

## Modelo BRAN-RS para la enseñanza de la conductometría electrónica sin verificación radiográfica a alumnos de licenciatura: estudio piloto.

### *BRAN-RS model for teaching electronic root canal length measurement without X-ray confirmation by undergraduate students: A pilot study.*

Norberto J Broon,\* Rocío Stefany Padilla Delgado,\*\* Analí Torres Camarena,\*\* Álvaro Cruz\*\*\*

#### RESUMEN

**Propósito:** Demostrar la ejecución de la conductometría electrónica sin verificación radiográfica con el modelo BRAN-RS por dos alumnas de licenciatura en odontología. **Material y métodos:** Se emplearon dos molares naturales, de los cuales se utilizaron seis conductos permeables (cuatro mesiales y dos distales); el localizador de foramen apical Raypex 6, tipodonto de acrílico y alginato. Los dientes se incluyeron en el espacio de los molares, que se abocardó y relleno con alginato. Se insertó el clip labial por debajo del tipodonto. Una cavidad de acceso fue realizada en cada molar, se determinó la entrada de los conductos y se amplió con fresa Gates-Glidden número 4. Con el dispositivo Raypex conectado, se introdujo gentilmente en cada conducto una lima tipo K número 15 o 20, cerrándose el circuito con el sujetador de limas. La posición de la lima en el foramen se observó en la pantalla, que se indica por medio de la barra y punto rojos. La lima fue reajustada en las dos primeras barras amarillas y se fijó con resina fotopolimerizable. Los molares fueron retirados del alginato, se diafanizaron y evaluaron con microscopio clínico a 16X para confirmar la longitud de trabajo. **Resultados:** La posición de la lima respecto al foramen apical en los seis conductos fue precisa al 100%. **Conclusión:** El modelo BRAN-RS es fácil de realizar, preciso, y puede utilizarse por alumnos de licenciatura en la práctica preclínica de conductometría.

**Palabras clave:** BRAN-RS, conductometría electrónica, Raypex ®6.

#### ABSTRACT

**Purpose:** To demonstrate how two undergraduate students perform electronic root canal measurement without X-ray confirmation using the BRAN-RS model. **Material and methods:** Six permeable root canals (4 mesial and 2 distal) from two natural molars; Raypex® 6 electronic apex locator; acrylic typodont; and alginate. The teeth were inserted in the molar space, which had been widened and filled with alginate. The lip clip was placed below the typodont. An access cavity was made in each molar and the entrance to the root canal located and widened using a number 4 Gates-Glidden drill. Once the Raypex® device was connected, a number 15 or 20 K-file was gently introduced into each canal and the measurement circuit closed using the file clip. The position of the file within the foramen was shown on the screen in the form of a red bar and a red dot. The file was readjusted within the first two yellow bars and secured using a light-cured resin. The molars were removed from the alginate, then diaphonized and evaluated under a clinical microscope at 16X magnification to confirm the working length. **Results:** In the six root canals, the position of the file relative to the apical foramen was 100% accurate. **Conclusion:** The BRAN-RS model is accurate, easy to perform, and can be used by undergraduate students in the preclinical practice of root canal measurement.

**Key words:** BRAN-RS, electronic root-canal length measurement, Raypex ®6.

\* Profesor del Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Práctica privada en Endodoncia.

\*\* Egresada del Programa de Licenciatura en Odontología. Centro Universitario de Ciencias de la Salud.

\*\*\* Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, Profesor del Programa de Postgrado en Endodoncia. Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Práctica privada en Endodoncia.

Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., México.

Recibido: Noviembre 2014. Aceptado para publicación: Julio 2015.

## INTRODUCCIÓN

Los modelos de enseñanza en endodoncia a nivel pregrado requieren la práctica en figurados que simulen las condiciones clínicas, es decir, que permitan la transferencia de conocimientos y habilidades adquiridos en el laboratorio antes de realizar procedimientos en pacientes por primera vez. Es posible pensar que la calidad de la enseñanza preclínica en el tratamiento de

endodoncia tiene un impacto trascendental en el resultado del tratamiento endodóntico.<sup>1</sup>

Se han desarrollado diversos métodos de enseñanza, incluyendo el uso de cráneos humanos, mandíbulas bovinas y porcinas. En la práctica diaria preclínica es común el uso de dientes humanos extraídos, los cuales se pueden colocar en un modelo dental incrustado en una variedad de materiales y montar en una cabeza de maniquí para simular una situación clínica más realista. Estos modelos permiten llevar a cabo el tratamiento de conductos radiculares en todas las fases del mismo.<sup>2</sup>

