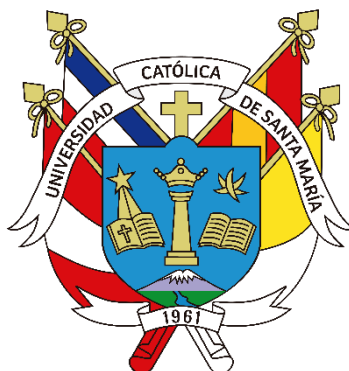


**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Odontología**  
**Escuela Profesional de Odontología**



**Eficacia in vitro de los localizadores apicales DPEX III y E-PEX PRO en la  
determinación de la longitud de trabajo en premolares inferiores  
unirradiculares, Arequipa 2023**

Tesis presentada por la Bachiller:

**Condori Roque, Marilyn Noelia**

**ORCID: 0009-0007-0486-1405**

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor:

**Dr. Zevallos Chávez, Marco Antonio**

**ORCID: 0000-0002-5927-3826**

Arequipa – Perú

2024

UCSM-ERP

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## ODONTOLOGIA

### TITULACIÓN CON TESIS

#### DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 15 de Julio del 2024

**Dictamen: 010868-C-EPO-2024**

Visto el borrador del expediente 010868, presentado por:

**2019204172 - CONDORI ROQUE MARILYN NOELIA**

Titulado:

**EFICACIA IN VITRO DE LOS LOCALIZADORES APICALES DPEX III Y E-PEX PRO EN LA  
DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO EN PREMOLARES INFERIORES  
UNIRRADICULARES, AREQUIPA 2023**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**CIRUJANO DENTISTA**

**29242362 - GALLEGOS VARGAS HERBERT MARIO  
DICTAMINADOR**



**44601950 - ALVARADO GOMEZ ALBERTO ARMANDO  
DICTAMINADOR**



**70006155 - CASTRO NUÑEZ GABRIELA MARIANA  
DICTAMINADOR**



# Eficacia in vitro de los localizadores apicales DPEX III y E-PEX PRO en la determinación de la longitud de trabajo en premolares inferiores unirradiculares, Arequipa 2023

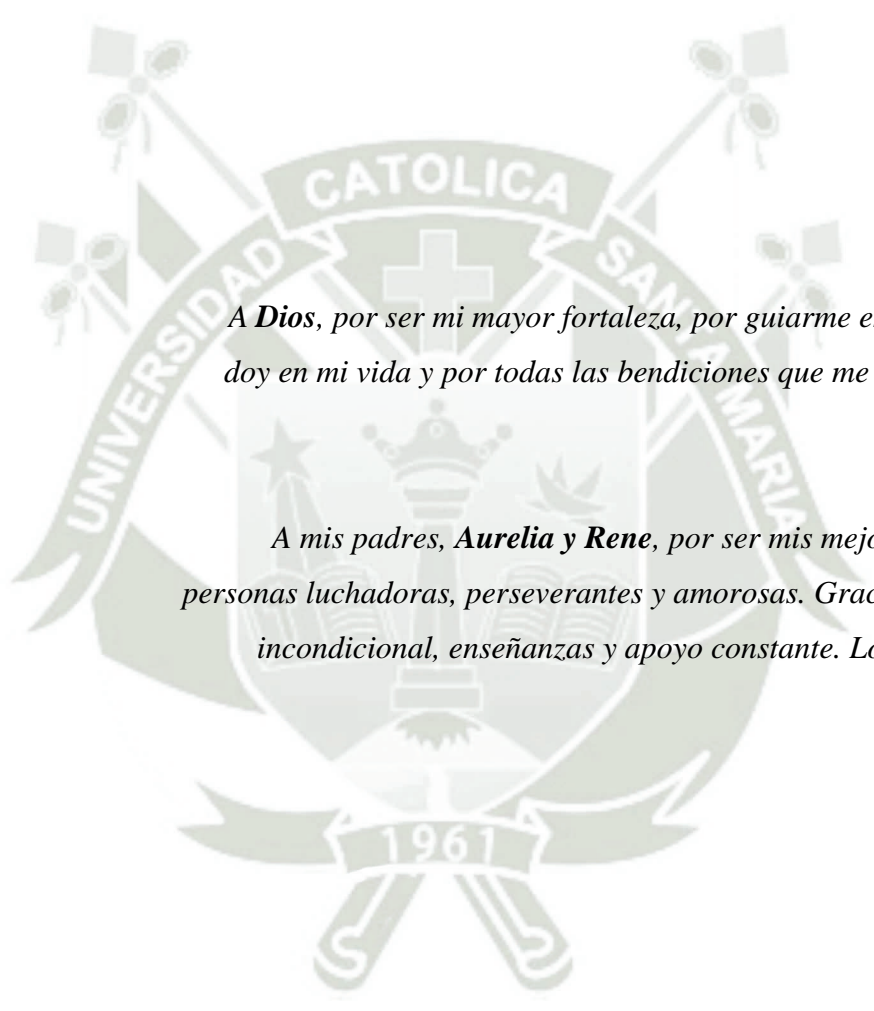
## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María	9%
	Trabajo del estudiante	
2	tesis.ucsm.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
3	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	
4	repository.usta.edu.co	2%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.ucsm.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
6	www.revistarandupoty.com	1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.uap.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
8	eprints.uanl.mx	1%
	Fuente de Internet	

