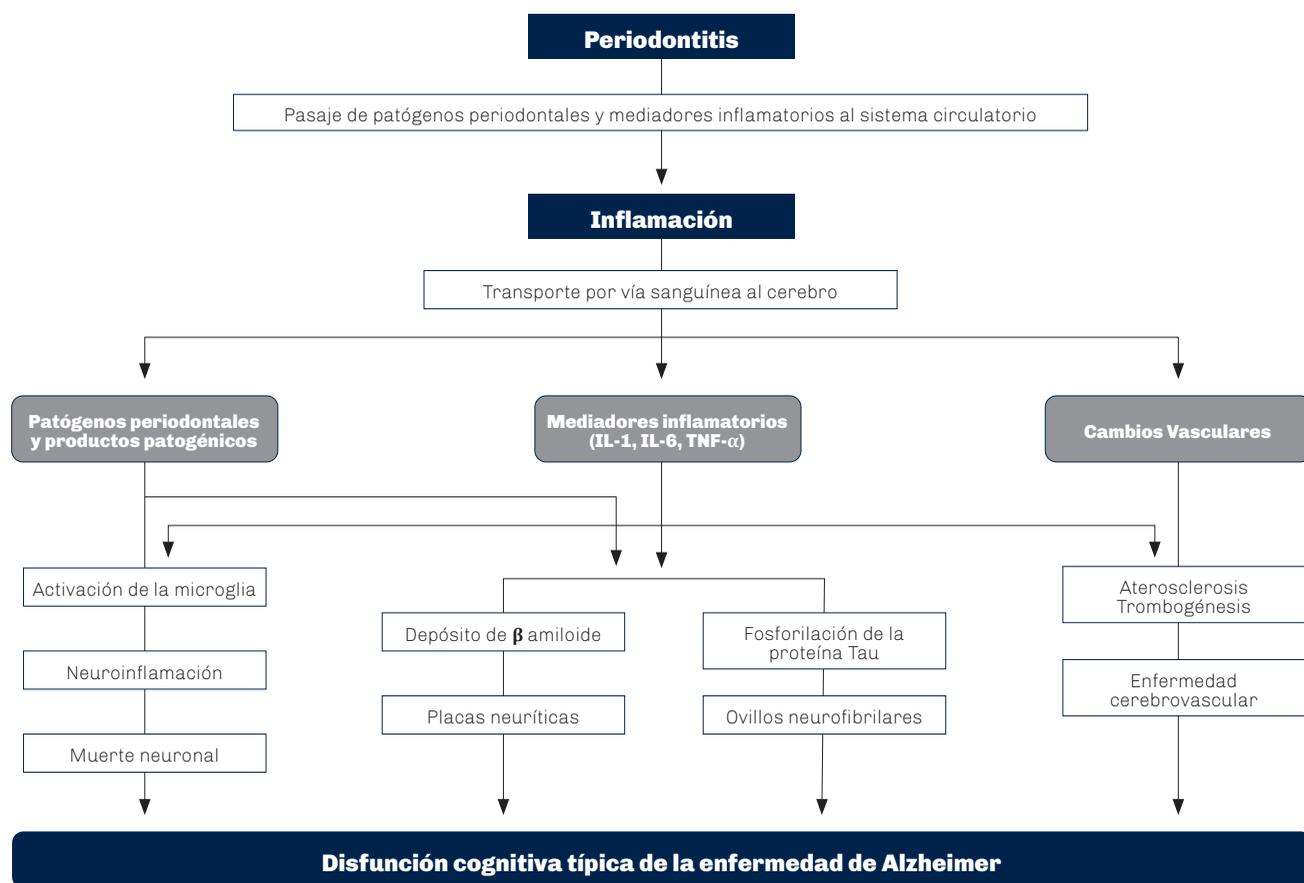
**TRATAMIENTO PERIODONTAL Y SU IMPACTO EN LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES**

Cabría suponer que con el tratamiento de la EP se obtendría algún beneficio en la ECV. Se ha demostrado que el efecto de la terapia periodontal se asocia con una disminución significativa en los niveles de inflamación (Demmer et al., 2013; Koppolu et al., 2013).

En cuanto a prevención primaria, un estudio sobre 247.696 individuos sin ECV, mostró, en un seguimiento a 9 años en adultos mayores de 40 años, que el cuidado de la salud bucal disminuyó la incidencia de eventos cardiovasculares (Park et al., 2019).

En otro estudio, realizado con 5.297 individuos que recibieron tratamiento para EP, se observó que los pacientes con pobre respuesta al tratamiento, tuvieron una mayor incidencia de eventos cardiovasculares, al cabo de un año (Holmlund et al., 2017).

Datos transversales obtenidos mediante Encuestas de Salud en Escocia, durante el período comprendido entre 1995 y 2003, que incluyeron a 11.869 hombres y mujeres (edad media de 50 años), vinculados a una



**FIGURA 4.** Mecanismos fisiopatológicos que potencialmente explican la asociación entre periodontitis y demencia (modificado Pazos, 2018)

base de datos de admisiones hospitalarias y muertes con un seguimiento hasta diciembre de 2007 (División de servicios de información, Edimburgo), evidenciaron que aquellos individuos que se cepillaron menos de una vez al día, tuvieron una mayor incidencia de eventos cardiovasculares, comparado con los que se cepillaron dos veces al día, lo que indica que las rutinas de higiene bucal pueden reducir la incidencia de ECV (de Oliveira et al., 2010).

En el estudio de Riesgo de Arterioesclerosis realizado en Comunidades (ARIC), que incluyó a 6.736 participantes con un seguimiento de 15 años, los usuarios regulares de atención dental mostraron un menor riesgo de ACV cerebrovascular isquémico (HR = 0,77, IC del 95 % [0,63; 0,94]), en comparación con aquellos que concurren esporádicamente a la consulta (Sen et al., 2018).

**DISCUSIÓN**

Se ha reunido suficiente evidencia que demuestra la conexión entre EP y ECV, y, a pesar de que estudios de intervención sugieren que el tratamiento periodontal local disminuye los niveles séricos de factores inflamatorios, no existe evidencia clara de que un tratamiento exitoso de la EP pueda reducir el riesgo o la incidencia de ECV.

Si bien la inflamación en el proceso aterogénico es uno de los pasos iniciales que siguen a la disfunción endotelial y al depósito de lipoproteínas, el problema sin resolver, más intrigante en este proceso, es la falta de mecanismos definidos que inicien la participación de varias células inmunitarias que conduzcan a la secreción inicial de mediadores proinflamatorios (Ilhan y Kalkanli, 2015).

La señalización quimioatrayente que afecta a varias células inmunocompetentes y la liberación de citoquinas, han sido atribuidas a las células endoteliales (CE) y a las células mieloides inmunes (Mai et al., 2013). Actualmente se acepta que la disfunción endotelial conduce a la presentación de moléculas de adhesión intercelular (ICAM, por ejemplo, integrinas y selectinas), lo que induce la infiltración y el compromiso de las células inmunitarias. Sin embargo, una amplia evidencia ha demostrado que el proceso inflamatorio puede depender críticamente de la plasticidad de las células del músculo liso vascular (VSMC) y de su capacidad para cambiar su fenotipo (Sorokin et al., 2020).

La evidencia ha demostrado que las VSMC afectan cada paso de la aterosclerosis, y las lesiones ateroscleróticas están compuestas por al menos un 30 % de células derivadas de VSMC (Wang et al., 2015).

La médula ósea se reconoce cada vez más como participante clave en la aterosclerosis, que representa una fuente fundamental de células inflamatorias que potencia la inflamación aterosclerótica, a través de un eje hematopoyético-arterial.

Las citoquinas y los subproductos bacterianos presentes en la EP aumentan la mielopoyesis y la glucólisis de la médula, potenciando el eje hematopoyético-arterial (Ishai et al., 2019).

Los hallazgos emergentes que relacionan los procesos inflamatorios en varios tejidos periféricos (inflamación periférica), a través de adaptaciones inflamatorias de la médula ósea como eje central (inflamación central), pueden mejorar nuestra comprensión y revolucionar la forma de ver la inflamación y la relación entre la EP y la aterosclerosis, base fisiopatológica de la ECV.

Se ha estudiado la capacidad de las células madre y progenitoras hematopoyéticas en la médula ósea para detectar inflamación o infección periférica, y adaptarse a través de una mayor proliferación y sesgo hacia el linaje mielóide. Tales adaptaciones pueden satisfacer la mayor demanda de células inmunitarias innatas, pudiendo ser beneficiosa en la respuesta a infecciones. Sin embargo, la adaptación inducida por la inflamación de las células progenitoras hematopoyéticas y mieloides, hacia una mielopoyesis mejorada, también podría perpetuar la inflamación en enfermedades inflamatorias crónicas (Chavakis et al., 2019). La adaptación inflamatoria de la progenie hematopoyética representa el nexo de unión entre la inflamación periférica y central. A partir de esta conexión fisiopatológica podrían explorarse, a través de un enfoque holístico, terapéuticas dirigidas a la inflamación y a patologías relacionadas a los procesos inflamatorios crónicos.

## CONCLUSIONES

La evidencia científica tiende a señalar que la inflamación, ya sea por acción bacteriana local o distal, es el nexo entre la enfermedad periodontal y la enfermedad cardiovascular, generando la expresión de un fenotipo arterial inflamatorio.

Es necesario hacer énfasis en la importancia del mantenimiento de la salud bucal como parte de la prevención primaria y secundaria de la enfermedad cardiovascular.

## REFERENCIAS

Arvanitidis, E., Bizzarro, S., Alvarez Rodriguez, E., Loos, B. G., y Nicu, E. A. (2017). Reduced platelet hyper-reactivity and platelet-leukocyte aggregation after periodontal therapy. *Thrombosis Journal*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12959-016-0125-x>

Baniulyte, G., Piela, K., y Culshaw, S. (2021). How strong is the link between periodontitis and stroke? *Evidence-Based Dentistry*, 22(1), 10–11. <https://doi.org/10.1038/s41432-021-0161-7>

Bochenek, G., Häsler, R., El Mokhtari, N. E., König, I. R., Loos, B. G., Jepsen, S., Rosenstiel, P., Schreiber, S., y Schaefer, A. S. (2013). The large non-coding RNA ANRIL, which is associated with atherosclerosis, periodontitis and several forms of cancer, regulates ADIPOR1, VAMP3 and C11ORF10. *Human Molecular Genetics*, 22(22), 4516–4527. <https://doi.org/10.1093/hmg/ddt299>

Bodanese, L. C., Louzeiro, G. C., Magnus, G. A., Baptista, Â. H., Salum, F. G., y Mattiello, R. (2021). Association between periodontitis and myocardial infarction: systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiovascular Sciences*, 34(5 Suppl 1), 121–127. <https://doi.org/10.36660/ijcs.20200055>

Cardoso, E. M., Reis, C., y Manzanares-Céspedes, M. C. (2018). Chronic periodontitis, inflammatory cytokines, and interrelationship with other chronic diseases. *Postgraduate Medicine*, 130(1), 98–104. <https://doi.org/10.1080/00325481.2018.1396876>

Carrion, J., Scisci, E., Miles, B., Sabino, G. J., Zeituni, A. E., Gu, Y., Bear, A., Genco, C. A., Brown, D. L., y Cutler, C. W. (2012). Microbial carriage state of peripheral blood dendritic cells (DCs) in chronic periodontitis influences DC differentiation, atherogenic potential. *The Journal of Immunology*, 189(6), 3178–3187. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1201053>

Chapple, I. L., Genco, R., y Working group 2 of joint EFP/AAP workshop (2013). Diabetes and periodontal diseases: consensus report of the Joint EFP/AAP Workshop on Periodontitis and Systemic Diseases. *Journal of Clinical Periodontology*, 40(Suppl 14), S106–S112. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12077>