En el tratamiento endodóntico, una de las fases más importantes es la longitud de trabajo, definida como la distancia entre un punto de referencia coronario y otro punto de referencia apical, espacio en que se llevan a cabo la limpieza y obturación del sistema de conductos radiculares. Esta fase del tratamiento reviste un aspecto trascendental y debe ser enseñada con un nivel de precisión óptimo, en virtud de que es el límite de los procedimientos endodónticos<sup>3</sup> y de ser realizado insatisfactoriamente, puede conducir a fracasos del tratamiento de conductos. Para este procedimiento, existe el método radiográfico de enseñanza universal en escuelas y facultades de odontología.<sup>4</sup>

El método electrónico fue propuesto por primera vez por Custer<sup>5</sup> en 1918 mediante el principio de conductividad eléctrica. Susuki<sup>6</sup> indicó en 1942 que la resistencia eléctrica entre un instrumento insertado en el conducto radicular instrumentado y un electrodo aplicado a la mucosa oral registraba valores constantes. A partir de este principio, Sunada<sup>7</sup> desarrolló en 1962 un dispositivo simple de corriente continua para medir la longitud del conducto. Posteriormente, se diseñaron equipos que utilizaron la impedancia en frecuencias simples o múltiples y que han venido superando los problemas que tuvieron los primeros aparatos.<sup>8,9</sup>

Con esta evolución en los localizadores de foramen para la práctica endodóntica, se abre la posibilidad de incorporar esta herramienta en la enseñanza preclínica de endodoncia; con ella pueden obtenerse resultados satisfactorios. El método electrónico para la obtención de la longitud de trabajo tiene ventajas sobre el radiográfico, ya que es más preciso, fácil, rápido y se evita la exposición a radiaciones ionizantes,<sup>4</sup> además de que se ha demostrado que existe una mayor precisión con la combinación de ambos métodos. La radiografía de diagnóstico proporciona una valiosa información acerca del número y posición de los conductos no detectados y su evaluación de la forma y curvatura.<sup>10</sup>

Para la enseñanza de la conductometría electrónica en la preclínica, se puede utilizar un modelo con tipodonto y

dientes naturales; sin embargo, a pesar de ser útil, requiere refinarse para tener mayores aplicaciones clínicas.<sup>11</sup> Por lo tanto, el propósito del presente trabajo es emplear el modelo BRAN-RS para la ejecución de la conductometría electrónica sin verificación radiográfica por dos alumnas de licenciatura en odontología; asimismo, proponer e incorporar esta metodología en los programas de estudio de la carrera de cirujano dentista de escuelas y facultades de odontología de México.

## MATERIAL Y MÉTODOS

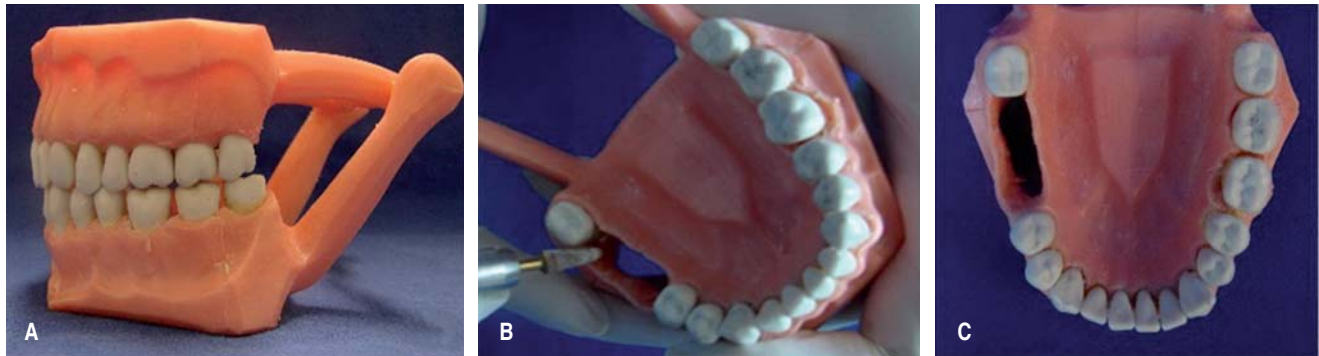
Se elaboró el modelo de enseñanza BRAN-RS para la ejecución de la conductometría electrónica sin verificación radiográfica. Para el desarrollo del presente trabajo participaron dos alumnas de licenciatura que recibieron un entrenamiento previo por un especialista en endodoncia para la ejecución de la conductometría electrónica. Se utilizaron dos molares inferiores de reciente extracción obtenidos del Servicio de Cirugía Bucal del Hospital Militar Regional de Guadalajara, Jalisco. Las características de los dientes empleados fueron que tuvieran conductos permeables, sin tratamiento endodóntico, con ápices cerrados y que no presentarían fractura radicular. Los dientes se mantuvieron con hipoclorito de sodio al 2.5% (Viarzoni-T, México) por 15 minutos para eliminar restos orgánicos, se lavaron en agua corriente y fueron secados para emplearlos en el modelo BRAN-RS.