## DEDICATORIA



*A Dios, por ser mi mayor fortaleza, por guiarme en cada paso que doy en mi vida y por todas las bendiciones que me da a lo largo de ella.*

*A mis padres, Aurelia y Rene, por ser mis mejores ejemplos de personas luchadoras, perseverantes y amorosas. Gracias por su amor incondicional, enseñanzas y apoyo constante. Los amo y admiro infinitamente.*

## AGRADECIMIENTO

*A mis padres, **Aurelia y Rene**, por ser los pilares de mi vida y siempre creer en mí, incluso las veces en la que yo no lo hacía. Gracias por ser los excelentes padres que son, por impulsarme a ser mejor como persona y profesional cada día y por los valores y principios inculcados. Mi gratitud y amor hacia ustedes es imposible de expresar con palabras.*

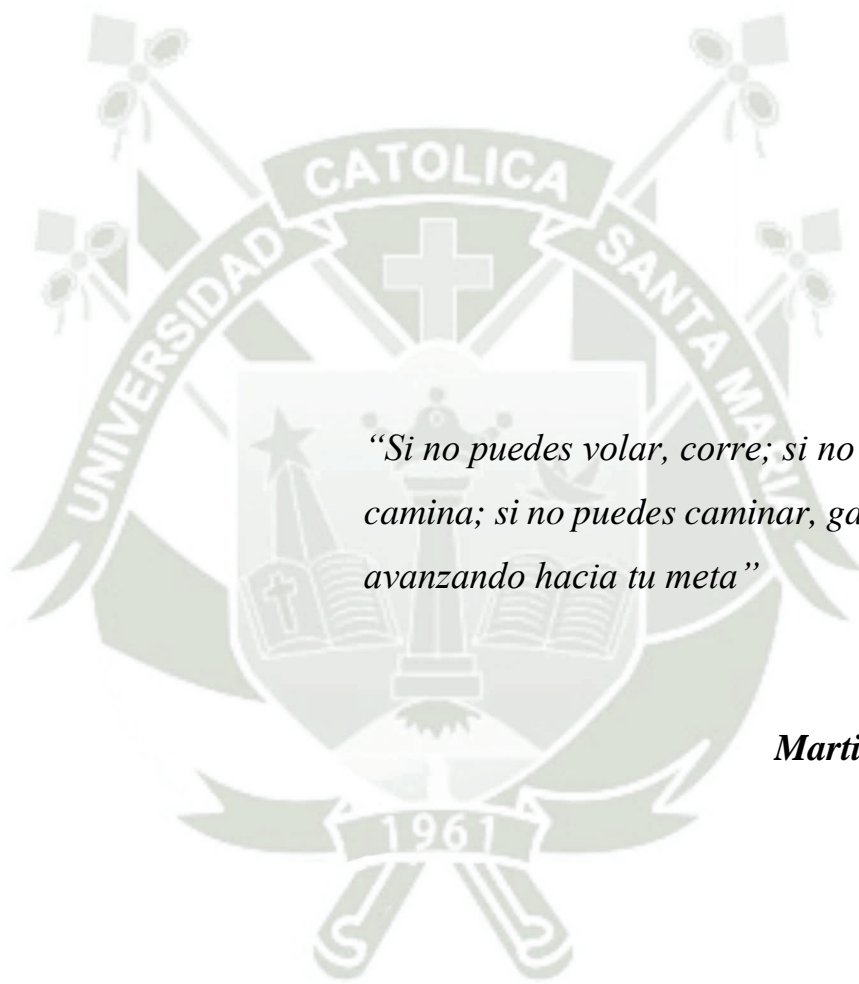
*A mi persona, **Marilyn**, por nunca rendirse, por siempre ser una mejor versión de sí misma cada día y por dar lo mejor de sí en cada proyecto que se le presenta. Gracias por el trabajo duro y por ser la increíble persona que es.*

*A mi hermana **Gabriela**, por siempre escucharme, apoyarme y alentarme en todo momento. Sin su paciencia y compañía, este camino no hubiera sido tan llevadero.*

*A todos los **docentes** que han formado parte de mi trayectoria universitaria, por compartir conmigo los conocimientos necesarios para desenvolverme en esta bonita carrera y por siempre impulsarnos a ser unos buenos profesionales de la salud.*

*A la **Universidad Católica de Santa María**, por ofrecerme una educación de excelencia y proporcionarme las herramientas necesarias para convertirme en una gran profesional.*

## EPÍGRAFE



*“Si no puedes volar, corre; si no puedes correr,  
camina; si no puedes caminar, gatea, pero sigue  
avanzando hacia tu meta”*

*Martin Luther King*

## RESUMEN

El éxito de la endodoncia comprende la limpieza, desinfección y obturación del sistema de conductos; siendo el valor de la longitud de trabajo determinante para su alcance. En las últimas décadas, el método electrónico ha emergido como el más exacto para hallar tal medida.

El propósito del presente trabajo de investigación fue comparar la eficacia de los localizadores apicales DPEX III y E-PEX PRO en la determinación de la longitud de trabajo.

