

Desadaptación Marginal de Materiales Adhesivos en Restauraciones Próximo-Oclusales Observados Mediante Micro-CT

Marginal Mismatch of Adhesive Materials in Proximal-Occlusal Restorations Observed Using Micro-CT

Recibido: 15/12/2025

Aceptado: 17/03/2026

Marcarian L¹, Lauriola L¹, Andrada V¹,
Andrada C¹, Lezon C² , Zaiden S¹

1 Universidad de Buenos Aires. Facultad de Odontología. Cátedra de Preclínica de Odontología Restauradora. Buenos Aires, Argentina.

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

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la presencia de brecha marginal, expresada en milímetros (mm), de las paredes libres de la caja proximal en las preparaciones próximo-oclusales (PPO) del sector posterior con resinas de adhesión directa analizadas mediante microtomografía computarizada (μ CT). **Materiales y Métodos:** Se seleccionaron 9 premolares humanos sanos. Se tallaron dos PPO por cada pieza dentaria, una mesial y una distal, (n: 18) de 3 mm de profundidad por 3 mm de ancho, con una piedra ISO 845kr Iso 026 de grano medio y fino, bajo refrigeración acuosa. Se realizaron 3 PPO con piedras de un sólo uso. Se fijaron con compuesto de modelar en un modelo plástico, con piezas dentarias vecinas, para simular la disposición espacial en el arco dentario. Se trató el sustrato dentario con el Sistema Adhesivo Universal Single Bond Universal 3M. Se fotopolimerizó, en modo alto/1200 mw/cm², con la unidad Grand Valo, Ultradent. Se dividieron en 3 grupos con 6 muestra cada uno. -Grupo I resina nanoparticulado Z 350 3M, en dos incrementos oblicuos inferiores a 2 mm y polimerizando cada uno 20 s, -Grupo II, resina Filtek Bulk Fill, 3M en un solo incremento, polimerizando 40 s. por cada cara de la restauración. -Grupo III, resina tipo Core, Paracore, Coltene en un solo incremento, polimerizando 40 s. Se siguieron los protocolos establecidos según el fabricante. Posteriormente, se escanearon las muestras de las preparaciones y restauraciones fue utilizado un microtomógrafo (Bruker Skyscan 1272). Se cuantificó, en mm, los gaps de las paredes libres de la caja proximal en 3 puntos, gingival, medio y oclusal sobre los márgenes cavitarios (myVGL 3.5) medidos desde el borde cavo superficial de la preparación al material restaurador en sentido horizontal. Fueron registrados los valores en tres puntos equidistantes, gingival, medio y oclusal de las paredes vestibular y palatino. Los datos fueron analizados por ANOVA seguidos por test Student Newman Keuls. **Resultados:** En los grupos I, II y III, la media (DE) de los gaps (mm) fue de 6.5 (1), 6.1 (1.14) y 5.75 (0.61), respectivamente ($p > 0.05$). **Conclusión:** Bajo las condiciones de este trabajo podemos aducir que no se

observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Palabras clave: brecha marginal, resinas compuestas, microtomografía computada, preparaciones próximo-oclusales, adaptación.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the presence of marginal gap expressed in mm, of the walls of the proximal box in proximal-occlusal preparations (PPO) of the posterior sector, with direct adhesive resins analyzed by computed microtomography (μ CT). **Materials and Methods:** Nine healthy human premolars were selected. Two PPOs were prepared for each tooth, one mesial and one distal, (n: 18) 3 mm deep by 3 mm wide, with an ISO 845kr iso 026 stone of medium and fine grain, under water cooling. Three PPO were made per stone. They were fixed with modeling compound in a plastic model, with neighboring teeth, to simulate the spatial arrangement of the dental arch. The tooth substrate was treated with the Universal Adhesive System Single Bond Universal 3M. It was light-cured, in high mode/1200 mv/cm², with the Grand Valo unit, Ultradent. They were divided into 3 groups, 6 samples each: -Group I, nanoparticle resin Z 350 3M, in oblique increments less than 2 mm and polymerizing each one 20 s. -Group II, resin Filtek Bulk Fill 3M, in a single increment, polymerizing 40s per face of the restoration. -Group III, Paracore, Coltene in a single increment, polymerizing 40 s per face. The established protocols according to the manufacturer were followed. The samples of the preparations and restorations were scanned using a microtomograph (Bruker Skyscan 1272). The gaps of the free walls of the proximal box were quantified, in mm, in 3 points, gingival, middle, and occlusal on the cavity margins (myVGL 3.5) measured from the cavo surface of the preparation to the restorative material in horizontal sense. The data were analyzed by ANOVA followed by Student Newman Keuls test. **Results:** In groups I, II, and III, the mean (SD) of the gaps (mm) was 6.5 (1), 6.1 (1.14), and 5.75 (0.61), respectively ($p > 0.05$). **Conclusion:** Under the conditions of this study, we can infer that no statistically significant differences were observed between the groups.