Chavakis, T., Mitroulis, I., y Hajishengallis, G. (2019). Hematopoietic progenitor cells as integrative hubs for adaptation to and fine-tuning of inflammation. *Nature Immunology*, 20 (7), 802–811. <https://doi.org/10.1038/s41590-019-0402-5>

de Oliveira, C., Watt, R., y Hamer, M. (2010). Toothbrushing, inflammation, and risk of cardiovascular disease: results from Scottish Health Survey. *BMJ*, 340(may27 1), 1–6. <https://doi.org/10.1136/bmj.c2451>

- Demmer, R. T., Trinquart, L., Zuk, A., Fu, B. C., Blomkvist, J., Michalowicz, B. S., Ravaud, P., y Desvarieux, M. (2013). The influence of anti-infective periodontal treatment on C-reactive protein: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PloS One*, 8(10), 1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077441>
- Desvarieux, M., Demmer, R. T., Jacobs, D. R., Rundek, T., Boden-Albala, B., Sacco, R. L., y Papapanou, P. N. (2010). Periodontal bacteria and hypertension: The oral infections and vascular disease epidemiology study (INVEST). *Journal of Hypertension*, 28(7), 1413–1421. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e328338cd36>
- Fagundes, N. C. F., Almeida, A. P. C. P. S. C., Vilhena, K. F. B., Magno, M. B., Maia, L. C., y Lima, R. R. (2019). Periodontitis as a risk factor for stroke: a systematic review and meta-analysis. *Vascular Health and Risk Management*, 15, 519–532. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S204097>
- Farrugia, C., Stafford, G. P., Potempa, J., Wilkinson, R. N., Chen, Y., Murdoch, C., y Widziolak, M. (2021). Mechanisms of vascular damage by systemic dissemination of the oral pathogen *Porphyromonas gingivalis*. *FEBS Journal*, 288(5), 1479–1495. <https://doi.org/10.1111/febs.15486>
- Ford, P. J., Gemmell, E., Chan, A., Carter, C. L., Walker, P. J., Bird, P. S., West, M. J., Cullinan, M. P., y Seymour, G. J. (2006). Inflammation, heat shock proteins and periodontal pathogens in atherosclerosis: An immunohistologic study. *Oral Microbiology and Immunology*, 21(4), 206–211. <https://doi.org/10.1111/j.1399-302X.2006.00276.x>
- Fröhlich, H., Herrmann, K., Franke, J., Karimi, A., Täger, T., Cebola, R., Katus, H. A., Zugck, C., y Frankenstein, L. (2016). Periodontitis in chronic heart failure. *Texas Heart Institute Journal*, 43(4), 297–304. <https://doi.org/10.14503/THIJ-15-5200>
- Hamza, S. A., Asif, S., Khurshid, Z., Zafar, M. S., y Bokhari, S. A. H. (2021). Emerging role of epigenetics in explaining relationship of periodontitis and cardiovascular diseases. *Diseases*, 9(3), 1–9. <https://doi.org/10.3390/diseases9030048>
- Holmlund, A., Lampa, E., y Lind, L. (2017). Poor response to periodontal treatment may predict future cardiovascular disease. *Journal of Dental Research*, 96(7), 768–773. <https://doi.org/10.1177/0022034517701901>
- Ilhan, F., y Kalkanli, S. T. (2015). Atherosclerosis and the role of immune cells. *World Journal of Clinical Cases*, 3(4), 345–352. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v3.i4.345>
- Ishai, A., Osborne, M. T., El Kholy, K., Takx, R. A. P., Ali, A., Yuan, N., Hsue, P., Van Dyke, T. E., y Tawakol, A. (2019). Periodontal disease associates with arterial inflammation via potentiation of a hematopoietic-arterial axis. *JACC. Cardiovascular Imaging*, 12(11 Pt 1), 2271–2273. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.05.015>
- Jacobi, N., Walther, C., Borof, K., Heydecke, G., Seedorf, U., Lamprecht, R., Beikler, T., Debus, S. E., Waldeyer, C., Blankenberg, S., Schnabel, R. B., Aarabi, G., y Behrendt, C. A. (2021). The association of periodontitis and peripheral arterial occlusive disease in a prospective population-based cross-sectional cohort study. *Journal of Clinical Medicine*, 10(10), 1–8. <https://doi.org/10.3390/jcm10102048>
- Jurdziński, K. T., Potempa, J., y Grabiec, A. M. (2020). Epigenetic regulation of inflammation in periodontitis: cellular mechanisms and therapeutic potential. *Clinical Epigenetics*, 12(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s13148-020-00982-7>
- Kampits, C., Montenegro, M. M., Ribeiro, I. W. J., Furtado, M. V., Polanczyk, C. A., Rösing, C. K., y Haas, A. N. (2016). Periodontal disease and inflammatory blood cytokines in patients with stable coronary artery disease. *Journal of Applied Oral Science*, 24(4), 352–358. <https://doi.org/10.1590/1678-775720160082>
- Kaschwich, M., Behrendt, C.-A., Heydecke, G., Bayer, A., Debus, E. S., Seedorf, U., y Aarabi, G. (2019). The association of periodontitis and peripheral arterial occlusive disease—a systematic review. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(12), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijms20122936>
- Kassebaum, N. J., Bernabé, E., Dahiya, M., Bhandari, B., Murray, C. J. L., y Marcenes, W. (2014). Global burden of severe periodontitis in 1990–2010: a systematic review and meta-regression. *Journal of Dental Research*, 93(11), 1045–1053. <https://doi.org/10.1177/0022034514552491>
- King, K. Y., y Goodell, M. A. (2011). Inflammatory modulation of HSCs: viewing the HSC as a foundation for the immune response. *Nature Reviews Immunology*, 11(10), 685–692. <https://doi.org/10.1038/nri3062>

- Koppolu, P., Durvasula, S., Palaparthi, R., Rao, M., Sagar, V., Reddy, S. K., y Lingam, S. (2013). Estimate of CRP and TNF-alpha level before and after periodontal therapy in cardiovascular disease patients. *The Pan African Medical Journal*, 15, 1–10. <https://doi.org/10.11604/pamj.2013.15.92.2326>
- Kozarov, E. V., Dorn, B. R., Shelburne, C. E., Dunn, W. A., y Progulsk-Fox, A. (2005). Human atherosclerotic plaque contains viable invasive *Actinobacillus actinomycetemcomitans* and *Porphyromonas gingivalis*. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 25(3), e17–e18. <https://doi.org/10.1161/01.atv.0000155018.67835.1a>
- Mai, J., Virtue, A., Shen, J., Wang, H., y Yang, X. F. (2013). An evolving new paradigm: Endothelial cells - Conditional innate immune cells. *Journal of Hematology and Oncology*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/1756-8722-6-61>
- Mendez, M. V., Scott, T., LaMorte, W., Vokonas, P., Menzoian, J. O., y Garcia, R. (1998). An association between periodontal disease and peripheral vascular disease. *American Journal of Surgery*, 176(2), 153–157. [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(98\)00158-5](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(98)00158-5)
- Mitroulis, I., Kalafati, L., Hajishengallis, G., y Chavakis, T. (2018). Myelopoiesis in the context of innate immunity. *Journal of Innate Immunity*, 10(5-6), 365–372. <https://doi.org/10.1159/000489406>
- Miyajima, S. I., Naruse, K., Kobayashi, Y., Nakamura, N., Nishikawa, T., Adachi, K., Suzuki, Y., Kikuchi, T., Mitani, A., Mizutani, M., Ohno, N., Noguchi, T., y Matsubara, T. (2014). Periodontitis-activated monocytes/macrophages cause aortic inflammation. *Scientific Reports*, 4, 1–9. <https://doi.org/10.1038/srep05171>
- Munz, M., Richter, G. M., Loos, B. G., Jepsen, S., Divaris, K., Offenbacher, S., Teumer, A., Holtfreter, B., Kocher, T., Bruckmann, C., Jockel-Schneider, Y., Graetz, C., Munoz, L., Bhandari, A., Tennstedt, S., Staufienbiel, I., van der Velde, N., Uitterlinden, A. G., de Groot, L. C. P. G. M., ... Schaefer, A. S. (2018). Genome-wide association meta-analysis of coronary artery disease and periodontitis reveals a novel shared risk locus. *Scientific Reports*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31980-8>
- Muñoz Aguilera, E., Suvan, J., Buti, J., Czesnikiewicz-Guzik, M., Barbosa Ribeiro, A., Orlandi, M., Guzik, T. J., Hingorani, A. D., Nart, J., y D’Aiuto, F. (2020). Periodontitis is associated with hypertension: A systematic review and meta-analysis. *Cardiovascular Research*, 116(1), 28–39. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvz201>
- Nahrendorf, M. (2018). Myeloid cell contributions to cardiovascular health and disease. *Nature Medicine*, 24(6), 711–720. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0064-0>
- Nakano, K., Nemoto, H., Nomura, R., Inaba, H., Yoshioka, H., Taniguchi, K., Amano, A., y Ooshima, T. (2009). Detection of oral bacteria in cardiovascular specimens. *Oral Microbiology and Immunology*, 24(1), 64–68. <https://doi.org/10.1111/j.1399-302X.2008.00479.x>
- Neele, A. E., Van Den Bossche, J., Hoeksema, M. A., y De Winther, M. P. J. (2015). Epigenetic pathways in macrophages emerge as novel targets in atherosclerosis. *European Journal of Pharmacology*, 763(Pt A), 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2015.03.101>
- Nicolosi, L. N., Lewin, P. G., Rudzinski, J. J., Pompeo, M., Guanica, F., Rodríguez, P., Gelpi, R. J., y Rubio, M. C. (2017). Relation between periodontal disease and arterial stiffness. *Journal of Periodontal Research*, 52(1), 122–126. <https://doi.org/10.1111/jre.12376>
- Park, S. Y., Kim, S. H., Kang, S. H., Yoon, C. H., Lee, H. J., Yun, P. Y., Youn, T. J., y Chae, I. H. (2019). Improved oral hygiene care attenuates the cardiovascular risk of oral health disease: a population-based study from Korea. *European Heart Journal*, 40(14), 1138–1145. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy836>
- Paul, O., Arora, P., Mayer, M., y Chatterjee, S. (2021). Inflammation in periodontal disease: possible link to vascular disease. *Frontiers in Physiology*, 11, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.609614>
- Pazos, P., Leira, Y., Domínguez, C., Pías-Peleiteiro, J. M., Blanco, J., y Aldrey, J. M. (2018). Association between periodontal disease and dementia: a literature review. *Neurología*, 33(9), 602–613. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2016.07.013>
- Pucar, A., Milasin, J., Lekovic, V., Vukadinovic, M., Ristic, M., Putnik, S., y Kenney, E. B. (2007). Correlation between atherosclerosis and periodontal putative pathogenic bacterial infections in coronary and internal mammary arteries. *Journal of Periodontology*, 78(4), 677–682. <https://doi.org/10.1902/jop.2007.060062>