El estudio se realizó con 15 premolares inferiores unirradiculares, donde se obtuvo, en primer lugar, la longitud real del conducto mediante el método de inspección visual directa. Posterior a ello, se determinó la longitud de trabajo de cada pieza dentaria con los localizadores DPEX III y E-PEX PRO. Todas las medidas fueron halladas mediante un calibrador digital y cada una de ellas, fueron registradas cuidadosamente en una ficha de observación directa.

Finalmente, se procedió a comparar los valores obtenidos de ambos localizadores con la medida preliminar (constricción) y junto al análisis estadístico que posteriormente se realizó, se llegó a la conclusión de que, dentro de los criterios establecidos previamente, el localizador electrónico DPEX III mostró mayor precisión en la localización de la constricción apical en comparación con el localizador E-PEX PRO.

**Palabras clave:** Localizador Apical Electrónico, Longitud de trabajo, Constricción apical.

## ABSTRACT

The success of endodontics involves cleaning, disinfection and obturation of the root canal system; the value of the working length is a determining factor for its success. In recent decades, the electronic method has emerged as the most accurate method for determining this measurement.

The purpose of this research work was to compare the effectiveness of the DPEX III and E-PEX PRO apical locators in determining the working length.

The study was carried out with 15 single-rooted lower premolars, where, first of all, the actual length of the canal was obtained by direct visual inspection method. After that, the working length of each tooth was determined with the DPEX III and E-PEX PRO locators. All measurements were found using a digital caliper and each of them were carefully recorded on a direct observation sheet.

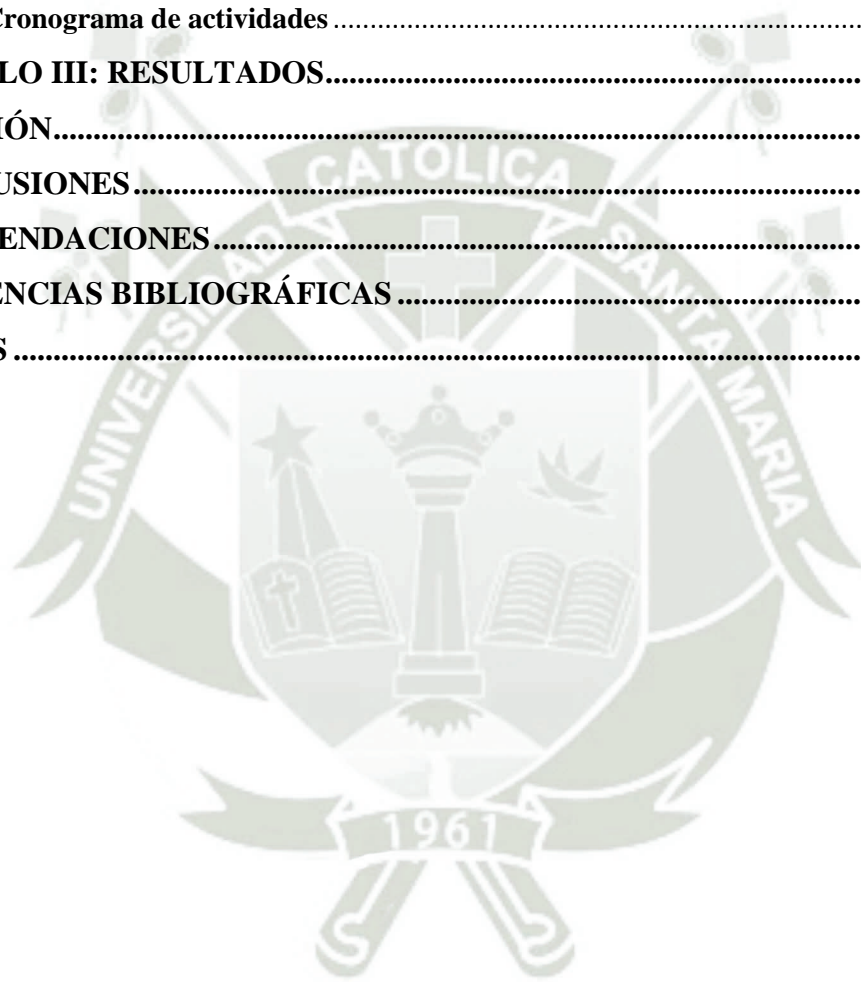
Finally, the values obtained from both locators were compared with the preliminary measurement (constriction) and together with the statistical analysis that was subsequently carried out, it was concluded that, within the previously established criteria, the electronic locator DPEX III showed greater accuracy in localizing the apical constriction compared to the E-PEX PRO locator.