### Técnica de elaboración del modelo BRAN-RS para la obtención de la longitud de trabajo

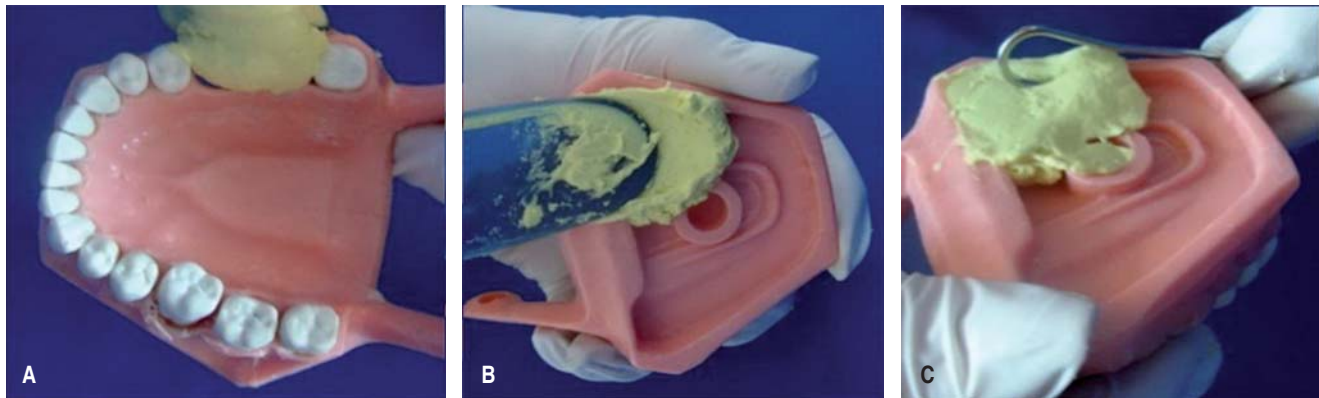
1. Se seleccionó un tipodonto de acrílico (Nacional, México, DF) y se removieron los molares inferiores del mismo. Con un fresón de carburo cilíndrico (DFS, Diamon, México, DF) se ensanchó el espacio de los molares en el tipodonto (*Figura 1*), ajustando los dientes, que fueron previamente medidos con regla milimétrica (Angelus, Londrina, Brasil).
2. Se preparó alginato (Tropicalgin-Zhermack, México, DF) siguiendo las indicaciones del fabricante y se relleno el espacio preparado en el tipodonto. En la parte inferior del espacio alveolar se colocó el clip labial del localizador Raypex 6 (VDW, Munich, Alemania) (*Figura 2*).
3. Se insertaron inmediatamente los dientes en el espacio ocupado por el alginato (Tropicalgin-Zhermack, México, DF), simulando las condiciones de un órgano en el espacio alveolar (*Figura 3*).

4. Los dientes se aislaron con dique de hule (MDC, Zapopan, México) y grapa número W8A (Hygenic, México, DF) para molares inferiores, para evitar alguna interferencia eléctrica. Con pieza de alta velocidad

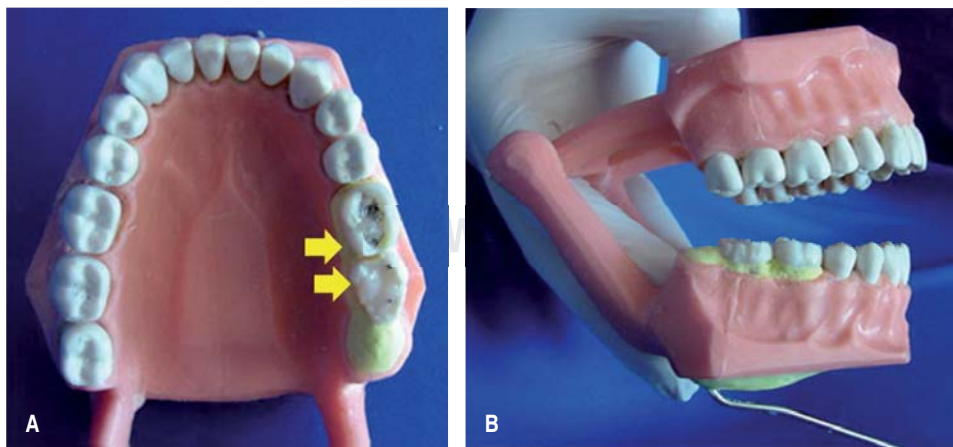
(NSK, Kanuma, Japón) y fresa de bola de carburo número 4 (SS White, Lakewood, USA) se realizó la cavidad de acceso y los conductos fueron localizados con el explorador DG-16 (Hu-Friedy, México, DF).