Keywords: marginal gap, composite resins, computed microtomography, proximal-occlusal preparations, adaptation.

INTRODUCCIÓN

La composición actual de las resinas compuestas dentales permite su uso en gran variedad de aplicaciones en el campo de la rehabilitación, incluyendo, pero no limitándose a los procedimientos restaurativos. (Ferracane, 2011). El nuevo injerto de caries es una de las principales razones por las cuales las restauraciones de resina compuesta fallan o necesitan ser reemplazadas. (Mjör, 1997). La

formación de brechas alrededor de las restauraciones de composite ha sido descripta previamente en la literatura, generalmente, sujeta a errores por parte del operador en cuanto a la contracción de polimerización y fallas adhesivas; sin embargo, aún existen controversias respecto a la técnica ideal para disminuir su formación. (Sampaio et al., 2017). Aunque se considere imposible lograr un sellado marginal perfecto, los odontólogos clínicos deberían aspirar a obtener adaptaciones lo más exactas posibles. (Frankenberger et al., 2013). Se han mejorado las propiedades estéticas, mecánicas, y se ha optimizado la manipulación, la capacidad de pulido y la resistencia a la abrasión. (Sarrett, 2005). A pesar de estas mejoras, el profesional todavía se enfrenta a algunos desafíos al usar resinas compuestas. Uno de estos desafíos es la contracción debida a la polimerización.

La contracción por polimerización crea tensión dentro de los compuestos de resina, en la interfaz entre la restauración del compuesto de resina y el remanente dental, así como tensiones internas en la pieza dental. La contracción por polimerización puede conducir a la formación de brechas marginales, por lo tanto, a la pigmentación marginal, nanofugas o caries secundarias. (Behery et al., 2018). Un método clínico para minimizar estos efectos negativos, es la técnica incremental. De acuerdo con esta técnica, las resinas compuestas deben aplicarse en incrementos de un espesor máximo de 2 mm, y cada incremento se fotopolimeriza individualmente. (Manhart et al., 2013). La técnica incremental ha sido recomendada por beneficios tales como: la disminución del estrés por contracción de la polimerización y la penetración adecuada de la luz dentro de la masa de composite. Sin embargo, también se han mencionado desventajas que incluyen la posibilidad de atrapar poros dentro de capas de composite durante la inserción y tiempos de trabajo más largos, lo cual también puede aumentar la posibilidad de contaminación al realizar la restauración.

Una nueva clase de material, llamada composites bulk fill, supera esas dificultades mediante la modificación de la composición monomérica y de carga (Fronza, 2015). Tales composites presentan una mayor translucidez e incorporan un grupo fotoactivo en la resina que permite un grado adecuado de curado dentro de una cavidad de 4 mm de profundidad y un menor estrés de contracción que los composites convencionales, lo que resulta en un procedimiento restaurador más rápido. Además, la composición de estos materiales permite una reacción de polimerización modulada mediante el uso de monómeros especiales para aliviar el estrés, el uso de fotoiniciadores más reactivos y la incorporación de diferentes tipos de cargas, como partículas de prepolímero y segmentos de fibra de vidrio. (Opdan et al., 2014).