- Qin, X., Zhao, Y., y Guo, Y. (2021). Periodontal disease and myocardial infarction risk: a meta-analysis of cohort studies. *American Journal of Emergency Medicine*, 48, 103–109. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2021.03.071>
- Roth, G. A., Forouzanfar, M. H., Moran, A. E., Barber, R., Nguyen, G., Feigin, V. L., Naghavi, M., Mensah, G. A., y Murray, C. J. L. (2015). Demographic and epidemiologic drivers of global cardiovascular mortality. *New England Journal of Medicine*, 372(14), 1333–1341. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1406656>
- Rubio, M. del, Rudzinski, J., Ramos, C., Lifshitz, F., Friedman, S., y Nicolosi, L. (2020). Cognitive impairment related to arterial stiffness in cardiovascular disease patients with severe periodontitis. *Acta Odontológica Latinoamericana*, 33(3), 200–208. <https://doi.org/10.54589/aol.33/3/200>
- Sanz, M., Marco Del Castillo, A., Jepsen, S., Gonzalez-Juanatey, J. R., D'Aiuto, F., Bouchard, P., Chapple, I., Dietrich, T., Gotsman, I., Graziani, F., Herrera, D., Loos, B., Madianos, P., Michel, J. B., Perel, P., Pieske, B., Shapira, L., Shechter, M., Tonetti, M., Vlachopoulos, C., ... Wimmer, G. (2020). Periodontitis and cardiovascular diseases: consensus report. *Journal of Clinical Periodontology*, 47(3), 268–288. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13189>
- Schaefer, A. S., Bochenek, G., Jochens, A., Ellinghaus, D., Dommisch, H., Güzeldemir-Akçakanat, E., Graetz, C., Harks, I., Jockel-Schneider, Y., Weinspach, K., Meyle, J., Eickholz, P., Linden, G. J., Cine, N., Nohutcu, R., Weiss, E., Hourri-Haddad, Y., Iraqi, F., Folwaczny, M., Noack, B., ... Schreiber, S. (2015). Genetic evidence for PLASMINOGEN as a shared genetic risk factor of coronary artery disease and periodontitis. *Circulation. Cardiovascular Genetics*, 8(1), 159–167. <https://doi.org/10.1161/CIRCGENETICS.114.000554>
- Schenkein, H. A., Papapanou, P. N., Genco, R., y Sanz, M. (2020). Mechanisms underlying the association between periodontitis and atherosclerotic disease. *Periodontology 2000*, 83(1), 90–106. <https://doi.org/10.1111/prd.12304>
- Sen, S., Giamberardino, L. D., Moss, K., Morelli, T., Rosamond, W. D., Gottesman, R. F., Beck, J., y Offenbacher, S. (2018). Periodontal disease, regular dental care use, and incident ischemic stroke. *Stroke*, 49(2), 355–362. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.117.018990>
- Seoane, T., Bullon, B., Fernandez-Riejos, P., Garcia-Rubira, J. C., Garcia-Gonzalez, N., Villar-Calle, P., Quiles, J. L., Battino, M., y Bullon, P. (2022). Periodontitis and other risk factors related to myocardial infarction and its follow-up. *Journal of Clinical Medicine*, 11(9), 1–16. <https://doi.org/10.3390/jcm11092618>
- Shin, H. S., Shin, M. S., Ahn, Y. B., Choi, B. Y., Nam, J. H., y Kim, H. D. (2016). Periodontitis is associated with cognitive impairment in elderly Koreans: results from the Yangpyeong cohort study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 64(1), 162–167. <https://doi.org/10.1111/jgs.13781>
- Sorokin, V., Vickneson, K., Kofidis, T., Woo, C. C., Lin, X. Y., Foo, R., y Shanahan, C. M. (2020). Role of vascular smooth muscle cell plasticity and interactions in vessel wall inflammation. *Frontiers in Immunology*, 11, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.599415>
- Takizawa, H., Regoes, R. R., Boddupalli, C. S., Bonhoeffer, S., y Manz, M. G. (2011). Dynamic variation in cycling of hematopoietic stem cells in steady state and inflammation. *Journal of Experimental Medicine*, 208(2), 273–284. <https://doi.org/10.1084/jem.20101643>
- Tsakos, G., Sabbah, W., Hingorani, A. D., Netuveli, G., Donos, N., Watt, R. G., y D'Aiuto, F. (2010). Is periodontal inflammation associated with raised blood pressure? Evidence from a National US survey. *Journal of Hypertension*, 28(12), 2386–2393. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e32833e0fe1>
- Wang, G., Jacquet, L., Karamariti, E., y Xu, Q. (2015). Origin and differentiation of vascular smooth muscle cells. *Journal of Physiology*, 593(14), 3013–3030. <https://doi.org/10.1113/JP270033>
- Wojtkowska, A., Zapolski, T., Wysokińska-Miszczuk, J., y Wysokiński, A. P. (2021). The inflammation link between periodontal disease and coronary atherosclerosis in patients with acute coronary syndromes: case-control study. *BMC Oral Health*, 21(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01356-4>
- Zardawi, F., Gul, S., Abdulkareem, A., Sha, A., y Yates, J. (2021). Association between periodontal disease and atherosclerotic cardiovascular diseases: revisited. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 7, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2020.625579>
- Zeki Al Hazzouri, A., y Yaffe, K. (2014). Arterial stiffness and cognitive function in the elderly. *Journal of Alzheimer's Disease*, 42(Suppl 4), S503–S514. <https://doi.org/10.3233/JAD-141563>

Zhao, J. L., Ma, C., O'Connell, R. M., Mehta, A., Diloreto, R., Heath, J. R., y Baltimore, D. (2014). Conversion of danger signals into cytokine signals by hematopoietic stem and progenitor cells for regulation of stress-induced hematopoiesis. *Cell Stem Cell*, 14(4), 445–459. <https://doi.org/10.1016/j.stem.2014.01.007>

### CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

### Dirección para correspondencia

Cátedra de Medicina Interna  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
Marcelo T de Alvear 2142  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH  
liliana.nicolosi@odontologia.uba.ar

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



# Perfil de Caries de la Infancia Temprana

## Profile of Early Childhood Caries

Recibido 28/10/2022

Aceptado 23/12/2022

Biondi AM, Cortese SG, Caicedo D,  
García A, Mejía D

Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Odontología  
Cátedra de Odontología Integral Niños  
Buenos Aires, Argentina

### RESUMEN

La Caries de la Infancia Temprana (CIT) se ha descrito como una patología de origen multifactorial en niños hasta los 71 meses de edad. Se considera como Caries de la Infancia Temprana Severa (CITS) cuando a los 3 años el índice ceod es  $\geq 4$ ; a los 4 años,  $\geq 5$ , y a los 5 años  $\geq 6$ . La rehabilitación de las lesiones provocadas por esta patología puede ser compleja debido a la calidad y cantidad de estructura remanente y a la edad de los pacientes afectados. Objetivos: Estimar la frecuencia de CIT y CITS en niños menores a 72 meses que concurrieron para su atención, e identificar el tipo de práctica realizada, y la adhesión al tratamiento. Métodos: Diseño retrospectivo observacional sobre las historias clínicas de pacientes menores a 72 meses asistidos por los cursantes de la Especialización en Odontopediatría, entre febrero 2021 y julio 2022. Resultados: La muestra quedó constituida por 101 niños, de 46+13,5 meses. El 91% presentó CITS. La totalidad de los pacientes mantuvieron lactancia nocturna prolongada después del año, siendo en el 72,3% a libre demanda durante el sueño, en un período de 23+6 meses. Se registró un total de 1010 lesiones de caries. El 29,3% de los pacientes abandonaron el tratamiento. Conclusiones: La mayor parte de los niños presentaron Caries de la Infancia Temprana Severa, con altos valores de patología y lactancia nocturna prolongada a libre demanda después del año. Los tratamientos recomendados en estos casos son muy prolongados y requieren de prácticas invasivas, complejas y de alto costo, lo que provoca el abandono del tratamiento.

**Palabras clave:** caries dental, niño, lactancia materna complementaria, diente primario, cumplimiento y adherencia al tratamiento.

### ABSTRACT

Early childhood caries (ECC) is defined as a multifactorial disease in children 71 months of age or younger. When the dmft index is  $\geq 4$  (age 3),  $\geq 5$  (age 4), or  $\geq 6$  (age 5) it is referred to as Severe early childhood

caries (SECC). Management of ECC is complex due to the quality and quantity of remaining structure of teeth at an early age. Objectives: To estimate the frequency of ECC and SECC in children < 72 months of age undergoing comprehensive treatment, to identify the type of treatment provided and treatment compliance. Methods: Retrospective observational design on dental records of patients under 72 months of age treated by Pediatric Dentistry Specialty Program students between February 2021 and July 2022. Results: The sample included 101 children, mean age 46±13.5 months, 91% of patients with SECC. All patients were fed nightly for over 1 year, 72.3% of whom were fed nightly on demand over a period of 23±6 months. A total of 1010 caries lesions were detected. 29.3% of children discontinued treatment. Conclusions: Most of the children presented severe early childhood caries with high values of pathology and prolonged nocturnal breastfeeding on demand after one year. The recommended treatments in these cases are very long and require invasive, complex and expensive practices, which causes abandonment of the treatment.

**Keywords:** dental caries, child, breastfeeding and complementary feeding, tooth deciduous, treatment adherence and compliance.

## INTRODUCCIÓN

La caries dental es reconocida como la enfermedad crónica no transmisible más común del mundo, modulada por factores biológicos, conductuales, psicosociales y ambientales, en la que la exposición frecuente a carbohidratos fermentables de la dieta provoca un cambio ecológico en el biofilm dental que lleva a una disbiosis y un consecuente incremento en la producción de ácidos orgánicos (Muñoz Sandoval et al., 2022). La Caries de la Infancia Temprana (CIT) se ha descrito como una patología de origen multifactorial en niños hasta los 6 años de edad, con presencia de uno o más dientes cariados (con lesiones no cavitadas o cavitadas), dientes ausentes (por caries) o una superficie obturada en cualquier pieza primaria (Drury et al., 1999), considerando Caries de la Infancia Temprana Severa (CITS) cuando a los 3 años el índice ceod para la medición de caries en dentición temporal es mayor o igual a 4, a los 4 años mayor o igual a 5, y a los 5 años mayor o igual a 6. (American Academy of Pediatric Dentistry, 2020). La CIT afecta a más de 500 millones de niños, sin embargo, al tratarse de piezas que exfoliarán, durante mucho tiempo no ha sido considerada importante para la profesión odontológica (World Health Organization, 2019).

No obstante, debido a su alta prevalencia, su impacto en la calidad de vida de los niños de corta edad y su probabilidad de aumentar el riesgo de caries en

ambas denticiones, la CIT es posiblemente una de las condiciones de salud bucal más graves y que implica mayor gasto en la odontología pediátrica (Tinanoff y Reisine, 2009). Esta patología no solo puede provocar dolor, y aumento de las consultas por urgencia, sino infecciones recurrentes, maloclusión y posibles alteraciones en el desarrollo y crecimiento (Ludovichetti et al., 2022).

La CIT difiere de la caries en adultos por su rápido progreso, la diversidad de los factores de riesgo involucrados y la forma en que se maneja dicha enfermedad (World Health Organization; 2019). El término CIT fue sugerido en 1994 por los Centers for Disease Control and Prevention, para no centralizar la etiología sólo en hábitos de alimentación (caries de biberón, chupete con miel), ya que está asociada además a determinantes biológicos, sociales y de comportamiento, con fuerte evidencia de herencia genética (de Jesus et al., 2022).

Es considerada como un indicador de desigualdad social, dadas las barreras socioeconómicas y culturales que dificultan el acceso a la salud bucal, con grandes inequidades (Muñoz Sandoval et al., 2022; Baggio et al., 2015; Edelstein, 2009).

La microbiota asociada a la CIT es muy compleja y si bien su etiología se asocia a la colonización temprana y a los altos niveles de *Streptococcus mutans*, también están involucradas otras especies como *S. sobrinus* y *Lactobacillus* (Li y Tanner, 2015). Se sostiene que los *S. mutans* (SM) son transmitidos por contacto salival de las madres a sus hijos durante una discreta ventana de infectividad (Binks y Duane, 2015). Los hijos de madres con estado de salud bucal inadecuado tienen más posibilidades de desarrollar caries que aquellos cuyas madres presentan buen estado de salud (de Souza et al. 2015), por lo que la educación de madres durante el período prenatal, y antes de la erupción del primer diente, y posterior a la misma, es crítica para retardar la colonización lo máximo posible. La transmisión horizontal por otros adultos que cuidan al bebé (hermanos o compañeros de guarderías), también es posible (Berkowitz et al., 2006).

Un factor de riesgo asociado es el alto consumo de azúcares. La lactancia artificial y/o materna a demanda nocturna frecuentes se asocian a la CIT, pero no están siempre implicadas en ella; sin embargo, cuando se acompañan de otros carbohidratos se consideran altamente cariogénicas (Erickson y Mazhari., 1999). Según Carrillo Díaz et al., (2021), la lactancia materna nocturna a partir de los 18 meses se considera un factor de riesgo para la CIT. La práctica del colecho o cama familiar está asociada significativamente a hábitos de alimentación a demanda nocturna y alto riesgo de caries.