**Keywords:** Electronic Apical Locator, Working length, Apical constriction.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>EPÍGRAFE</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>2</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
1.1. Determinación del problema .....	3
1.2. Enunciado .....	3
1.3. Descripción del problema .....	4
1.4. Justificación.....	6
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>9</b>
3.1. Conceptos básicos .....	9
3.1.1. La anatomía apical.....	9
3.1.2. Longitud de Trabajo.....	11
3.1.3 Localizadores apicales .....	13
3.1.4 Localizador apical: DPEX III .....	19
3.1.5 Localizador apical: E-PEX PRO .....	20
3.2. Revisión de antecedentes investigativos.....	20
<b>4. HIPÓTESIS</b> .....	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL</b> .....	<b>27</b>
<b>1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN</b> .....	<b>28</b>
1.1. Técnicas .....	28
1.2. Instrumentos .....	30
1.3. Materiales de verificación .....	32
<b>2. CAMPO DE VERIFICACIÓN</b> .....	<b>33</b>
2.1. Ámbito .....	33
2.2. Temporalidad.....	33
2.3. Unidades de estudio .....	33
<b>3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	<b>34</b>

3.1. Organización .....	34
3.2. Recursos.....	34
<b>4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
4.1. Plan de procesamiento.....	35
4.2. Plan de análisis de los datos .....	35
4.3. Cronograma de actividades .....	36
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>53</b>



## INTRODUCCIÓN

El propósito fundamental de los tratamientos endodónticos es asegurar una limpieza, preparación y sellado efectivo de los conductos radiculares. La efectividad de estos tratamientos depende de determinar con exactitud la longitud de trabajo, aspecto crucial para una preparación biomecánica adecuada. Esta medida, se describe como la distancia entre un punto de referencia en la corona y otro en el ápice radicular de la pieza dental, generalmente ubicado en la constricción apical. (1)

Sin embargo, localizar la posición apical adecuada siempre ha representado un desafío constante en la endodoncia clínica. Los odontólogos se enfrentan a la dificultad de identificar y preparar con precisión esta "longitud de trabajo" para alcanzar el máximo éxito posible. (1) Las diferencias anatómicas de los ápices radiculares, dependiendo de la edad y tipo de diente, incrementan la complejidad de este proceso. (2)

En la actualidad, los localizadores apicales han ganado una creciente aceptación y confiabilidad en las consultas endodónticas. Estos dispositivos han avanzado notablemente, logrando mediciones más precisas de la longitud de trabajo, lo que permite prever con mayor certeza los resultados de la terapia endodóntica. La evolución y constante mejora de estos equipos desde mediados del siglo pasado, respaldados por numerosos estudios que confirman resultados positivos y confiables, han consolidado su importancia. (2)

En la endodoncia moderna, el uso de localizadores apicales es considerado fundamental. No solo son esenciales para determinar la longitud de trabajo, sino que también juegan un papel crucial en la detección de perforaciones y fracturas. Gracias a sus sistemas avanzados de multifrecuencia, permiten realizar mediciones en pulpas tanto vitales como necróticas, con o sin la presencia de soluciones dentro del conducto radicular. Este avance refleja la evolución continua de estos dispositivos. (2)

La finalidad de la presente investigación es evaluar y comparar la eficacia de los localizadores apicales E-PEX PRO y DPEX III en la determinación de la longitud de trabajo en primeros premolares inferiores extraídos. Los resultados de dicha comparación pueden contribuir a la literatura científica, proporcionando datos relevantes para futuros estudios y mejorando el conocimiento general sobre la eficacia de estos dispositivos endodónticos.



## 1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

### 1.1. Determinación del problema

Una de las etapas más importantes y críticas del tratamiento endodóntico es la conductometría. (2) Establecer con precisión la longitud de trabajo es un factor clave para el éxito del tratamiento, ya que la limpieza, conformación y obturación adecuados del sistema de conductos radiculares dependen de obtener esta medida con exactitud. (1)

El cálculo de la longitud de trabajo requiere precisión y destreza, y es fundamental emplear técnicas que proporcionan resultados precisos. Estas técnicas deben considerar los aspectos prácticos y las condiciones clínicas reales, como la presencia de restos de tejido pulpar e irrigantes. (2)

Actualmente, existen dispositivos electrónicos conocidos como localizadores apicales los cuales se considera que satisfacen estos requisitos. (1) Aunque estos aparatos, como el DPEX III, utilizado en el Centro Odontológico de la UCSM, han ganado popularidad por ofrecer mediciones precisas, es necesario e interesante evaluar su eficacia comparándolo con otro localizador, como el E-PEX PRO, un dispositivo de buena reputación. (3) Estos tipos de comparaciones permitirán determinar cuál es más efectivo, con el fin de garantizar que los estudiantes y profesionales utilicen herramientas de alta calidad en el Centro Odontológico, trayendo consigo beneficios como disminución en el tiempo de trabajo y el dolor postoperatorio.

Por tal motivo, esta investigación busca evaluar y comparar la eficacia de los localizadores apicales E-PEX PRO y DPEX III en la determinación de la longitud de trabajo en primeros premolares inferiores extraídos.

### 1.2. Enunciado

“Eficacia in vitro de los localizadores apicales DPEX III y E-PEX PRO en la determinación de la longitud de trabajo en premolares inferiores unirradiculares, Arequipa 2023”.