**Figura 1.** Tipodonto (A). Abocardado con fresón (B). Espacio para molares naturales (C).



**Figura 2.** Relleno con alginato (A y B). Inserción de clip labial (C).



**Figura 3.**

Molares inmersos en alginato (A). Modelo BRAN-RS terminado (B).

5. Con alta velocidad, se realizó un desgaste horizontal con fresa de diamante (SS White, Lakewood, USA) en la porción coronal del diente, con el objeto de establecer un punto de referencia coronal. Se eliminó la interferencia de la entrada de los conductos con fresa Gates-Glidden número 4 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza).
6. Con hipoclorito de sodio al 5.25% (Viarzoni-T, Viadern, México, DF), jeringa hipodérmica (Plastipak, México, DF) y aguja monoject (Kendall, México, DF) se irrigaron y aspiraron los conductos radiculares. Por medio de sensación táctil, se introdujo gentilmente una lima tipo K (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza) número 10, 15 o la que se ajustara a la anatomía del conducto. Una vez detectado el foramen apical, se ajustó el tope de silicón en el punto de referencia coronal.
7. El localizador de foramen Raypex 6 (VDW, Munich, Alemania) se conectó a la corriente eléctrica y, con el clip labial, a la mucosa bucal del paciente; se acopló el sujetalimas al instrumento endodóntico (lima tipo K) en posición; se verificó que la pantalla del localizador

indicara «foramen apical», corroborado por el llenado de la barra y punto rojos, la posición de la lima tipo K (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suiza). Se reajustó en las dos primeras barras amarillas, ya que se considera que el instrumento se encuentra a 0.5 mm del foramen apical (Figura 4); este procedimiento se repitió para los seis conductos.

8. Una vez obtenida la longitud de trabajo de los tres conductos en cada molar, se fijaron con acrílico autopolimerizable (MDC, Zapopan, México) para asegurar la inmovilidad y evitar se desplazaran de su posición; posteriormente, se cortó el mango de las limas en ambos molares y los dientes se retiraron del tipodonto de plástico.
9. Con el propósito de comprobar la longitud de trabajo, los dientes fueron diafanizados por medio de la técnica de ácido nítrico e inmersión en salicilato de metilo (Figura 5).<sup>12</sup>

Dos evaluadores participaron en el análisis de las muestras, que analizaron y observaron con microscopio clínico Opmi 99 a 1.6X (Carl-Zeiss, México).

Los dos evaluadores se calibraron para determinar la posición precisa de la lima respecto al foramen apical, considerando los criterios siguientes: largo: la punta de la lima se encontró fuera del foramen apical, corto: la punta de la lima se encontró antes, aceptable: la punta de la lima se encontró entre -0.5 y +0.5 mm. Todos los valores fueron registrados en una hoja de recolección de información.

## RESULTADOS

El porcentaje promedio de la longitud de trabajo electrónica realizada por alumnas de licenciatura en odon-

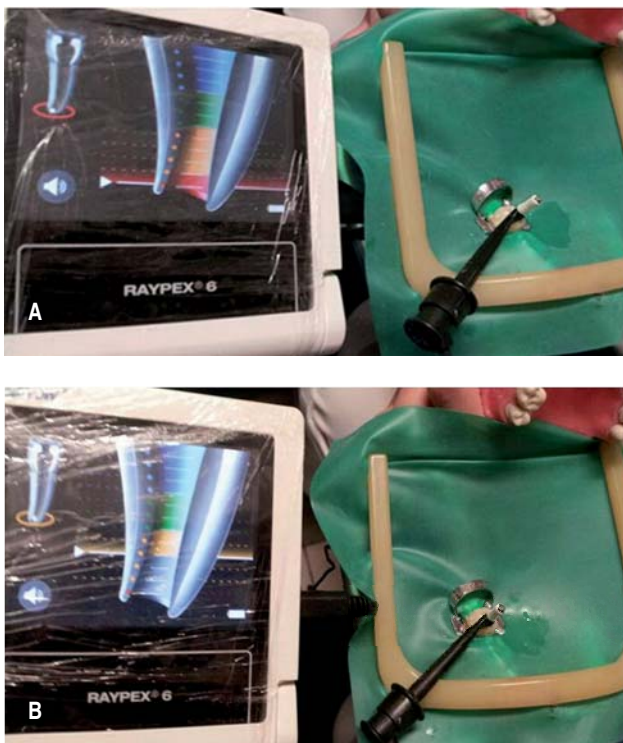


Figura 4. Localización del foramen en la barra roja (A). Reajuste de la lima en las dos barras amarillas (B).