Los objetivos de este trabajo fueron estimar la frecuencia y caracterización del tipo de Caries de la Infancia Temprana en niños menores a 72 meses

que concurren para su atención a la Clínica de la Carrera de Especialización en Odontopediatría de la Facultad de Odontología (UBA) durante 18 meses, compararlas con las de la forma severa, identificar el tipo de práctica realizada y la adhesión al tratamiento durante ese período

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Se diseñó un proyecto retrospectivo observacional sobre las historias clínicas de pacientes menores a 72 meses, asistidos por los cursantes de la Especialización en Odontopediatría entre febrero 2021 y julio 2022 (002/2017 CETICAFUUBA).

Las variables registradas fueron: edad en meses, sexo, índices ceod y ceos, presencia de manchas blancas, localización de las lesiones, antecedentes médicos, nivel educativo de la madre y presencia y tipo de lactancia prolongada nocturna, restauraciones plásticas, coronas, tratamientos pulpares, exodoncias, alta integral, abandono del tratamiento y concurrencia a la recitación. Los datos fueron incorporados a una planilla Excel para su análisis estadístico. Se obtuvieron medias y desvíos estándar. Las variables edad, índice ceod, lesiones en sector anterosuperior y manchas blancas entre los pacientes con CIT

y con CITS fueron comparadas mediante el test de Mann - Whitney - Wilcoxon.

**RESULTADOS**

La muestra quedó constituida por 101 niños, de 46±13,5 meses de edad, 46,5% de sexo femenino. El 4,9% había presentado bajo peso al nacimiento, y el 5,9% presentaban antecedentes médicos relevantes. El 75% de las madres tenían nivel de educación secundaria o superior.

Se conformaron 2 grupos: CIT y CITS. El 91% presentó CITS. Se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos en relación a índice ceod: 3,5±1,6 y 10,8±3,8, y a la presencia de lesiones en sector anterosuperior: 0,4±0,7 y 4,6±3, respectivamente (p< 0,001), sin diferencias en relación a la presencia de manchas blancas (p=0,52). Solo 2 niños no presentaron lesiones asociadas a caries (Figura 1 y Tabla 1).

Todos los pacientes mantuvieron lactancia prolongada después del año, siendo en el 72,3% a libre demanda durante el sueño durante un período de 23+6 meses (rango 12-48) no pudiendo, con los datos obtenidos, identificar como factores de riesgo el nivel educativo de la madre, el bajo peso de nacimiento, ni los antecedentes médicos.

	Sin CIT	CIT	CITS	p valor
N	2	8	91	
Edad	60 + 0	54 + 12,8	45 + 13,5	0,058
Índice ceod	0	3,5 + 1,6	10,8 + 3,8	< 0,001
Manchas blancas	0	0,5 + 1,4	0,95 + 2,1	0,52
Lesiones sector anterosuperior	0	0,4 + 0,7	4,6 + 3	< 0,001
Educación básica madre	50%	25%	25,3%	
Lactancia	pecho	50%	47,3%	
	biberón	0	20,9%	
	mixta	50%	30,8%	
Antecedentes médicos	0%	0%	26,4%	
Bajo peso nacimiento	0%	0%	5,5%	



**FIGURA 1.** Niño de 4 años con CITS (preoperatorio)

**TABLA 1.** Resumen de los registros de datos

En los 99 niños que requirieron tratamiento, se registró un total de 1010 lesiones de caries (42% sector anterosuperior). El 29,3% abandonaron el tratamiento, con muy pocas afecciones resueltas. Los pacientes que recibieron el alta en este período (19,8%) iniciaron su tratamiento a los 25+7 meses. Las prácticas realizadas se describen en la Tabla 2 y en la Figura 2.

	Alta o en tratamiento	Abandonaron
N: 75	20 - 55	24
Edad	3,9 + 1	3,6 + 1
Índice ceos	20 + 14	23,8 + 14,5
Restauraciones	240	25
Coronas	52	3
Tratamientos pulpares	61	7
Exodoncias	30	3

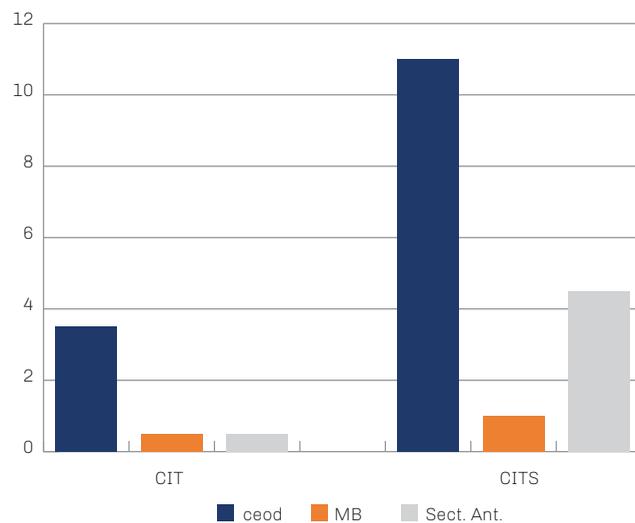


**TABLA 2.** Perfil de patología y prestaciones según adhesión al tratamiento

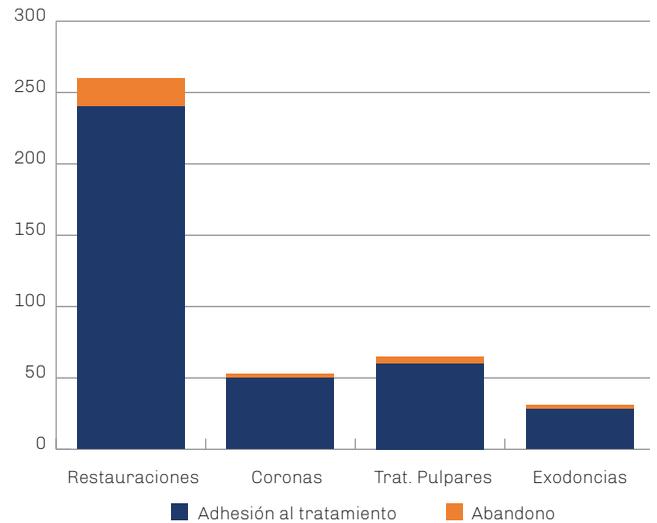


**FIGURA 2.** Niño de 4 años con CITS (posoperatorio)

El 95% concurrió a la recitación entre los 3 y los 4 meses. El 84,2% había modificado los hábitos de higiene y alimentación, presentando 3 pacientes necesidad de retratamiento, observándose nuevas lesiones en quienes no registraron cambios de hábitos. El 54,45% que aún continúa en atención solo completó el 35% del tratamiento de las piezas afectadas.



**FIGURA 3.** Características de las lesiones. Distribución de las medias de lesiones. Manchas blancas: MB. Lesiones del sector anterior: Sect. Ant



**FIGURA 4.** Tratamientos realizados. Distribución de las prestaciones

## DISCUSIÓN

Como la mayor parte de las enfermedades no transmisibles, tanto la etiología como la prevención de la CIT están fuertemente determinadas por factores socio-conductuales, económicos y sociales, conocidos como determinantes sociales de la salud (Commission on Social Determinants of Health, 2008).

En un trabajo anterior, realizado en la Cátedra de Odontología Integral Niños, donde se evaluó la frecuencia de CIT entre los pacientes que demandan atención en un servicio público arancelado y los que lo hacen en consultorios odontopediátricos privados en la misma zona geográfica, la frecuencia de CIT para el primero fue de 87,5%, mientras que en el segundo fue de 2,26% (Biondi et al., 2021), revelando estos resultados que la patología tiene un fuerte componente de inequidad.

La región latinoamericana carece de información sistematizada, representativa a nivel poblacional respecto a CIT. En este trabajo el 91% presentó CITS, coincidiendo con diversos autores como Cleaton-Jones et al., (2006), que concluyen que Latinoamérica muestra mayores valores de prevalencia que el resto del mundo, derivados de sus altos niveles de pobreza y barreras de acceso a la atención, características de la población que concurre a este servicio, constituido mayormente por niños provenientes de familias con escasos recursos económicos y sin cobertura de salud. Es necesario enfatizar que en esta muestra solo dos pacientes no presentaron patología.

Tham et al., (2015), concluyeron, en una revisión sistemática, que los niños con una lactancia mantenida por más de 12 meses, especialmente cuando se realiza a demanda nocturna o con una alta frecuencia, tienen mayor riesgo de caries, situación observada en este estudio en que la totalidad de los pacientes mantuvieron lactancia nocturna prolongada después del año, mayormente durante el sueño.

El nivel educativo de los padres es señalado como factor de riesgo (Cianetti et al., 2017); sin embargo pareciera que esta población no se hubiera comportado como tal, ya que el 75% de las madres tenían nivel de educación secundaria o superior.

En relación a los enfoques de tratamiento preventivo, todos los autores coinciden en que debe estar basado en la orientación sobre el consumo de azúcares, higiene y uso de fluoruros. Sin embargo, la evidencia no es tan fuerte para formular recomendaciones clínicas para el tratamiento restaurador. Los enfoques actuales orientados a mínima intervención no son aplicables en consultas tardías ocasionadas por dolor espontáneo, o cuando ya, por la patología, hay dificultades para la alimentación. Muchos de los pacientes que integran esta muestra habían realizado consultas previas en las cuales solo habían recibido indicación de terapéutica antibiótica. En esta Cátedra, que se comporta como un servicio público arancela-

do, las consultas se realizan mayormente en forma tardía, y los que la realizan a edades tempranas presentan severos índices de patología. Los pacientes con cobertura de salud demandan atención a edades tempranas con criterio preventivo.

Los tratamientos realizados en este trabajo son altamente invasivos: terapias pulpares, coronas de acero y extracciones con anestesia local (Figuras 3 y 4), por lo tanto, demandan múltiples sesiones de motivación, razón por la cual, en muchas oportunidades estos pacientes son rechazados sin recibir atención en otros servicios públicos o privados. Adicionalmente, el uso de anestesia general, eleva los costos considerablemente.

La complejidad del tratamiento ocasionó que casi un 30% de los pacientes no continuaran su tratamiento una vez resuelta la urgencia por dolor e infección, mientras que, en el período evaluado, apenas un 20% recibieron el alta integral.

## CONCLUSIONES

La mayor parte de los niños evaluados en este estudio presentaron Caries de la Infancia Temprana Severa con altos valores de patología y lactancia nocturna prolongada a libre demanda después del año. Los tratamientos recomendados en estos casos son muy prolongados y requieren de prácticas invasivas, complejas y de alto costo, lo que provoca un importante índice de abandono. Se observó necesidad de retratamientos a corto plazo y presencia de nuevas lesiones en las familias que no modificaron los hábitos.