Ciertos autores afirman que el uso de un composite fluido como lining promueve una mejor adaptación

del composite, mientras que otros muestran que incrementos gruesos de composite fluido pueden promover una mayor degradación de la restauración debido a las características del composite fluido. También se ha demostrado que los composites fluidos bulk fill pueden mostrar menor adaptación interna en las paredes gingivales en comparación con los composites bulk fill compactables en restauraciones de clase II, mostrando una mayor degradación. (Fugolin et al, 2017).

Desde una perspectiva biomimética, la preservación y conservación de la estructura dental es fundamental para mantener el equilibrio entre los parámetros biológicos, mecánicos, adhesivos, funcionales y estéticos. Es beneficioso preservar los tejidos coronales y evitar procedimientos endodónticos invasivos, ya que estos enfoques violan el equilibrio biomecánico y comprometen el rendimiento a largo plazo de los dientes restaurados. (Magne et al, 2003).

La profundidad de la cavidad, el ancho del istmo y la configuración son factores altamente críticos para determinar la reducción en la rigidez dental y el riesgo de fractura. (Dietschi et al., 2007). Hoy en día, existen muchos materiales que se han desarrollado y mejorado para facilitar su manipulación. Estos materiales varían en su modo de curado, técnica de confección, entre otros aspectos, mientras que sus propiedades físicas han sido investigadas en muchos aspectos. (Tsukada et al., 2006).

En cuanto a la viscosidad, las resinas duales tipo core permiten garantizar una polimerización completa y una resistencia óptima. Generalmente, se comercializan en una jeringa de automezcla que permite evitar la generación de poros. (Deb et al., 2011).

Con el fin de evaluar el ajuste marginal, se pueden llevar a cabo diferentes metodologías. Comúnmente, las metodologías destructivas, como el uso de muñones y el seccionado de las piezas dentarias permite la visualización de los márgenes a través de diferentes tipos de microscopios o mediante réplicas. (Agarwal et al., 2015). Actualmente, las nuevas tecnologías permiten la evaluación del ajuste marginal sin necesidad de destruir las muestras.

Sin embargo, pueden ser utilizadas también las tecnologías no destructivas que involucran la microtomografía (TCM), ya que admite una evaluación tridimensional de toda la cavidad, lo que también proporciona analizar diferentes tipos de parámetros

y pruebas para la restauración dentro del mismo escaneo. Además, puede ser empleada para cuantificar y evaluar la contracción de polimerización y evaluar los vacíos dentro de las cementaciones de postes de fibra y el espesor del medio de fijación en carillas, entre otros. (Bae et al., 2014).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la presencia de brecha marginal expresada, en mm, presente en las paredes libres de la caja proximal en preparaciones próximo oclusales (PPO) del sector posterior, con distintos tipos de resinas de adhesión directa analizados mediante microtomografía computarizada (μ CT) en 3D.

La hipótesis nula del presente estudio fue que no existe diferencia significativa entre la adaptación a las paredes libres de diferentes técnicas de restauración de preparaciones próximo-oclusales con resinas compuestas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 9 premolares humanos sanos extraídos por razones ortodóncicas. Los criterios de inclusión fueron: que no posean caries coronales y que la corona este íntegra. Se fijaron las piezas dentarias con compuesto de modelar en un modelo plástico, con piezas dentarias vecinas, para simular la disposición espacial del arco dentario. (Figura 1). Se tallaron dos PPO por cada pieza dentaria, una mesial y una distal, (n=18) de 3 mm de profundidad por 3 mm de ancho, con piedra 845kr iso 026 de grano medio y fino, bajo refrigeración acuosa. (Figura 2) Para realizar cada preparación se utilizó una piedra de un solo uso (Figura 3). Se utilizaron



FIGURA 1. Piezas dentarias colocadas y fijadas en la arcada para simular las condiciones clínicas.



FIGURA 2. Tallado de PPO (dos por cada pieza dentaria).