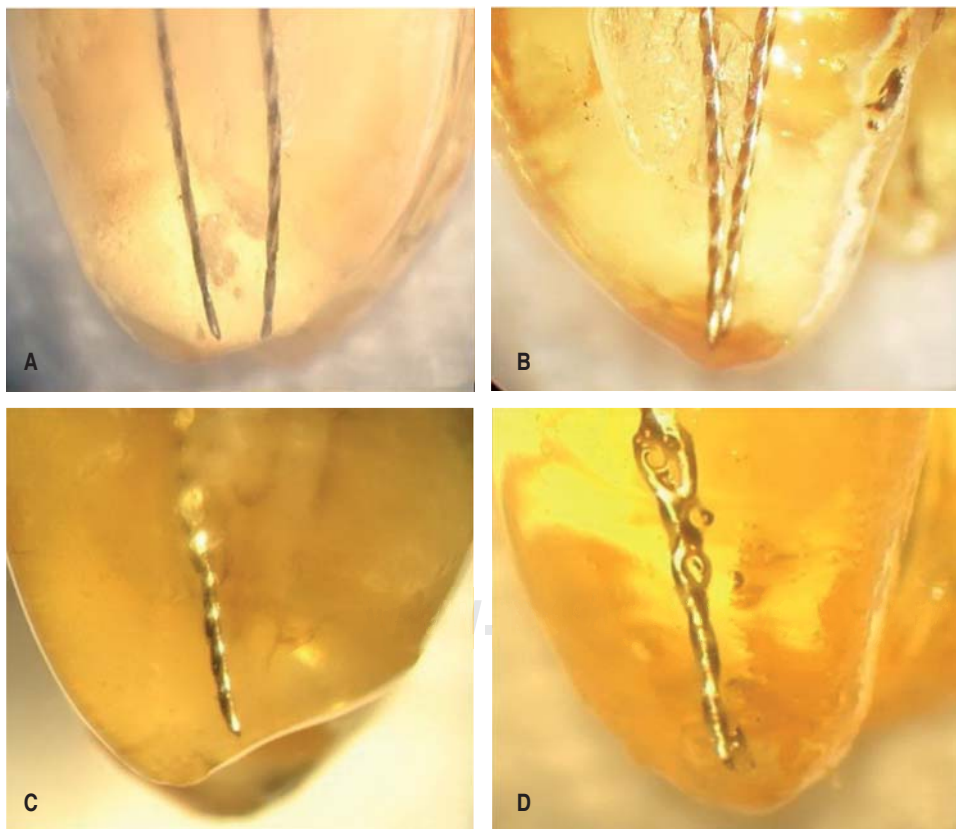
Figura 5. Diafanización de los molares inferiores.

tología con Raypex 6 fue aceptable en 100% de los seis conductos, en los cuales se estableció que la longitud de trabajo electrónica con el modelo de enseñanza BRAN-RS fue precisa y de utilidad para la enseñanza preclínica. En la *figura 6* se aprecian los conductos mesiales y distal de los molares diafanizados, donde la posición de la lima respecto al foramen está entre  $-0.5$  y  $+0.5$  mm.

### DISCUSIÓN

En el tratamiento endodóntico se emplea comúnmente la técnica radiográfica para realizar la conductometría.<sup>13,14</sup> Asimismo, para la enseñanza preclínica, se utiliza la conductometría radiográfica en las escuelas y facultades de odontología debido a que es una técnica confiable, fácil de realizar. Sin embargo, presenta en pacientes algunas desventajas, como superposición de imágenes y distorsiones debido a la influencia de factores anatómicos y la variabilidad de valores empleados para definir la distancia del ápice anatómico y la constricción apical,<sup>10</sup> así como los inherentes a la toma radiográfica, tiempo de exposición, revelado<sup>4</sup> y escala de tonos grises en caso de imágenes digitales.