### 1.3. Descripción del problema

#### 1.3.1. Área del conocimiento

- Área general: Ciencias de la Salud
- Área específica: Odontología
- Especialidad: Endodoncia
- Línea: Conductometría

#### 1.3.2. Operacionalización de variables

Variable	Indicadores	Valores
VD: Longitud de trabajo	Localizador apical electrónico DPEX III	Expresión milimétrica (mm)
	Localizador apical electrónico E-PEX PRO	Expresión milimétrica (mm)
VI: Longitud Real del diente	Observación visual	Expresión milimétrica (mm)

### 1.3.3. Interrogantes básicas

- ¿Cuál es la precisión in vitro del Localizador Apical Electrónico “E-PEX PRO” en la determinación de la Longitud de trabajo en premolares inferiores unirradiculares?
- ¿Cuál es la precisión in vitro del Localizador Apical Electrónico “DPEX III” en la determinación de la Longitud de trabajo en premolares inferiores unirradiculares?
- ¿Cuál Localizador Apical Electrónico es más preciso en la determinación de la longitud de trabajo en premolares inferiores unirradiculares?

### 1.3.4. Taxonomía de la investigación

ABORDAJE	TIPO DE ESTUDIO					DISEÑO	NIVEL
	Por la técnica de recolección	Por el tipo de datos que se planifica recoger	Por el número de mediciones de la variable	Por el número de muestras o poblaciones	Por el ámbito de recolección		
<i>Cuantitativo</i>	<i>Cuasiexperimental</i>	<i>Prospectivo</i>	<i>Transversal</i>	<i>Comparativo</i>	<i>Laboratorial</i>	<i>Cuasiexperimental</i>	<i>Comparativo</i>

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Relevancia científica**

Esta investigación pretende contribuir a los tratamientos endodónticos ya que comprobaremos la precisión brindada por los localizadores apicales, para mejorar la práctica clínica, proporcionar una base sólida para estudios futuros, contribuir a la educación y formación de profesionales y mejorar la seguridad del paciente.

### **1.4.2. Relevancia social**

Al evaluar el rendimiento del localizador apical DPEX III, el cual es utilizado en el Centro Odontológico de la UCSM, aseguraremos que los estudiantes y profesionales están utilizando herramientas de alta calidad. Si se encuentra que el otro dispositivo es más eficaz, la universidad puede considerar actualizar su equipo, lo que beneficiará la educación y formación de los estudiantes.

Por otro lado, el localizador apical E-PEX PRO, que está siendo comparado con el localizador apical DPEX III, parece ser de buena procedencia basándonos en la reputación de la marca, las características del dispositivo y su viabilidad, dado que se disponía de esta marca de localizador apical. Compararlo con el otro dispositivo puede ayudar a determinar su competitividad en el mercado.

Asimismo, los hallazgos de esta comparación contribuirán a que la población en general se beneficie significativamente por la calidad y eficacia que tendrán los tratamientos endodónticos gracias a la mejor selección que el profesional realizará al usar estos instrumentos electrónicos, aumentando la seguridad y satisfacción de los pacientes tratados.

### **1.4.3. Factibilidad**

Esta investigación es viable debido al contexto de recopilación de datos, recursos, presupuesto, literatura y un conocimiento metodológico.

#### 1.4.4. Interés personal

Esta investigación me permitirá enriquecer mis conocimientos en el ámbito de la endodoncia y actualizarme para trabajar de la mano de manera adecuada y fructífera con la tecnología. Asimismo, conseguiré el título profesional de cirujano dentista gracias a este dedicado trabajo.



## 2. OBJETIVOS

### Objetivo general

Comparar la precisión in vitro de los localizadores apicales E-PEX PRO y DPEX III en la determinación de la longitud de trabajo en premolares inferiores unirradiculares.

### Objetivos específicos

1. Evaluar la precisión in vitro del localizador apical E-PEX PRO en la determinación de la longitud de trabajo en premolares inferiores unirradiculares.
2. Evaluar la precisión in vitro del localizador apical DPEX III en la determinación de la longitud de trabajo en premolares inferiores unirradiculares.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Conceptos básicos

##### 3.1.1. La anatomía apical

El extremo de la raíz es una estructura anatómica compleja con específicos puntos de referencia. Estas referencias son cruciales para definir el límite de trabajo adecuado. Asimismo, se considera que los 3 mm apicales del conducto radicular son la zona más importante. (4)

Según Kuttler (3), el extremo apical consta de:

- 1) Ápice anatómico
- 2) Agujero/Foramen apical
- 3) Constricción apical
- 4) Unión cementodentina.

##### 3.1.1.1 Ápice anatómico y radiográfico

El ápice anatómico es la estructura anatómica más apical del diente; es el punto donde el haz neurovascular ingresa a la raíz. La punta o extremo de la raíz, identificada tanto morfológica como radiográficamente se denomina ápice anatómico y radiográfico, respectivamente. (5)

##### 3.1.1.2 Agujero apical mayor / Foramen apical

Según Kuttler (6), el agujero apical se describe como el borde circular o redondeado, similar a un embudo o cráter, que marca la diferencia entre el final del canal cementante y la superficie exterior de la raíz.