## REFERENCIAS

- American Academy of Pediatric Dentistry. (2020) Policy on Early Childhood Caries (ECC): classifications, consequences, and preventive strategies. The Reference Manual of Pediatric Dentistry. AAPD, 79-81 [https://www.aapd.org/media/policies\\_guidelines/p\\_eccclassifications.pdf](https://www.aapd.org/media/policies_guidelines/p_eccclassifications.pdf)
- Baggio, S., Abarca, M., Bodenmann, P., Gehri, M. y Madrid, C. (2015). Early childhood caries in Switzerland: a marker of social inequalities. *BMC Oral Health*, 15, 82. <https://doi.org/10.1186/s12903-015-0066-y>
- Berkowitz R. J. (2006). Mutans streptococci: acquisition and transmission. *Pediatric Dentistry*, 28(2), 106–198. <https://www.ingentaconnect.com/contentone/aapd/pd/2006/00000028/00000002/art00004>
- Binks, C. y Duane, B. (2015). Mother-to-child transmission of *Streptococcus mutans*. *Evidence-Based Dentistry*, 16(2), 39–40. <https://doi.org/10.1038/sj.ebd.6401089>

- Biondi, A. M., Cortese, S. G. y Ortolani, A. (2021). Caries Temprana de la Infancia en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Comparación de frecuencia en diferentes ámbitos de atención. *Revista de Odontopediatría Latinoamericana*, 8(1). <https://doi.org/10.47990/alop.v8i1.132>
- Carrillo-Díaz, M., Ortega-Martínez, A. R., Ruiz-Guillén, A., Romero-Maroto, M. y González-Olmo, M. J. (2021). Impact of breastfeeding and cosleeping on Early Childhood Caries: a cross-sectional study. *Journal of Clinical Medicine*, 10(8), 1561. <https://doi.org/10.3390/jcm10081561>
- Cianetti, S., Lombardo, G., Lupatelli, E., Rossi, G., Abraha, I., Pagano, S. y Paglia, L. (2017). Dental caries, parents educational level, family income and dental service attendance among children in Italy. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 18(1), 15–18. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2017.18.01.03>
- Cleaton-Jones, P., Fatti, P. y Bönecker, M. (2006). Dental caries trends in 5- to 6-year-old and 11- to 13-year-old children in three UNICEF designated regions--Sub Saharan Africa, Middle East and North Africa, Latin America and Caribbean: 1970-2004. *International Dental Journal*, 56(5), 294–300. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595x.2006.tb00104.x>
- Commission on Social Determinants of Health. CSDH. (2008). Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health. Final report of the Commission on Social Determinants of Health. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-IER-CSDH-08.1>
- de Jesus, V. C., Mittermuller, B. A., Hu, P., Schroth, R. J. y Chelikani, P. (2022). Genetic variants in taste genes play a role in oral microbial composition and severe early childhood caries. *iScience*, 25(12), 105489. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105489>
- de Souza, P. M. D. E. S., Proença, M. A. M., Franco, M. M., Rodrigues, V. P., Costa, J. F. y Costa, E. L. (2015). Association between early childhood caries and maternal caries status: a cross-section study in São Luís, Maranhão, Brazil. *European Journal of Dentistry*, 9(1), 122–126. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.149659>
- Drury, T. F., Horowitz, A. M., Ismail, A. I., Maertens, M. P., Rozier, R. G. y Selwitz, R. H. (1999). Diagnosing and reporting early childhood caries for research purposes. A report of a workshop sponsored by the National Institute of Dental and Craniofacial Research, the Health Resources and Services Administration, and the Health Care Financing Administration. *Journal of Public Health Dentistry*, 59(3), 192–197. <https://doi.org/10.1111/j.1752-7325.1999.tb03268.x>
- Edelstein B. L. (2009). Solving the problem of early childhood caries: a challenge for us all. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 163(7), 667–668. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2009.107>
- Erickson, P. R. y Mazhari, E. (1999). Investigation of the role of human breast milk in caries development. *Pediatric Dentistry*, 21(2), 86–90. <https://www.aapd.org/globalassets/media/publications/archives/erickson-21-02.pdf>
- Li, Y. y Tanner, A. (2015). Effect of antimicrobial interventions on the oral microbiota associated with Early Childhood Caries. *Pediatric Dentistry*, 37(3), 226–244. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4485441/>
- Ludovichetti, F. S., Zuccon, A., Cantatore, D., Zambon, G., Giroto, L., Lucchi, P., Stellini, E. y Mazzoleni, S. (2022). Early childhood caries and oral health-related quality of life: evaluation of the effectiveness of single-session therapy under general anesthesia. *European Journal of Dentistry*, 10.1055/s-0042-1757210. Advance online publication. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1757210>
- Muñoz Sandoval, C., Gambetta-Tessini, K., Santamaría, R. M., Splieth, C., Paris, S., Schwendicke, F. y Giacaman, R. A. (2022). ¿Cómo intervenir el proceso de caries en niños? Adaptación del Consenso de ORCA/EFCD/DGZ. *International Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 15(1), 48–53. <https://doi.org/10.4067/S2452-55882022000100048>
- Tham, R., Bowatte, G., Dharmage, S. C., Tan, D. J., Lau, M. X., Dai, X., Allen, K. J. y Lodge, C. J. (2015). Breastfeeding and the risk of dental caries: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatrica*, 104(467), 62–84. <https://doi.org/10.1111/apa.13118>
- Tinanoff, N. y Reisine, S. (2009). Update on early childhood caries since the Surgeon General's Report. *Academic Pediatrics*, 9(6), 396–403. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2009.08.006>

World Health Organization. (2019). Ending childhood dental caries: WHO implementation manual. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/330643>

### CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

### Dirección para correspondencia

Cátedra Odontología Integral Niños  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
Marcelo T de Alvear 2142, Piso 15 B  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH  
anamaria.biondi@odontologia.uba.ar

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



# 85



# Estudio del Miedo en Pacientes Frente a la Extracción del Tercer Molar

## Study of Fear in Patients Faced with Third Molar Extraction

Recibido: 01/08/2022

Aceptado: 14/10/2022

Brusca MI<sup>1</sup>, García Labandal L<sup>2</sup>, Katra R<sup>1</sup>, Mollo L<sup>1</sup>, Puja S<sup>1</sup>

<sup>1</sup> **Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Odontología**  
**Cátedra de Cirugía y Traumatología Bucocomaxilofacial I**  
**Buenos Aires, Argentina**

<sup>2</sup> **Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Psicología**  
**Maestría en Psicología Educativa**  
**Buenos Aires, Argentina**

### RESUMEN

El tratamiento odontológico sigue siendo percibido en la actualidad como una experiencia atemorizadora para muchas personas. Se han establecido diversos métodos para tratar de evaluar el temor y ansiedad que refieren las personas cuando deben recibir tratamientos bucales. Sin embargo, estos no han sido aplicados adecuadamente como parte de la atención clínica cotidiana. Considerando esto, podría suponerse que el miedo es uno de los factores desencadenantes en la deserción de los tratamientos odontológicos, y las personas asistirían solo en el momento de una urgencia. El objetivo del presente estudio fue analizar el afrontamiento de emociones (miedo) en los pacientes que concurren a la consulta para la extracción de un tercer molar en la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires (FOUBA). La metodología que se utilizó fue cuantitativa y cualitativa. El diseño fue exploratorio-descriptivo.

**Palabras clave:** miedo, tratamiento, odontología, tercer molar, extracción.

### ABSTRACT

Dental treatment is still perceived today as a frightening experience for many people. Various methods have been established to try to assess the fear and anxiety that people report when they must receive oral treatments, however, these have not been adequately applied as part of daily clinical care. Considering this, it could be assumed that fear is one of the triggering factors in desertion of dental treatments and people would attend only at the time of an emergency. The objective of this study was to analyze the coping with emotions (fear) in patients who attend the consultation for the extraction of a third molar at the Faculty of Dentistry of the University of Buenos Aires (FOUBA). The methodology used was quantitative and qualitative. The design was exploratory-descriptive.

**Keywords:** fear, treatment, dentistry, third molar, extraction.

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento odontológico sigue siendo percibido en la actualidad como una experiencia atemorizadora para muchas personas. Se han establecido diversos métodos para tratar de evaluar el temor y la ansiedad que refieren las personas cuando deben recibir tratamientos bucales. Sin embargo, estos no han sido aplicados adecuadamente como parte de la atención clínica cotidiana. Considerando esto, podría suponerse que el miedo es uno de los factores desencadenantes de la deserción de los tratamientos odontológicos, o que solo las personas asistirían en el momento de una urgencia (Wilson et al., 2014; Armfield, 2010).

Entre las conductas de riesgo para la salud bucodental se encuentran los hábitos orales perjudiciales, la dieta alimenticia, el tabaquismo, el bruxismo, el miedo, la ansiedad, los comportamientos disruptivos o entorpecedores (cerrar la boca, mover la cabeza, dar manotazos, gritar, quejarse o llorar) y la evitación de las situaciones de tratamiento dental, tales como retraso en la petición de consulta y cancelación de citas (Armfield y Heaton, 2013; Rantavuori et al., 2004). En la consulta odontológica, las situaciones de miedo surgen permanentemente.

Por otra parte, si se realizara la consulta a tiempo, no se padecerían tantos dolores, ni tampoco tantas pérdidas de piezas dentarias. Es significativamente notable la cantidad de pacientes jóvenes con faltantes de piezas dentarias debido a la falta de atención odontológica por temor (Wiener, 2015).

En efecto, una persona que elabora cogniciones negativas anticipadas, frente a la inminencia de una atención dental, tiene altas probabilidades de fomentar un estado emocional negativo de miedo y tensión que, a la postre, podría traducirse en una conducta de evitación y/o conductas que interfieren con una adecuada atención por parte del especialista, en especial, si el paciente ha sufrido experiencias desagradables previamente. Esto varía según la especialidad, siendo la cirugía, y más si es de urgencia, la que más miedo acarrea (Brignardello-Petersen, 2017; Muza y Muza, 2007).

El objetivo de la investigación fue analizar el afrontamiento de emociones (miedo) en los pacientes que concurren a la consulta para la extracción de un tercer molar en la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se utilizó fue cuantitativa y cualitativa. El diseño fue exploratorio-descriptivo.

Se evaluaron los diferentes tipos de respuestas de afrontamiento ante situaciones estresantes de la vida, combinando dos dimensiones: el foco del afron-

tamiento (focalizado en el problema o focalizado en la emoción) y el método del afrontamiento (cognitivo o conductual). Se utilizaron el Interrater agreement on the Coping Inventory for Stressful Situations (CISS) (Kurokawa y Weed, 1998) y el Inventario de Respuestas de Afrontamiento (CRI) (Mikulic y Crespi, 2008), adaptado por García Labandal (2019). La variable evaluada fue la respuesta de afrontamiento en 48 ítems. Se incluyó la medición de 4 estrategias de afrontamiento de aproximación (Análisis Lógico; Reevaluación Positiva; Búsqueda de Apoyo e Información; Acciones Tomadas para la Resolución del Problema), y 4 estrategias de evitación (Evitación Cognitiva; Aceptación o Resignación; Búsqueda de Gratificaciones Alternativas; Descargas Emocionales). Las primeras cuatro escalas forman un primer conjunto que evaluó el afrontamiento en su faceta de aproximación, y las otras cuatro escalas forman un segundo conjunto que evaluó la faceta de evitación. En cada uno de estos dos grupos, las primeras dos escalas evaluaron las respuestas cognitivas, y la tercera y cuarta escala, las respuestas conductuales del afrontamiento. Características psicométricas: Validez: presenta un coeficiente de 0.73,  $p < 0,001$  que indica una validez adecuada (García Labandal, 2019).

Análisis estadístico: Los datos categóricos se describieron mediante frecuencias absolutas (N) y porcentajes. Para la comparación de frecuencias se utilizó la prueba Chi-cuadrado, con un nivel de significación de 5%. La edad se describió mediante las siguientes medidas: mínimo, máximo, mediana, primer cuartil (Q1), tercer cuartil (Q3), media y desviación estándar (DE). Se utilizó el programa Infostat v. 2018 (Di Rienzo et al., 2018).

## RESULTADOS

Características demográficas: la muestra estuvo integrada por 41 mujeres (65%) y 22 varones (35%), con un intervalo de edad de entre 16 y 48 años (mediana = 23; Q1/Q3 = 22/27; media  $\pm$  DE = 25  $\pm$  7)

Respecto al cuestionario, la primera parte del mismo se muestra en la Tabla 1. En la pregunta acerca de si enfrentó un problema de temor en relación con la visita al odontólogo anteriormente, se encontraron diferencias significativas entre los porcentajes de respuestas positivas y negativas ( $p < 0,05$ ): el porcentaje de respuestas positivas fue menor que el de negativas (29% y 71%, respectivamente). Asimismo, la diferencia fue significativa entre los que no creían que les sucedería una sensación de temor frente a la exodoncia dental, frente a los que sí sabían que pasarían por una situación que les generaría miedo.