FIGURA 3. Preparación terminada.



FIGURA 7. Grupo III: ParaCore (Coltene) en un solo incremento.



FIGURA 4. Matriz seccional de acero Unimatrix empleada en el estudio.



FIGURA 8. Retiro de excesos y pulido de las restauraciones.



FIGURA 5. Grabado selectivo del esmalte.



FIGURA 6. Tratamiento del sustrato dentario con el sistema adhesivo universal Single Bond Universal 3M.

matrices seccionales de acero Unimatrix, cuña de madera y anillo de sujeción para adaptarlas a las paredes proximales (Figura 4), se realizó el grabado selectivo del esmalte (Figura 5), tratamos el sustrato dentario con el Sistema Adhesivo Universal Single Bond Universal 3M (Figura 6). Se fotopolimerizó, en modo alto/ 1200 mv/cm², con la unidad Grand Valo, Ultradent. Se dividieron al azar en tres grupos, 6 muestras cada uno: -Grupo I resina nanoparticulado Z 350 3M, en dos incrementos oblicuos inferiores a 2 mm y polimerizando cada uno 20 s, -Grupo II, resina Filtek Bulk Fill, 3M en un solo incremento, polimerizando 40 s. por cada cara de la restauración. -Grupo III, resina tipo Core, Paracore, Coltene en un solo incremento, polimerizando 40 s (Figura 7). por cada cara. Se siguieron los protocolos establecidos según fabricante. Se realizó el retiro de excesos y pulido de todas las restauraciones. (Figura 8). Se extrajeron las piezas intactas del modelo, se fijaron en silicona para inmovilizarlas (Figura 9) y poder escanear las restauraciones utilizando un micro tomógrafo (Bruker Skyscan 1272). Se cuantificó, en mm, los gaps de las paredes libre desde mesial a distal sobre los márgenes cavitarios (VG studio Max). (Figura 10). Fueron registrados los valores en tres puntos equidistantes, gingival, medio y oclusal de las paredes vestibular y palatino. Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante la prueba ANOVA seguida por comparaciones *post hoc* con la prueba Student Newman Keuls.



FIGURA 9. Piezas intactas extraídas del modelo y fijadas en silicona para inmovilizarlas.

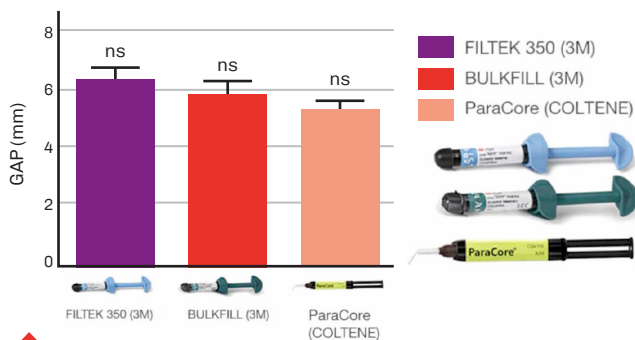


FIGURA 11. Comparación de gaps entre los tres grupos de estudio (media + DE).