También señaló que hasta el 80% de los dientes presentaban una desviación en el agujero apical, mientras que Levy y Watt (7) reportaron una desviación del 66,4%. Esta desviación, con mayor frecuencia, se ha asociado con el envejecimiento, la acumulación de cemento y el tipo de diente. (8)

La distancia promedio entre el agujero mayor y el ápice anatómico de la raíz fue de 0,59 mm. (7)

### 3.1.1.3 Constricción apical / Agujero apical menor

La constricción apical, si se encuentra, es el área más angosta del conducto radicular, con el menor diámetro para el flujo sanguíneo. (9) Preparar hasta este punto, resulta en una herida pequeña y condiciones de curación óptimas. (10) Su ubicación varía significativamente de una raíz a otra y su relación con el límite CDC (cemento-dentina-conducto) también presenta variaciones debido a la naturaleza irregular del CDC. (11)

La distancia entre la constricción apical y el agujero apical mayor oscila entre 0,4-1,2 mm, mientras que su ubicación en relación con el ápice radicular varía entre 0,5-1,01 mm. (12)

En promedio, se encuentra entre 0,5 y 1,0 mm por debajo del ápice radiográfico, aunque puede haber una considerable discrepancia en términos de ubicación entre los dos puntos de referencia. (13)

A pesar de que la constricción apical puede presentar una variación morfológica considerable entre los dientes, es un punto de referencia anatómico consistente (14) y el más práctico de usar al finalizar una preparación de conducto radicular, en comparación con el CDC. Por ello, Kuttler (8) recomendó que todos los procedimientos de endodoncia deben terminar a 0,5 mm del agujero apical, ya que se considera el punto más cercano a la constricción apical.

### 3.1.1.4 Unión cemento-dentina-conducto (CDC)

La unión CDC y la constricción menor no son lo mismo. (15) En esta unión, la raíz, la dentina y el cemento se encuentran en el conducto. La CDC se considera el punto donde termina el sistema de conductos radiculares (RCS)

y comienza el periodonto, es decir, el espacio que conecta el tejido pulpar y periodontal. (9)

Este punto representa el límite apical ideal para el tratamiento radicular, ya que habría un contacto mínimo entre un instrumento endodóntico y los tejidos perirradiculares. (16) Esto minimizaría cualquier trauma mecánico al ligamento periodontal durante la preparación endodóntica. (17)

Sin embargo, la CDC es un punto de referencia estrictamente histológico e imposible de localizar clínicamente. Además, es muy irregular pudiendo estar, en algunos casos, hasta 3 mm más alto en una pared del RCS en comparación con la pared opuesta. Por lo tanto, no es práctico utilizarla como punto de referencia al finalizar la preparación u obturación del conducto radicular. (16)

El CDC se encuentra coronal al agujero apical por al menos 0.3 mm, mientras que la distancia máxima reportada entre el CDC y el ápice de la raíz es de 2.5 mm. (17)

### **3.1.2. Longitud de Trabajo**

#### **3.1.2.1 Concepto**

Se define como la distancia medida desde un punto de referencia en la corona hasta el límite apical del conducto radicular, donde debe terminar la preparación y obturación del mismo. (18)

Diferentes autores sugieren diversos puntos finales. Llegar hasta el agujero apical a veces puede sobrepasar el límite, causando una instrumentación excesiva o un llenado excesivo del espacio pulpar. Aunque hay diferentes opiniones sobre el CDC como punto final, la unión CDC es un tema controvertido porque solo se identifica histológicamente y no morfológicamente. Por lo tanto, un punto que se encuentre entre estos dos puntos de referencia debe considerarse como la longitud de trabajo óptima, es decir, la constricción apical. (19)

La constricción apical es la parte más estrecha del canal, se puede identificar fácilmente por morfología y muchos autores han defendido que tener la longitud de trabajo hasta la constricción apical ha mostrado un mejor pronóstico en los tratamientos realizados. Terminar en este punto daría como resultado el menor daño tisular y, en consecuencia, se necesitaría una mínima reparación. (19) De igual manera, las directrices de calidad de la Sociedad Europea de Endodoncia (2006) recomiendan determinar la longitud de trabajo lo más cercana posible a la constricción apical (CA). (20) La respuesta histológica más favorable en la región periapical se observó cuando la instrumentación y el llenado terminaban a nivel de la CA. (11)

Se recomienda que todos los procedimientos de conducto radicular terminen 0,5 mm antes del foramen apical, ya que este punto se considera el más cercano a la CA. Asimismo, para permanecer cerca de la CA, se recomienda un rango de 0,5 a 1,5 mm por debajo del ápice radiográfico como longitud de trabajo adecuada, dependiendo de la raíz específica que se esté tratando. (21)

Las investigaciones epidemiológicas han señalado que el mejor pronóstico se logra cuando la obturación se encuentra a no más de 2 mm del ápice radiográfico. (11)

### 3.1.2.2 Métodos para determinar la longitud de trabajo

Para identificar el foramen apical y establecer la longitud de trabajo, las técnicas convencionales incluyen el uso de puntos de referencia anatómicos, un entendimiento detallado de la morfología dental, percepción táctil, detección de sangre en una punta de papel absorbente, radiografías y dispositivos electrónicos. (22)

Aunque la sensación táctil es útil en profesionales experimentados, puede conducir a errores. Las radiografías preoperatorias presentan ciertas limitaciones, ya que solo brindan una vista bidimensional de una estructura tridimensional, además de requerir exposiciones repetidas tanto para el

paciente como para el odontólogo. Este método es demandante en tiempo y, a veces, difícil de interpretar. (23)

Los localizadores electrónicos de ápice (LEA) se han consolidado como la herramienta principal para medir la longitud de trabajo. Este dispositivo localiza el foramen apical y establece la medición interna del diente (conductometría), basándose en el uso del cuerpo de la persona para cerrar el circuito eléctrico. (24)

### **3.1.3 Localizadores apicales**

#### **3.1.3.1 Evolución histórica**

Custer (25) fue el pionero en investigar un método electrónico para medir la longitud radicular en 1918. Posteriormente, en 1942, Suzuki retomó esta idea, estudiando el paso de corriente continua en dientes de especímenes caninos. Suzuki (25) observó valores constantes en la resistencia eléctrica entre un instrumento colocado en el conducto radicular y un electrodo en la mucosa oral, y propuso que esto podría ser usado para determinar la longitud del conducto.