En la Tabla 2 se analizaron las emociones de los pacientes. En la pregunta acerca de cómo se considera el paciente, la elección de los pacientes difirió significativamente entre las distintas opciones ( $p < 0,05$ ). Manifestaron que concurren al odontólogo cuando

presentan alguna molestia, y que esto les sucede por experiencias propias anteriores. Ya se consideran con una ansiedad, al menos ligera, en la sala de espera.

En la pregunta acerca de qué considera que dispara o genera estas sensaciones, la elección de los pacientes difirió significativamente entre las distintas opciones ( $p < 0,05$ ), e incluyeron la sedación (29%) como generadora de una moderada ansiedad, y un 17% menciona que la anestesia le genera una extrema ansiedad.

En la pregunta acerca de a qué siente mayor temor luego de un tratamiento o procedimiento odontológico, la elección de los pacientes difirió significativa-

mente entre las distintas opciones ( $p < 0,05$ ): la opción más elegida fue al dolor (58%).

Esto lleva a que la mayoría se sienta tensionado (32%) cuando se encuentra en el sillón odontológico, esperando al profesional, mientras prepara el instrumental para iniciar la atención.

Respecto a los distintos grados de ansiedad que generan los procedimientos odontológicos, la elección de los pacientes difirió significativamente entre las distintas opciones ( $p < 0,05$ ), siendo las que más mencionan el instrumental que es colocado en su boca y la turbina.

Pregunta	No		Sí		Total		Prueba $\chi^2$
	N	%	N	%	N	%	
¿Enfrentó un problema como éste anteriormente?	45	71	18	29	63	100	$p < 0,05$
¿Sabía que el problema le iba a ocurrir a Ud.?	45	71	18	29	63	100	$p < 0,05$
¿Tuvo suficiente tiempo para prepararse para enfrentarlo?	25	40	38	60	63	100	$p = 0,10$
¿Cuando este problema ocurrió, pensó que era una amenaza para Ud.?	52	83	11	17	63	100	$p < 0,05$
¿Cuando este problema ocurrió, pensó en él como un desafío?	41	65	22	35	63	100	$p < 0,05$
¿Este problema fue causado por algo que Ud. hizo?	55	87	8	13	63	100	$p < 0,05$
¿Este problema fue causado por algo que otra persona hizo?	52	83	11	17	63	100	$p < 0,05$
¿Surgió algo bueno por haber enfrentado el problema?	34	54	29	46	63	100	$p = 0,53$
¿Se ha solucionado este problema?	34	54	29	46	63	100	$p = 0,53$
Si este problema ha sido resuelto ¿las cosas salieron bien para Ud.?	34	54	29	46	63	100	$p = 0,53$

**TABLA 1.** Cuestionario 1.  $p < 0,05$  se interpreta como diferencias significativas entre porcentajes/frecuencias de respuestas positivas y negativas

Pregunta	Sin ansiedad		Ansiedad ligera		Ansiedad moderada		Muy ansioso		Extrema ansiedad		Total		Prueba
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	c <sup>2</sup>
Si mañana va al odontólogo, ¿cómo se sentiría?	34	54	14	22	4	6	6	10	5	8	63	100	p < 0,05
En la sala de espera, ¿cómo se siente?	18	29	28	44	10	16	5	8	2	3	63	100	p < 0,05
¿Qué experimenta con la turbina en su boca?	10	16	12	19	28	44	4	6	9	14	63	100	p < 0,05
Con todo el instrumental en su boca, ¿cómo se siente?	6	10	8	13	32	51	8	13	9	14	63	100	p < 0,05
Si van a usar anestésico, ¿qué le ocasiona?	11	17	19	30	18	29	4	6	11	17	63	100	p < 0,05



**TABLA 2.** Cuestionario 2. Grado de Ansiedad frente a experiencias odontológicas. p<0,05 se interpreta como diferencias significativas entre las distintas opciones

**DISCUSIÓN**

La Revalorización Positiva refiere a los intentos cognitivos de construir y reestructurar un problema en un sentido positivo, mientras se acepta la realidad de una situación. Esto indica que, en muchos casos, los asistentes a la consulta odontológica encuentran un camino para enfrentar distintas situaciones adversas a través de la resignificación positiva de los hechos, como generadores de oportunidades (Carlsson et al., 2013).

La Aceptación o Resignación están estrechamente vinculadas a que la situación de afrontar la consulta odontológica excede las posibilidades del individuo de buscar estrategias de resolución. Si el paciente padece algún trastorno psicológico, la ansiedad frente a una cirugía será mayor (Marcano et al, 2007; Hollander et al., 2016).

Ante una cirugía maxilofacial con anestesia general, muchos pacientes tienen más temor a este procedimiento que a la cirugía en sí; por lo tanto, esto se revertiría en la cirugía oral. En ambos casos es importante que el paciente este informado del procedimiento a realizar para disminuir su ansiedad (Elmore et al., 2014). En dicho estudio, frente al temor, los pacientes manifestaron la preferencia de estar sedados para la exodoncia de un tercer molar. Astramskaitė et al., (2016), en su estudio, relacionaron el temor con la propensión a la ansiedad, las experiencias dolorosas, las expectativas del tratamiento, el nivel de dificultad

del tratamiento y el tipo de anestesia.

En un estudio de Bovaira et al., (2017), la ansiedad preoperatoria fue moderada o alta en los pacientes con cirugías para la colocación de implantes y esto fue una influencia negativa en la satisfacción del paciente. Lo mismo sucedió en el presente estudio frente a la exodoncia de terceros molares.

Doganer et al., (2017), concluyen que existe una relación entre mayor temor al tratamiento dental y la ansiedad que se genera en los pacientes en el acto operatorio; que las experiencias de tratamientos odontológicos desagradables producen más temor en los tratamientos a realizar, y que los pacientes temerosos evitan las visitas periódicas al odontólogo y van solo en caso de necesidad. Esto generaría un círculo vicioso, porque los pacientes llegarían temerosos de padecer una situación de dolor ya que consideran al tratamiento odontológico como un acto desagradable. En el presente estudio, es justamente el dolor a lo que más temen los pacientes.

Lin et al., (2017), no encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto a la ansiedad generada en adultos en procedimientos quirúrgicos versus no quirúrgicos. Sin embargo, en niños se encontraron diferencias entre otros tratamientos no quirúrgicos y los quirúrgicos, entre el comportamiento no cooperativo y los procedimientos dentales demasiado invasivos, incluida la extracción dental. Las

extracciones de dientes pueden causar ansiedad durante el tratamiento dental debido a la posibilidad de una extracción forzada o dolorosa, lo que resulta en un comportamiento aversivo y genera protestas por parte del niño. El procedimiento dental también puede representar una sensación de pérdida que sugiere un insulto psicológico para el niño.

El cambio en el comportamiento durante la extracción de un diente se asocia con la sensación de anestesia local, sabores poco familiares o desagradables y el miedo a la sangre, lo que puede conducir a comportamientos de evitación. Esto mismo se repite entre los adolescentes, que tienen fobia a las inyecciones, a la sangre y a las heridas (Vika et al., 2008). En un estudio en adultos, Hollander et al., (2016), evaluaron la ansiedad durante la cirugía de un tercer molar, y realizaron monitoreo cardíaco. Para ellos, los momentos de más ansiedad fueron durante el acto quirúrgico propiamente dicho, la incisión y la alveolectomía, y los de menor ansiedad, el preoperatorio, la anestesia y el postoperatorio inmediato. También fue reportado que los pacientes jóvenes y los ancianos son más propensos a la ansiedad frente a los tratamientos que los pacientes adultos de mediana edad (González-Martínez et al., 2017; Tarazona et al., 2015).

## CONCLUSIONES

Las emociones juegan un papel nodal en los procesos de salud de una persona. Como toda emoción, el miedo es muy variable entre los individuos, pero en este estudio queda demostrado que aún hoy, con los avances tecnológicos y de conocimientos científicos, los pacientes siguen percibiendo las exodoncias como una amenaza que les genera miedo. Es importante señalar que el miedo conlleva una intensa sensación desagradable provocada por la percepción de un peligro, real o supuesto, presente, futuro o incluso pasado. Se deriva de la aversión natural al riesgo o la amenaza. Se manifiesta en todos los animales. La máxima expresión del miedo es el terror.

El miedo que presentan los pacientes frente a la extracción del tercer molar los lleva a elegir ser sedados para evitar sentir dolor. El profesional de la salud debería tener en cuenta estos aspectos para tratar a sus pacientes de una manera integral.

La alianza terapéutica debe establecerse entre el odontólogo y el paciente, como dos aliados que unen fuerzas para lograr vencer o prevenir la enfermedad. La posibilidad de realizar exodoncias sin generar la percepción de amenazas se propiciará en tanto se genere una relación de respeto y confianza entre odontólogo y paciente desde la primera entrevista. La relación que se establece entre el odontólogo y el paciente debe ser cuidada y llevada con la máxima excelencia, para lograr objetivos comunes para ambos sobre la base de una relación de confianza, que conducirá a una satisfacción por ambas partes, y a la realización de tratamientos de calidad.

## REFERENCIAS

- Armfield J. M. (2010). How do we measure dental fear and what are we measuring anyway?. *Oral Health & Preventive Dentistry*, 8(2), 107–115.
- Armfield, J. M. y Heaton, L. J. (2013). Management of fear and anxiety in the dental clinic: a review. *Australian Dental Journal*, 58(4), 390–407. <https://doi.org/10.1111/adj.12118>
- Astramskaitė, I., Poškevičius, L. y Juodžbalys, G. (2016). Factors determining tooth extraction anxiety and fear in adult dental patients: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(12), 1630–1643. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.06.019>
- Bovaira, M., Herrero Babiloni, A., Jovaní, M., Peñarrocha-Diago, M., González-Lemonnier, S. y Peñarrocha-Oltra, D. (2017). Preoperative anxiety and its influence on patient and surgeon satisfaction in patients receiving dental implant surgeries performed under intravenous conscious sedation. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(4), 912–918. <https://doi.org/10.11607/jomi.5712>
- Brignardello-Petersen R. (2017). Previous bad experience, propensity to anxiety, and pain expectations may be associated with fear and anxiety when undergoing tooth extractions. *Journal of the American Dental Association* (1939), 148(4), e4. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2016.11.015>
- Carlsson, S. G., Wide Boman, U., Lundgren, J. y Hakeberg, M. (2013). Dental anxiety - a joint interest for dentists and psychologists. *European Journal of Oral Sciences*, 121(3 Pt 2), 221–224. <https://doi.org/10.1111/eos.12046>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo C. W. (2018). InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Doganer, Y. C., Aydogan, U., Yesil, H. U., Rohrer, J. E., Williams, M. D. y Agerter, D. C. (2017). Does the trait anxiety affect the dental fear?. *Brazilian Oral Research*, 31, e36. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0036>
- Elmore, J. R., Priest, J. H. y Laskin, D. M. (2014). Do patients fear undergoing general anesthesia for oral surgery?. *Anesthesia Progress*, 61(2), 69–72. <https://doi.org/10.2344/0003-3006-61.2.69>