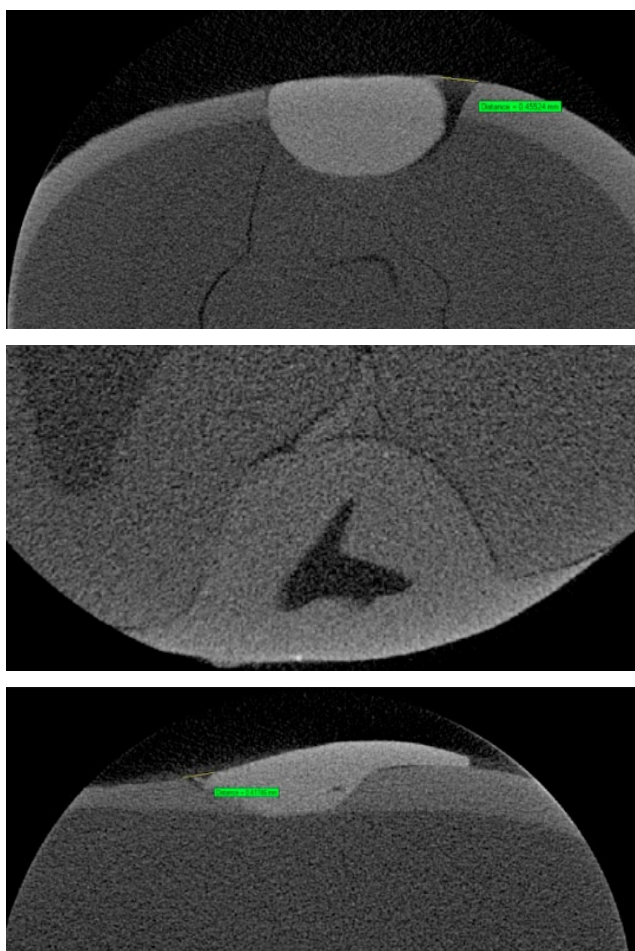


FIGURA 10. Cuantificación de los gaps (mm) de las paredes libres desde mesial a distal sobre los márgenes cavitarios (VGSTUDIO MAX).

RESULTADOS

La media de los gaps (mm) fue de 6.5 en el grupo I, 6.1 en el grupo II y 5.75 en el grupo III. Los desvíos estándar (DE) fueron 1, 1.14 y 0.61, respectivamente; y los errores estándar, 0.45, 0.51 y 0.25. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p > 0.05$) (Figura 11).

DISCUSIÓN

El presente estudio intentó comprobar si existe alguna diferencia entre las distintas técnicas restauradoras en cuanto a la adaptación de composite a nivel marginal en cajas proximales de lesiones clase II de Black. Se promovió simular las condiciones clínicas operatorias para realizar cada restauración. Si bien es imposible igualar las condiciones de la cavidad bucal se trató de simular la posición en el arco dentario como la apariencia clínica empleando los fantasmas preclínicos, proporcionados por la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires en la Cátedra de Preclínica de Odontología Restauradora.

En el presente estudio, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos analizados. Sí se observó en todos los grupos presencia de espacios en todas las muestras más allá de la técnica restauradora utilizada, en promedio, 6.11 mm de desadaptación sin importar el material utilizado.

El margen gingival de las restauraciones de clase II de Black es el más susceptible a la recurrencia de caries y también el lugar donde se presentan más desadaptaciones y espacios. (Patras et al, 2013).

En la mayoría de las muestras y en todos los grupos se observó exceso de material. Obviamente, esta cantidad de material también es motivo de preocupación ya que puede generar desadaptaciones en la restauración, que según se ha documentado promueven la acumulación de alimentos, problemas periodontales y caries recurrentes en un postoperatorio mediato. (Lang et al., 1983).

La técnica de observación de las muestras presentada en este estudio se encuentra en creciente uso. Se utiliza ampliamente en odontología en las diversas áreas disciplinares como la endodoncia, periodoncia,

operatoria e implantología. La principal ventaja del empleo de microtomógrafo radica en que no es necesario el corte ni la destrucción de la muestra pudiendo recuperar la misma y de esa forma evitar la posibilidad de la distorsión que podría conllevar en las mediciones.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este trabajo, podemos aducir que no se ha observado una presencia significativa de brecha marginal en mm sobre la pared libre, tanto vestibular como palatina, de la caja proximal en PPO restauradas con resinas directas. Es necesario efectuar, sin embargo, más estudios con mayor cantidad de muestras para poder profundizar el conocimiento sobre la técnica más adecuada para la restitución de la pared proximal y gingival de lesiones clases II de Black.