En 1962, Sunada (25) aplicó estos principios para desarrollar el primer dispositivo electrónico sencillo que empleaba corriente continua para medir la longitud del conducto. Este dispositivo se basaba en la premisa de que la resistencia eléctrica de la mucosa oral y el periodonto era de 6,0 k $\Omega$  en cualquier parte del periodonto, sin importar la edad, forma o tipo de dientes del individuo.

#### **3.1.3.2 Cinemática del método electrónico**

El ligamento periodontal actúa como conductor de corriente eléctrica, mientras que el cemento y la dentina funcionan como aislantes. A medida que una lima se aproxima al ápice, la resistencia entre la punta del instrumento y

la región apical del conducto disminuye debido a la longitud del material resistivo (dentina, fluido, tejido) dentro del conducto radicular. (14)

A lo largo de los años, se ha demostrado que estos dispositivos funcionan de diversas maneras, incluyendo resistencia, oscilación de baja frecuencia, alta frecuencia o capacitancia, gradiente de voltaje, dos frecuencias, diferencia de impedancia, relación de impedancia y multifrecuencia, aunque algunos métodos aún son desconocidos. (14)

Todos los dispositivos electrónicos para la localización apical (LEA) operan empleando el cuerpo humano para cerrar el circuito eléctrico. Un extremo del circuito se conecta a la mucosa bucal a través de un gancho labial, mientras que el otro se une a la lima endodóntica. El circuito se completa cuando la lima se introduce en el conducto radicular y avanza hacia el ápice hasta que la punta del instrumento hace contacto con el periodonto a través del foramen apical. (24)

### **3.1.3.3 Partes**

El localizador apical electrónico está compuesto principalmente por:

- a) Gancho labial.
- b) Sujetador para la lima.
- c) Dispositivo en sí.
- d) Cable que une estos tres componentes. (22)

### **3.1.3.4 Clasificación según generaciones de los localizadores apicales**

#### **3.1.3.4.1 Localizadores apicales electrónicos de Primera Generación**

Se fundamentaron en el principio de resistencia eléctrica, utilizando dos electrodos: uno conectado al instrumento que se introduce en el conducto radicular y otro colocado en la mucosa bucal, entre estos electrodos se determinaba una corriente continua de bajo amperaje. (26)

En 1969 se desarrolló el dispositivo Root Canal Meter, que empleaba resistencia y corriente alterna con una frecuencia de onda sinusoidal de 150 Hz. Este método provocaba molestias en los pacientes debido a las intensas corrientes. Posteriormente, se optimizó y se comercializó bajo los nombres Endodontic Meter y Endodontic Meter SII. Adicionales a ellos, se incluían el Dentometer y el Endoradar. Sin embargo, estos aparatos resultaron ser menos fiables que las radiografías, ya que a menudo sus lecturas eran notablemente más largas o más cortas que la longitud de trabajo deseada. (22)

#### **3.1.3.4.2 Localizadores apicales electrónicos de Segunda Generación**

Son del tipo de impedancia de frecuencia única y funcionan basándose en el principio de que existe una impedancia eléctrica a través de la pared del conducto radicular debido a la presencia de dentina transparente. Esta impedancia, compuesta de resistencia y capacitancia, presenta una traza de amplitud sinusoidal. La impedancia eléctrica del diente aumenta a través de las paredes del conducto radicular, siendo mayor en la región apical que en la coronal. En la CDC, el nivel de impedancia disminuye dramáticamente. (27)

Una desventaja significativa de estos dispositivos era que los materiales electroconductores provocaban lecturas inexactas. Para obtener una lectura precisa, el conducto radicular debía estar libre de dichos materiales. (9) Además de ello, requerían calibración y cálculos complicados, utilizaban sondas recubiertas en lugar de instrumentos endodónticos normales, no ofrecían lecturas digitales y eran difíciles de operar. (28) Las fundas presentaban problemas porque no entraban en canales estrechos, podían desprenderse por fricción y se veían afectadas por el tratamiento en autoclave. (25)

En 1971, Inoue introdujo una modificación en el método de medición al desarrollar un dispositivo con un sistema de lectura acústica que utilizaba una oscilación de baja frecuencia para producir sonido, denominándolo Sono-Explorer. Posteriormente, presentó su versión mejorada, el Neosono-D. (28)

En 1979, Hasegawa revolucionó el campo con un enfoque electrónico que utilizaba impedancia y trabajaba a una frecuencia elevada de 400 kHz. Su dispositivo más emblemático fue el Endocater, aunque no logró la precisión suficiente para reemplazar las radiografías. Durante ese período, también surgieron el Apex Finder, el Endo Analyzer y las versiones I, II y III del Digipex. (22)