- García Labandal, L. (2019). Afrontamiento y competencias socioemocionales en la formación de profesores de Psicología [tesis de doctorado]. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Psicología. [http://www.biblioteca.psi.uba.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=55431&query\\_desc=kw%2Cwrdl%3A%20Garc%20C3%ADa%20Labandal](http://www.biblioteca.psi.uba.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=55431&query_desc=kw%2Cwrdl%3A%20Garc%20C3%ADa%20Labandal)
- González-Martínez, R., Jovani-Sancho, M. D. y Cortell-Ballester, I. (2017). Does psychological profile influence third molar extraction and postoperative pain?. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 75(3), 484–490. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.09.023>
- Hollander, M. H., Schortinghuis, J. y Vissink, A. (2016). Changes in heart rate during third molar surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(12), 1652–1657. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.08.004>
- Kurokawa, N. K. y Weed, N. C. (1998). Interrater agreement on the Coping Inventory for Stressful Situations (CISS). *Assessment*, 5(1), 93–100. <https://doi.org/10.1177/107319119800500111>
- Lin, C. S., Wu, S. Y. y Yi, C. A. (2017). Association between anxiety and pain in dental treatment: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Research*, 96(2), 153–162. <https://doi.org/10.1177/0022034516678168>
- Marcano, S. A. A., Marín, Q. D. L. y Machado, T. M. E. (2007). Técnicas para el manejo de las manifestaciones del miedo a la consulta odontológica en los pacientes que acuden a la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo. *ODOUS Científica*, 8(1), 8–14. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/odontologia/revista/v8n1/8-1-1.pdf>
- Mikulic, I. M. y Crespi, M. C. (2008). Adaptación y validación del Inventario de Respuestas de Afrontamiento de Moos (CRI-A) para adultos. *Anuario de Investigaciones*, 15, 305–312. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=369139944030>
- Moos, R. (1993). *Coping Responses Inventory Psychological Assessment Resources*. Inc Florida. USA.
- Muza, R. y Muza, P. (2007). Nivel de preocupación o ansiedad sobre procedimientos dentales en una sala de espera dental. *Revista Chilena de Salud Pública*, 11(1), 18–22. <https://revistasaludpublica.uchile.cl/index.php/RCSP/article/view/8299>
- Rantavuori, K., Lahti, S., Hausen, H., Seppä, L. y Kärkkäinen, S. (2004). Dental fear and oral health and family characteristics of Finnish children. *Acta Odontologica Scandinavica*, 62(4), 207–213. <https://doi.org/10.1080/00016350410001586>
- Tarazona, B., Tarazona-Álvarez, P., Peñarrocha-Oltra, D., Rojo-Moreno, J. y Peñarrocha-Diago, M. (2015). Anxiety before extraction of impacted lower third molars. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 20(2), e246–e250. <https://doi.org/10.4317/medoral.20105>
- Vika, M., Skaret, E., Raadal, M., Ost, L. G. y Kvale, G. (2008). Fear of blood, injury, and injections, and its relationship to dental anxiety and probability of avoiding dental treatment among 18-year-olds in Norway. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 18(3), 163–169. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2007.00904.x>
- Wiener R. C. (2015). Dental fear and delayed dental care in Appalachia-West Virginia. *Journal of Dental Hygiene*, 89(4), 274–281. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4564007/>
- Wilson, T. D., McNeil, D. W., Kyle, B. N., Weaver, B. D. y Graves, R. W. (2014). Effects of conscious sedation on patient recall of anxiety and pain after oral surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 117(3), 277–282. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2013.11.489>

### CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés

### Dirección para correspondencia

Catedra de Cirugía y Traumatología Bucomaxilofacial I  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
M T de Alvear 2142,  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH  
[mariaisabelbrusca@gmail.com](mailto:mariaisabelbrusca@gmail.com)

La Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



93

# Informe

## de la Secretaría de Ciencia y Técnica y Transferencia Tecnológica FOUBA

### Tesis Doctorales Defendidas Diciembre 2021 y Año 2022

Secretaría de Ciencia y Técnica  
y Transferencia Tecnológica  
Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires  
Teléfono: 5287-6269

#### **NUÑEZ FLORENCIA LUJÁN**

##### **DIRECTORA**

Dra. DE LUCCA ROMINA DEL CARMEN

##### **CODIRECTOR**

Dr. ELVERDIN JUAN CARLOS

##### **TÍTULO**

"Movimiento dentario con terapia de aceleración por microosteoperforaciones: influencia de las glándulas salivales"

##### **FECHA DE DEFENSA**

10/12/2021

##### **CALIFICACIÓN**

SOBRESALIENTE

#### **LENARDUZZI LUIS ARIEL**

##### **DIRECTORA**

Dra. SIERRA LILIANA GLORIA

##### **CODIRECTOR**

Dr. RODRÍGUEZ PABLO ALEJANDRO

##### **TÍTULO**

"Microcirugía apical: valoración de la efectividad del uso de membranas reabsorbibles en lesiones apicales pequeñas"

##### **FECHA DE DEFENSA**

05/07/2022

##### **CALIFICACIÓN**

SOBRESALIENTE

#### **BÁLSAMO MARÍA FERNANDA**

##### **DIRECTORA**

Dra. BRUSCA MARÍA ISABEL

##### **CODIRECTOR**

Dr. VILLALBA MARCELO BLANCO

##### **TÍTULO**

"Estudio del desarrollo de distintas poblaciones de cándida spp, en la cavidad bucal de pacientes con cáncer de mama sometidas a tratamiento antiestrogénico"

##### **FECHA DE DEFENSA**

06/07/2022

##### **CALIFICACIÓN**

SOBRESALIENTE

#### **ANDRADA MARÍA MAGDALENA**

##### **DIRECTOR**

Dr. MERELLO MARCELO J

##### **CODIRECTOR**

Dr. STOLBIZER FEDERICO

##### **TÍTULO**

"Bruxismo de vigilia en adultos: criterios diagnósticos y correlatos clínicos"

##### **FECHA DE DEFENSA**

03/08/2022

##### **CALIFICACIÓN**

SOBRESALIENTE

#### **ROITMAN MARCELA LAURA**

##### **DIRECTOR**

Dr. MACCHI RICARDO LUIS

##### **CODIRECTORA**

Dra. PICCA MARIANA

##### **TÍTULO**

"Influencia de diferentes protocolos de irrigación en la fijación de postes poliméricos con cemento de resina autoacondicionante dual. Estudio ex vivo"

##### **FECHA DE DEFENSA**

03/10/2022

##### **CALIFICACIÓN**

SOBRESALIENTE

#### **MÉDICI SILVIA ANDREA**

##### **DIRECTOR**

Dr. SÁNCHEZ GABRIEL ANTONIO

##### **TÍTULO**

"Desarrollo y evaluación de estrategias educativas aplicados sobre recursos humanos sectoriales para la reconversión de barreras para el acceso a la atención odontológica en personas que viven con vih / sida"

##### **FECHA DE DEFENSA**

12/10/2022

##### **CALIFICACIÓN**

SOBRESALIENTE

# Proyectos de Investigación en Desarrollo

Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires

## **PROGRAMA DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN INTEGRADA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES 2019-2024**

INVESTIGACIÓN TRASLACIONAL EN ODONTOLOGÍA:  
PATOLOGÍA BUCAL Y BIOMATERIALES

**Directores:** OLMEDO, Daniel Gustavo  
y PUIA, Sebastián Ariel

**Codirectores:** KAPLAN, Andrea Edith  
y BIONDI, Ana María

EPIDEMIOLOGÍA DE ENFERMEDADES BUCALES  
PREVALENTES EN LA REPÚBLICA ARGENTINA:  
PREVALENCIA, FACTORES DE RIESGO Y ASOCIACIÓN  
CON CONDICIONES SISTÉMICAS

**Directores:** MOLGATINI, Susana Liliana  
y D'ERAMO Luciana

**Codirectores:** LENARDUZZI, Ariel Luis  
y ESTÉVEZ, Alejandro

ENFERMEDAD PERIODONTAL Y ENDOTELIO  
VASCULAR

**Directores:** NICOLOSI, Liliana Noemí,  
FRIEDMAN, Silvia María y CARIDE, Facundo

**Codirectores:** VAZQUEZ, Diego Jorge  
y ÁLVAREZ CASTRO, Mariela

ESTUDIO DE BIOMARCADORES  
PARA LA CLASIFICACIÓN DE DISTINTAS FORMAS  
DE ENFERMEDAD PERIODONTAL Y LESIONES  
INFLAMATORIAS APICOPERIAPICALES  
Y COLATERALES

**Directores:** FERNANDEZ SOLARI, Javier  
y STOLBIZER, Federico

**Codirectores:** BONTA, Hernán  
y PARREIRA, Myriam Elizabeth

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS  
PARA PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO  
DE ENFERMEDADES BUCALES PREVALENTES  
EN POBLACIONES DE ALTA VULNERABILIDAD SOCIAL

**Directores:** MÉNDEZ, Carlos Fernando  
y SÁNCHEZ, Gabriel Antonio

**Codirectores:** ARGENTIERI, Ángela Beatriz  
y COROMINOLA, Paula Leticia

BIOMODULACIÓN CON LÁSER DE BAJA INTENSIDAD  
EN EL TRATAMIENTO INTEGRAL ORTODÓNTICO:  
ENSAYO CLÍNICO CONTROLADO ALEATORIZADO

**Directores:** MATEU, María Eugenia  
y LOMBARDO, Norberto

**Codirectores:** AMER, Mariano Axel Ramón  
y MOHN, Claudia Ester

DETECCIÓN DE FACTORES GENÉTICOS Y EXPRESIÓN  
GÉNICA, PROTEICA E INFLAMATORIA EN PACIENTES  
CON DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES  
REUMÁTICAS AUTOINMUNES SISTÉMICAS  
Y MANIFESTACIONES GINGIVOPERIODONTALES  
Y ESTOMATOLÓGICAS. SU REHABILITACIÓN  
INTEGRAL

**Directores:** ADLER, Lidia Isabel  
y ORMAN, Betina Esther

**Codirectores:** FERRARY, Teresita Graciela  
y TAMINI ELICEGUI, Luis Ernesto

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN, SEGUIMIENTO Y PRONÓSTICO DE LOS ASPECTOS BIOMECÁNICOS DE LA DINÁMICA MANDIBULAR EN MODELOS ROBÓTICOS AUXILIARES EN REHABILITACIÓN PROTÉTICA

**Directores:** RODRÍGUEZ, Alejandro Néstor y TRINKS, Pablo Walter

**Codirectores:** FRISIA, Leonardo José y DI CROCE, Daniel Eduardo

### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA UBACYT 2018 MODALIDAD I**

INFLUENCIA DEL ESTADO NUTRICIONAL EN LA DIVERSIDAD BACTERIANA DEL BIOFILM CARIOGÉNICO. ESTUDIO GENÓMICO DESDE UNA PERSPECTIVA ECOLÓGICA

**Director:** RODRÍGUEZ, Patricia Noemí

**Codirector:** ARGENTIERI, Ángela Beatriz

### **PROGRAMA DE MARGINACIONES SOCIALES (PIUBAMAS)**

SALUD GLOBAL. DESDE PROBLEMAS DE SALUD PREVALENTES A TOMA DE DECISIONES SANITARIAS EN POBLACIONES VULNERABLES

**Director:** BORDONI, Noemí

**Codirector:** SQUASSI, Aldo Fabián

### **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN BÁSICA, APLICADOS, DE TRANSFERENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, INVESTIGACIÓN CLÍNICA, INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIA, BIENALES Y TRIENALES PARA LA PROGRAMACIÓN CIENTÍFICA 2018/2021**

RESPUESTA METABÓLICA AL CONSUMO DE ACEITE DE GIRASOL TERMOOXIDADO. ESTUDIO EN ANIMALES EN CRECIMIENTO

**Director:** FRIEDMAN, Silvia María

MASA CORPORAL Y CALIDAD MECÁNICA ÓSEA EN UN MODELO DE RETRASO CRÓNICO DEL CRECIMIENTO DE ORIGEN NUTRICIONAL: INFLUENCIA DE MODIFICADORES EXÓGENOS

**Director:** BOYER, Patricia Mónica

INFLUENCIA DE LAS GLÁNDULAS SALIVALES SUB-MAXILAR Y SUBLINGUAL EN EL MOVIMIENTO DENTARIO INDUCIDO POR ORTODONCIA CON O SIN TERAPIA DE ACELERACIÓN CON MICROOSTEOPERFORACIONES: MODELO EN RATAS

**Director:** ELVERDÍN, Juan Carlos

PARTICIPACIÓN DE LAS CÉLULAS ÓSEAS EN LA FORMACIÓN Y REABSORCIÓN ÓSEAS EN MODELOS ODONTOLÓGICOS EXPERIMENTALES

**Director:** UBIOS, Ángela Matilde

**Codirector:** BOZAL, Carola Bettina

ESFERAS OPERATIVAS EN ODONTOLÓGIA GENERAL Y DE ESPECIALIDAD. BIOPELÍCULAS Y VALIDAR PROPAGACIÓN DE ESPECIES DE CÁNDIDA (CA) Y STAPHYLOCOCCUS (SA) PROCEDENTES DE LA MICRO BIOTA BUCAL DEL PACIENTE. TRANSFERENCIA EN EL CONTROL DE INFECCIÓN Y BIOSEGURIDAD