REFERENCIAS

- Agarwal, R. S., Hiremath, H., Agarwal, J., y Garg, A. (2015). Evaluation of cervical marginal and internal adaptation using newer bulk fill composites: an in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 18(1), 56–61. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.148897>
- Bae, E. J., Kim, J. H., Kim, W. C., y Kim, H. Y. (2014). Bond and fracture strength of metal-ceramic restorations formed by selective laser sintering. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 6(4), 266–271. <https://doi.org/10.4047/jap.2014.6.4.266>
- Behery, H., El-Mowafy, O., El-Badrawy, W., Nabih, S., y Saleh, B. (2018). Gingival microleakage of class II bulk-fill composite resin restorations. *Dental and Medical Problems*, 55(4), 383–388. <https://doi.org/10.17219/dmp/99264>
- Deb, S., Di Silvio, L., Mackler, H. E., y Millar, B. J. (2011). Pre-warming of dental composites. *Dental Materials*, 27(4), e51–e59. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.11.009>
- Dietschi, D., Duc, O., Krejci, I., y Sadan, A. (2007). Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature--Part 1. *Quintessence International*, 38(9), 733–743. <https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/839901>
- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite—state of the art. *Dental Materials*, 27(1), 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>
- Frankenberger, R., Hehn, J., Hajtó, J., Krämer, N., Naumann, M., Koch, A., y Roggendorf, M. J. (2013). Effect of proximal box elevation with resin composite on marginal quality of ceramic inlays in vitro. *Clinical Oral Investigations*, 17(1), 177–183. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0677-5>
- Fronza, B. M., Rueggeberg, F. A., Braga, R. R., Mogilevych, B., Soares, L. E., Martin, A. A., Ambrosano, G., y Giannini, M. (2015). Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dental Materials*, 31(12), 1542–1551. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.10.001>
- Fugolin, A. P. P., y Pfeifer, C. S. (2017). New resins for dental composites. *Journal of Dental Research*, 96(10), 1085–1091. <https://doi.org/10.1177/0022034517720658>
- Lang, N. P., Kiel, R. A., y Anderhalden, K. (1983). Clinical and microbiological effects of subgingival restorations with overhanging or clinically perfect margins. *Journal of Clinical Periodontology*, 10(6), 563–578. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1983.tb01295.x>
- Magne, P., y Belser, U. (2003). *Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach*. Quintessence Publishing.
- Manhart, J., Chen, H. Y., y Hickel, R. (2013). Clinical performance of direct composite restorations for treatment of carious and non-carious cervical lesions: 3-year results. *Clinical Oral Investigations*, 17(5), 1481–1489. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0838-6>
- Mjör, I. A. (1997). Selection of restorative materials in general dental practice in Sweden. *Acta Odontologica Scandinavica*, 55(1), 53–57. <https://doi.org/10.3109/00016359709091942>
- Opdam, N. J., van de Sande, F. H., Bronkhorst, E., Cenci, M. S., Bottenberg, P., Pallesen, U., Gaengler, P., Lindberg, A., Huysmans, M. C., y van Dijken, J. W. (2014). Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Research*, 93(10), 943–949. <https://doi.org/10.1177/0022034514544217>
- Patras, M., y Doukoudakis, S. (2013). Class II composite restorations and proximal concavities: Clinical implications and management. *Operative Dentistry*, 38(2), 119–124. <https://doi.org/10.2341/11-224-T>

Sampaio, C. S., Barbosa, J. M., Cáceres, E., Rigo, L. C., Coelho, P. G., Bonfante, E. A., y Hirata, R. (2017). Volumetric shrinkage and film thickness of cementation materials for veneers: An in vitro 3D microcomputed tomography analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(6), 784–791. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.09.013>

Sarrett, D. C. (2005). Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dental Materials*, 21(1), 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.10.001>

Tsukada, G., Tanaka, T., Kajihara, T., Torii, M., y Suzuki, K. (2006). Film thickness and fluidity of various luting cements determined using a trial indentation meter. *Dental Materials*, 22(2), 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.04.014>

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Dirección para correspondencia

Cátedra de Preclínica de Odontología Restauradora
Facultad de Odontología
Universidad de Buenos Aires
Marcelo T. de Alvear 2142
Piso 12 Sector A
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1122AAH
silvia.zaiden@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 4.0