La evolución de los localizadores electrónicos de foramen ha permitido que se utilicen en la enseñanza de la endodoncia en escuelas de odontología. Qualtrough y colaboradores<sup>15</sup> mostraron su aceptación y empleo en más del 20% de las escuelas europeas, escandinavas y norteamericanas. En el Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara (CUCS-UDG), se emplea la conductometría radiográfica en preclínica con el modelo de tipodonto de plástico desde hace muchos años. De ahí la necesidad de evolucionar hacia el método electrónico. Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue demostrar la ejecución de la conductometría electrónica sin verificación radiográfica con el modelo BRAN-RS para alumnos de licenciatura en odontología. Este modelo de enseñanza BRAN-RS simula condiciones clínicas con fines didácticos y tiene como propósito la enseñanza realista, permite la práctica del estudiante en preclínica, así como la adecuada determinación de la longitud de trabajo electrónica de los conductos radiculares; en clínica, permitirá un efecto positivo al emplear dispositivos precisos para el tratamiento endodóntico.



**Figura 6.**

Posición de las limas en los molares diafanizados, mesiales en A y B. distales en C y D.

Los actuales dispositivos electrónicos de cuarta generación son confiables en exactitud y precisión para obtener la conductometría electrónica,<sup>16-24</sup> inclusive sin verificación radiográfica.<sup>25</sup> Además, con el empleo de los localizadores electrónicos de foramen se reduce el tiempo de trabajo clínico y se evita la exposición a los rayos X,<sup>26-28</sup> por lo que es de gran utilidad en pacientes embarazadas, pediátricos y los que presentan reflejo nauseoso o macroglosia.<sup>17</sup> El dispositivo empleado en este trabajo fue el Raypex 6, siguiendo las recomendaciones del fabricante;<sup>29</sup> sin embargo, se realizó sin tomar una radiografía que verificara la posición del foramen, como lo realizaron Broon y su grupo<sup>25</sup> en cinco dientes de individuos en quienes realizaron el tratamiento endodóntico con dos radiografías (diagnóstica y final).

La fabricación del modelo BRAN-RS es muy sencilla y no se invierte en ella demasiado tiempo (una a dos horas); por tanto, es fácil de realizar por los alumnos de licenciatura. Sin embargo, para el desarrollo de la práctica de la conductometría, es necesario tener o realizar al mismo tiempo la abertura coronaria y desgastes compensatorios. En otro modelo propuesto,<sup>1</sup> el tiempo de fabricación se mantiene dentro de los límites y su elaboración toma menos de una hora; concluido el tratamiento endodóntico, el modelo puede emplearse para técnicas de retratamiento. Una vez realizada la conductometría electrónica con el modelo BRAN-RS, el alginato se deshidratará y endurecerá, lo que permite mantener los dientes en el tipodonto para realizar el tratamiento endodóntico.

Katz y colegas<sup>30</sup> elaboraron un modelo simple para la enseñanza de la longitud electrónica, mostrando la posibilidad de comparar localizadores electrónicos de foramen. Utilizaron una caja de plástico contenida de alginato, en donde introdujeron el clip labial del dispositivo electrónico y el diente para la medición. A pesar de que los localizadores electrónicos de foramen se han utilizado en estudios de laboratorio,<sup>1</sup> no se han adoptado en la enseñanza preclínica de alumnos de licenciatura.<sup>31-33</sup>

Tinaz y su equipo<sup>9</sup> propusieron un modelo en el cual se empleó alginato para incluir los dientes y demostrar su aplicación en la enseñanza preclínica; sin embargo, cuando el diámetro del foramen es más grande que 0.45 mm y el alginato gelificó después de 28 horas, las mediciones estuvieron más allá del ápice. Esta desventaja hace que la enseñanza preclínica con el uso de localizadores de foramen sea un modelo difícil, aunque el alginato muestra una mayor precisión comparado con otros medios.<sup>9</sup> Considerando la duración del curso de endodoncia, el alginato apical tiene que ser reemplazado repetidamente,<sup>31,34</sup> sin embargo, si se realiza la conductometría electrónica en

una sola sesión con el modelo BRAN-RS, no se tiene que reemplazar, los dientes pueden permanecer en el modelo hasta que el alginato se deshidrate y endurezca, lo que permitirá la fijación de los dientes en el tipodonto para realizar el tratamiento de conductos en todo el semestre del curso de endodoncia en el CUCS-UDG.

Se han desarrollado diversos modelos para la enseñanza del tratamiento endodóntico en el laboratorio; en la mayoría se utilizan bloques de resina epóxica, dentina artificial, dientes naturales extraídos y montados en una variedad de materiales.<sup>35,36</sup>

En el modelo BRAN-RS se utilizó alginato debido a que es el material más común,<sup>37-41</sup> sin embargo, se emplea también el agar,<sup>42,43</sup> solución salina e, incluso, gelatina.<sup>44</sup>

Por lo anterior, se destaca que el modelo que simula la situación clínica<sup>1</sup> permite el uso de los localizadores de foramen para la medición electrónica y verificación radiográfica, pero en el modelo BRAN-RS se empleó alginato como medio de inclusión para los dientes, se logró la localización precisa del foramen y de la zona CDC sin verificación radiográfica.