**Director:** ROSA, Alcira Cristina

**Codirector:** MAURIÑO, Néstor Raúl

### **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA UBACYT 2020 MODALIDAD I**

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA INFECCIÓN POR HELICOBACTER PYLORI EN PACIENTES CON SÍNDROME DE SJÖGREN

**Director:** ADLER, Lidia Isabel

EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO Y DE ESTRATEGIAS PARA PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES BUCALES PREVALENTES EN PERSONAS DE ALTA VULNERABILIDAD SOCIAL

**Director:** SQUASSI, Aldo Fabián

MECANISMOS DE CONTROL DEL PROCESO DE DIFERENCIACIÓN DE PRECURSORES MESENQUIMÁTICOS DE PULPA DENTAL A FENOTIPOS CON CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE TEJIDO MINERAL

**Director:** MÉNDEZ, Carlos Fernando

BÚSQUEDA DE BIOMARCADORES SALIVALES EN LAS ESPONDILOARTROPATÍAS Y SU VINCULACIÓN CON LA ENFERMEDAD PERIODONTAL

**Director:** ORMAN, Betina Esther

### **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA UBACYT 2020 MODALIDAD II**

GENOTIPIFICACIÓN DEL VIRUS DEL PAPILOMA HUMANO EN LA DISPLASIA Y EN EL CARCINOMA DE CÉLULAS ESCAMOSAS

DE LA MUSCOSA  
BUCAL HUMANA Y SU CORRELACIÓN CON p16INK4A  
**Director:** GANDOLFO, Mariana Silvia

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO  
DE INJERTOS AUTÓLOGOS  
EN LA RECONSTRUCCIÓN DE LOS HUESOS  
MAXILARES  
**Director:** STOLBIZER, Federico

PROPIEDADES, LONGEVIDAD Y APLICACIÓN  
DE BIOMATERIALES EN EL MARCO  
DE LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE  
DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA  
Y REHABILITADORA  
EN EL HOSPITAL ODONTOLÓGICO UNIVERSITARIO  
DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
**Director:** IGLESIAS, María Emilia

REGENERACIÓN TISULAR EN MICROCIRUGÍA APICAL  
**Director:** RODRÍGUEZ, Pablo  
**Codirector:** RENO, Sandra

### **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN BÁSICA UBACYT 2020 MODALIDAD I**

ESTUDIO DE NUEVAS ESTRATEGIAS TERAPÉUTICAS  
PARA LA ENFERMEDAD PERIODONTAL BASADAS  
EN LA MANIPULACIÓN FARMACOLÓGICA  
DEL SISTEMA ENDOCANNABINOIDE  
**Director:** FERNÁNDEZ SOLARI, José Javier

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA EXPOSICIÓN CRÓNICA  
A HIPOXIA AMBIENTAL SOBRE LOS FACTORES  
QUE REGULAN LA FUNCIÓN DE LA GLÁNDULA  
SUBMAXILAR EN ANIMALES CON PERIODONTITIS  
**Director:** MARTÍNEZ, María del Pilar

ESTUDIO DE ALTERACIONES DE TEJIDOS DENTARIOS  
Y PARADENTARIOS: POSIBLES TRATAMIENTOS  
CON DROGAS Y/O BIOMATERIALES  
**Director:** MANDALUNIS, Patricia

RESPUESTA BIOLÓGICA IN VIVO E IN VITRO  
A BIOMATERIALES DE USO ODONTOLÓGICO:  
EVALUACIÓN HISTOPATOLÓGICA, BIOQUÍMICA  
Y FÍSICO-QUÍMICA  
**Director:** OLMEDO, Daniel Gustavo  
**Codirector:** TASAT, Débora Ruth

### **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN BÁSICA UBACYT 2020 MODALIDAD II**

EFEECTO DE LA SUBMANDIBULECTOMÍA  
EN EL METABOLISMO ÓSEO DEL ALVÉOLO DENTARIO  
POST-EXODONCIA  
**Director:** MOHN, Claudia Ester

MODELOS EPIDEMIOLÓGICOS DE PROPAGACIÓN  
DEL VIRUS DE LA HEPATITIS B  
**Director:** GUALTIERI, Ariel Félix

ESTUDIO DE ASPECTOS BIOLÓGICOS  
POCO CONOCIDOS DE LA PATOLOGÍA QUIRÚRGICA  
DEL HUESO Y TEJIDOS BLANDOS DE LA CAVIDAD  
BUCAL  
**Director:** PAPARELLA, María Luisa

COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA OSTEODENTARIO  
EN MODELOS EXPERIMENTALES DE ORTODONCIA  
CON DIFERENTES CONDICIONES SISTÉMICAS  
Y LOCALES  
**Director:** DE LUCCA, Romina Carmen

### **PROYECTO PIP 2021-2023 GI (CONICET)**

ESTUDIO DE TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES  
PARA ENFERMEDAD PERIODONTAL BASADOS  
EN LA MODULACIÓN DEL SISTEMA  
ENDOCANNABINOIDE Y EN LA APLICACIÓN  
DE CANNABIDIOL  
**Director:** FERNÁNDEZ SOLARI, José Javier

# Instrucciones para Autores

## Órgano Oficial

Facultad de Odontología

Universidad de Buenos Aires

Los trabajos que se remitan para ser publicados en la Revista de la Facultad de Odontología deben ser inéditos, permaneciendo en tal condición hasta su publicación en ella. Podrán ser aceptados aquellos que hubieran sido presentados en sociedades científicas o en forma de resumen.

Es requisito que los autores declaren que no existe conflicto de intereses por relaciones personales o económicas, que puedan influir en el desempeño del trabajo o publicación de resultados.

La evaluación de los trabajos se realizará a través de la modalidad revisión por pares doble ciego, manteniendo en secreto la identidad de los revisores, inclusive después de la publicación del artículo.

El manuscrito debe ser presentado a doble espacio en hoja A4, dejando 3 cms en los márgenes, y las páginas serán numeradas secuencialmente, comenzando por la página del título.

En la primera página se indicará: título del trabajo en español e inglés (sólo la primera letra en mayúscula, el resto en minúscula) y título abreviado del trabajo, de hasta 50 letras, para cabeza de página.

Se acompañará un resumen en español e inglés, en un solo párrafo, que no debe exceder las 250 palabras. El resumen debe contener el propósito de la investigación, los procedimientos básicos (selección de los sujetos de estudio o animales de laboratorio; métodos de análisis y de observación), hallazgos principales (suministrar datos específicos y su significación estadística, si es posible), y las conclusiones principales. Al final del resumen deben figurar cinco palabras clave que identifiquen el trabajo, en español y en inglés. Esas palabras son un conjunto de términos que servirán para indizar el artículo en determinadas bases de datos.

Las abreviaturas deberán ser explicitadas después de su primera mención en el texto.

Los artículos originales deberán tener un máximo de 3500 palabras, sin incluir referencias, leyendas de figuras y cuadros, y se ordenarán de la siguiente manera:

**Resumen:** en castellano e inglés.

**Introducción:** incluirá antecedentes actualizados del tema en cuestión y los objetivos del trabajo definidos con claridad. No se deberá hacer una exhaustiva revisión del tema.

**Materiales y métodos:** se describirán los métodos, pacientes, aparatos, reactivos y procedimientos utilizados, con el detalle suficiente para permitir la reproducción de las experiencias. Si el trabajo utiliza datos de humanos o animales, incluir información de normas éticas, del Comité de Ética al que se presentó el proyecto y el código de aprobación.

**Resultados:** se presentarán en el texto o mediante cuadros y/o figuras. Se evitarán repeticiones y se destacarán los datos más importantes.

**Discusión:** se hará énfasis sobre los aspectos del estudio más importantes y novedosos, y se interpretarán los datos experimentales en relación con lo ya publicado.

**Conclusión:** conclusiones a las que se arribó.

**Referencias:** se deberán registrar según las Normas APA. Las citas bibliográficas deberán ser incorporadas en el texto entre paréntesis, respetando los siguientes criterios: si se tratare de uno o dos autores, apellido de cada uno y año de publicación, ej. (Olsen, 2010) o (Lomniczy y Rossi, 2011). Cuando se trate de más autores se colocará entre paréntesis solamente al primer autor, seguido por el marcador et al. y el año de la publicación, ej. (Covelli et al., 2009).

Las citas bibliográficas se detallarán en hoja aparte y se presentarán en orden alfabético de autor y año de publicación, independientemente de la aparición en el texto del trabajo.

Para las referencias se seguirán los siguientes modelos:

#### **Revista**

Apellido, A., Apellido, B. y Apellido, C. (2019). Título del artículo específico. Título de la Revista, Volumen(número de la revista), número de página inicio – número de página fin. <https://doi.org/xx.xxxxxxxx>

#### **Sitio Web**

Apellido, A., Apellido, B., y Apellido, C. (20 de mayo de 2020). Título de la página web. Nombre de la página. <https://url.com>

#### **Libro impreso**

Apellido, N. (año). Título del trabajo. Editorial

#### **Libro en línea**

Apellido, N. y Apellido, N. (año). Título del libro. Editorial. DOI o URL

#### **Capítulo de libro impreso/electrónico**

Apellido, A. y Apellido, B. (año). Título del capítulo. En N. Apellido (Ed.), Título del libro (pp. xx-xx). Editorial. DOI o URL

**Agradecimientos:** deben presentarse en un tamaño de letra menor y en un solo párrafo. Mencionar las fuentes de financiación que contribuyeron al trabajo de investigación y los tipos de aportes (becas, donaciones, premios, reconocimientos, etc.).

Los cuadros se presentarán en hoja aparte, numerados consecutivamente con números arábigos, encabezados por un título explicativo, con las leyendas y aclaraciones que correspondan, al pie.

Las figuras se enviarán aparte, numeradas consecutivamente con números arábigos. Deben tener un tamaño de 9 x 12 cms y podrán ser indistintamente en blanco y negro o color. En todos los casos se exigirá excelente calidad fotográfica, de modo que sea posible la fiel reproducción de la imagen enviada. Deben estar en formato JPEG, con alta resolución. Tanto las figuras como las fotografías deberán ser legibles y no deberán superar los 580 píxeles de ancho.

Los informes breves son trabajos de menor extensión, entre los que se incluyen casuística, casos clínicos y descripciones de técnicas o dispositivos nuevos, avalados por trabajos experimentales concluyentes. Se deberá omitir la división del texto en secciones y no

podrán exceder las ocho páginas, con un máximo de 15 citas bibliográficas y tres cuadros o figuras.

Los artículos especiales son actualizaciones o consensos de grupos de trabajo acerca de temas de gran interés regional o internacional. Sus autores deben ser especialistas en el tema y el texto debe incluir amplia y actualizada bibliografía. Las propuestas temáticas de los suplementos, y sus lineamientos generales, deberán ser aceptados por el Comité Editor. Los artículos especiales deberán respetar exactamente el formato y el estilo de la Revista de la Facultad de Odontología en todos sus aspectos, tal como se describe en las Instrucciones para los Autores. Al final del suplemento debe incluirse el índice alfabético de autores.

**Presentación de los originales:** los manuscritos deberán ser enviados al Comité Editor de la Revista de la Facultad de Odontología. El material será analizado por el Comité Editor y sometido a la consideración de dos árbitros científicos designados para cada caso.



**.UBA** odontología

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

HOSPITAL  
ODONTOLÓGICO  
UNIVERSITARIO

**Facultad de Odontología  
Universidad de Buenos Aires**

Marcelo T. De Alvear 2142, C1122AAH  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
Argentina

**Horario**

De lunes a viernes de 8:00 a 18:00 hs  
Tel. +54 11 5287 6000  
info@odontologia.uba.ar  
www.odontologia.uba.ar