La elaboración del modelo de enseñanza BRAN-RS para realizar la longitud de trabajo electrónica en dientes naturales humanos extraídos representa un avance en la realización de la conductometría electrónica. Es factible de ser utilizado en las prácticas de laboratorio de endodoncia del Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara con el propósito de emplear esta fase técnica del tratamiento endodóntico por medios electrónicos, con precisión, efectividad y un efecto positivo en la enseñanza del tratamiento endodóntico.

## CONCLUSIÓN

El método electrónico para determinar la longitud de trabajo en endodoncia es preciso, y con la actual evolución de los dispositivos, ha incrementado su uso en preclínica y clínica de endodoncia.

El modelo de enseñanza BRAN-RS es fácil de realizar, económico y confiable para la enseñanza preclínica de alumnos de pregrado.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Tchorz JP, Hellwig E, Altenburger MJ. An improved model for teaching use of electronic apex locators. *Int Endod J.* 2012; 45: 307-310.
2. Nattress BR, Manogue M, Carmichael F. A model for the teaching of clinical techniques in root canal treatment. *Int Endod J.* 1997; 30: 343-346.
3. Ramos CAS, Bramante CM. *Odontometría: fundamentos e técnicas.* São Paulo, Brasil: Ed. Santos; 2005.

4. Brunton PA, Abdeen D, Macfarlane TV. The effect of an apex locator on exposure to radiation during endodontic therapy. *J Endod.* 2002; 28: 524-526.
5. Custer LE. Exact methods of locating the apical foramen. *J Natl Dent Assoc.* 1918; 5: 815-819.
6. Suzuki K. Experimental study of iontoforesis. *Japanese J Stomatol.* 1942; 16: 411-429.
7. Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. *J Dent Res.* 1962; 41: 375-387.
8. ElAyouti A, Dima E, Ohmer J et al. Consistency of apex locator function: a clinical study. *J Endod.* 2009; 35: 179-181.
9. Tinaz AC, AlacamT, Topuz O. A simple model to demonstrate the electronic apex locator. *Int Endod J.* 2002; 35: 940-945.
10. Dummer PHM, McGinn JH, Ress DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J.* 1984; 17: 192-198.
11. Kersten HW, ten Cate JM, Exterkate RA, Moorer WR, Thoden van Velzen SK. A standardized leakage test with curved root canals in artificial dentine. *Int Endod J.* 1988; 21: 191-199.
12. Chegüe-Vargas N, Cervantes-Amador F, Moreno-Castillo EN, Espinosa-Reyes I, Bautista-Pastrana MC. Técnica de diafanización en dientes humanos extraídos como material para el conocimiento del sistema de conductos radiculares. *Med Oral.* 2007; 3: 78-80.
13. Bjørndal L, Reit C. The adoption of new endodontic technology amongst Danish general dental practitioners. *Int Endod J.* 2005; 38: 52-58.
14. Lee M, Winkler J, Hartwell G, Stewart J, Caine R. Current trends in endodontic practice: emergency treatments and technological armamentarium. *J Endod.* 2009; 35: 35-39.
15. Qualtrough AJ, Whitworth JM, Dummer PM. Preclinical endodontology: an international comparison. *Int Endod J.* 1999; 32: 406-414.
16. Padilla-Delgado RS, Torres-Camarena A. Modelo BRAN-RS de enseñanza de la conductometría electrónica para alumnos de licenciatura del CUCS. México: Universidad de Guadalajara; 2014.
17. Gordon MPJ, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J.* 2004; 37: 425-437.
18. Miletic V, Beljic-Ivanovic K, Ivanovic V. Clinical reproducibility of three electronic apex locators. *Int Endod J.* 2011; 44: 769-776.
19. Stöber EK, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Vera J, Bueno R, Roig M. An evaluation of root ZX and iPex apex locators: an *in vivo* study. *J Endod.* 2011; 37: 608-610.
20. Stöber EK et al. Evaluation of the Raypex 5 and the mini apex locator: an *in vivo* study. *J Endod.* 2011; 37: 1349-1352.
21. Piasecki L, Carneiro E, Fariniuk LF, Westphalen VPD, Fiorentin MA, Silva-Neto UX. Accuracy of Root ZX II in locating foramen in teeth with apical periodontitis: an *in vivo* study. *J Endod.* 2011; 37: 1213-1216.
22. Duran-Sindreu F et al. Comparison of *in vivo* and *in vitro* readings when testing the accuracy of the Root ZX apex locator. *J Endod.* 2012; 38: 236-239.
23. Alothmani OS, Friedlander LT, Monteith BD, Chandler NP. Influence of clinical experience on the radiographic determination of endodontic working length. *Int Endod J.* 2013; 46: 211-216.
24. Saatchi M, Aminozarbian MG, Hasheminia SM, Mortaheb A. Influence of apical periodontitis on the accuracy of 3 electronic root canal length measurement devices: an *in vivo* study. *J Endod.* 2014; 40: 355-359.
25. Broon NJ, Cruz A, Palafox-Sánchez CA, Andaracua-García S, García-Herverth BR, Ayón-García R. Root canal treatment with electronic conductometry without radiographic trans-operative verification: report of five cases. *Dental Press Endod.* 2015; 5: 73-77.
26. Saad AY, al-Nazhan S. Radiation dose reduction during endodontic therapy: a new technique combining an apex locator (Root ZX) and a digital imaging system (RadioVisioGraphy). *J Endod.* 2000; 26: 144-147.
27. Ravanshad S, Alireza A, Anvar J. Effect of working length measurement by electronic apex locator or radiography on the accuracy of working final length: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2010; 36: 1753-1756.
28. Kara AY, Gerek M. Effect of working length measurement by electronic apex locator or digital radiography on postoperative pain: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2014; 40: 38-41.
29. Manual Raypex 6. Manual de instrucciones. VDW. Munich, Alemania: 2011; pp. 108-132.
30. Katz A, Kaufman AY, Szajkis S. An *in vitro* model for testing the accuracy of apex locators. *Revue Francaise D'endodontie.* 1992; 11: 67.
31. Baldi JV, Victorino FR, Bernardes RA, Moraes IG, Bramante CM, García RB et al. Influence of embedding media on the assessment of electronic apex locators. *J Endod.* 2007; 33: 476-479.
32. Stoll R, Klein UB. Effectiveness of four electronic apex locators to determine distance from the apical foramen. *Int Endod J.* 2010; 43: 808-817.
33. Vieyra JP, Acosta J, Mondaca JM. Comparison of working length determination with radiographs and two electronic apex locators. *Int Endod J.* 2010; 43: 16-20.
34. Chen E, Kaing S, Mohan H, Ting SY, Wu J, Parashos P. An *ex vivo* comparison of electronic apex locator teaching models. *J Endod.* 2011; 37: 1147-1151.
35. Kahn H. A pre-clinical dentec for teaching endodontic procedures. *J Endod.* 1993; 9: 506-509.
36. Jackson AP, Tidmarsh BG. Simulation models for teaching endodontic surgical procedures. *Int Endod J.* 1993; 26: 198-200.
37. D'Assuncao FL, de Albuquerque DS, de Queiroz-Ferreira LC. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an *in vitro* study. *J Endod.* 2006; 32: 560-562.
38. Herrera M, Abalos C, Planas AJ, Llamas R. Influence of apical constriction diameter on Root ZX apex locator precision. *J Endod.* 2007; 33: 995-998.
39. Plotino G, Grande NM, Brigante L, Lesti B, Somma F. *Ex vivo* accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, elements diagnostic unit, apex locator and ProPex. *Int Endod J.* 2006; 39: 408-414.
40. Lucena-Martin C, Robles-Gijon V, Ferrer-Luque CM, de Mondelo JM. *In vitro* evaluation of the accuracy of three electronic apex locators. *J Endod.* 2004; 30: 231-233.
41. Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. *Ex vivo* evaluation of the ability of four different electronic apex locators to determine the working length in teeth with various foramen diameters. *Aus Dent J.* 2006; 51: 258-262.
42. Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. An *in vitro* evaluation of the accuracy of dentaport ZX apex locator in enlarged root canals. *Aust Dent J.* 2007; 52: 193-197.
43. Goldberg F, De Silvio A, Manfre S, Natri N. *In vitro* measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. *J Endod.* 2002; 28: 461-463.
44. Jenkins J, Walker W, Schindler W, Flores C. An *in vitro* evaluation of the accuracy of the root ZX in the presence of various irrigants. *J Endod.* 2001; 27: 209-211.

Correspondencia:

**Dr. Norberto Juárez Broon. DDS, MS**  
 Centro Universitario de Ciencias de la Salud.  
 Sierra Mojada Núm. 950, Colonia Independencia,  
 Guadalajara, Jalisco, México.  
 E-mail: endobr1@hotmail.com