#### **3.1.3.4.3 Localizadores apicales electrónicos de Tercera Generación**

Esta generación presenta similitudes con los de segunda generación, pero utilizan múltiples frecuencias para medir la distancia entre un instrumento endodóntico y el extremo del conducto. Estas unidades están equipadas con microprocesadores avanzados, capaces de realizar los cálculos matemáticos y algoritmos necesarios para ofrecer lecturas precisas. (27)

A principios de la década de 1990, se introdujeron dispositivos que utilizan tecnología más avanzada para medir la diferencia en impedancia entre dos frecuencias o el rango entre dos niveles de impedancia eléctrica. Un destacado ejemplo de esta generación es el Root ZX, al igual que el Apit, que también se conoce como Endex. (22)

#### **3.1.3.4.4 Localizadores apicales electrónicos de Cuarta Generación**

Estos localizadores apicales de tipo relación miden la impedancia en cinco frecuencias y están equipados con un probador de pulpa electrónico integrado. En vez de procesar los datos de impedancia mediante algoritmos matemáticos, estos dispositivos evalúan la resistencia y la capacitancia de manera separada y las contrastan con una base de datos para calcular la distancia hasta el ápice del conducto radicular. (27)

Una desventaja importante de estos dispositivos es que deben funcionar en canales relativamente secos o parcialmente secos y no son aplicables en presencia de abundante exudado o sangre. (27)

Entre los dispositivos de esta generación se encuentran el Bingo 1020, lanzado en 2002, así como el Propex, Raypex 4, Elements Diagnostic Unit, Root ZX II, Raypex 5, Raypex 6 e i-Pex. (22)

#### **3.1.3.4.5 Localizadores apicales electrónicos de Quinta Generación**

Para abordar los problemas asociados con las generaciones anteriores de localizadores de ápice, se ha desarrollado un nuevo método de medición basado en la comparación de datos obtenidos de las características eléctricas del canal y procesamiento matemático adicional. Así surgió esta quinta generación.

Los localizadores de ápices de nueva generación se desarrollaron en 2003 como la serie E-magic Finder. Esos dispositivos miden la capacitancia y resistencia del circuito por separado y utilizan una tabla de diagnóstico que incluye estadísticas del archivo. Ofrecen la mayor precisión en cualquier condición (seco, húmedo, sangrante, solución salina, EDTA, NaOCl). (27)

Durante el trabajo clínico se observa que la precisión de la medición electrónica de la longitud del conducto radicular varía según el estado de la pulpa y la condición periapical. El dispositivo dispone de una lectura digital, una ilustración gráfica y una señal sonora. El probador de pulpa incorporado se puede utilizar para evaluar a la vitalidad de los dientes. (26)

#### **3.1.3.5 Indicaciones**

- En situaciones de tratamiento endodóntico de rutina.
- En pacientes embarazadas.
- En situaciones donde los pacientes experimentan ansiedad por el vómito durante la radiografía o enfrentan dificultades para someterse al procedimiento, como en el caso de niños, personas con discapacidades o pacientes bajo sedación. (29)
- Para gestionar la superposición de estructuras anatómicas en la región apical durante el tratamiento endodóntico, tales como el proceso cigomático del maxilar, el piso de la fosa nasal, el seno maxilar, dientes implantados, torus, o el proceso malar, así como en casos de densidad ósea excesiva o patrones normales de hueso medular y cortical. (29)

- Cuando los conductos radiculares se superponen en el plano de incidencia de los rayos X, especialmente en la dirección vestibulolingual.
- En la identificación de perforaciones, fracturas y reabsorciones en las raíces dentales.
- Como una herramienta complementaria para establecer la longitud de trabajo durante la fase de limpieza y conformación de conductos curvos, en el marco de la conductometría dinámica. (29)

#### **3.1.3.6 Contraindicaciones**

- En situaciones de dientes con desarrollo apical incompleto o en presencia de un proceso avanzado de reabsorción apical o sobreinstrumentación, que se observa en la radiografía diagnóstica, donde la constricción apical puede estar alterada o incluso ausente. (29)
- En pacientes que llevan marcapasos cardíacos.
- En dientes que tienen prótesis o restauraciones metálicas. (29)

#### **3.1.3.7. Observaciones**

- Es fundamental evitar que la lima entre en contacto con la saliva o los tejidos bucales, ya que estos actúan como buenos conductores eléctricos.
- El conducto radicular debe mantenerse constantemente humedecido.
- Deficiencias en las restauraciones o la presencia de caries no proporcionan un aislamiento adecuado contra la corriente eléctrica. (29)
- El contacto del material restaurador metálico con la lima puede desviar la corriente eléctrica.
- En el retratamiento de conductos radiculares, es crucial eliminar completamente la gutapercha.
- Se recomienda comprobar regularmente el nivel de carga de la batería del equipo.
- Es esencial ajustar el dispositivo específicamente para cada paciente y cada conducto, especialmente en dientes multirradiculares. (30)

#### **3.1.3.8 Ventajas**

- La identificación electrónica del ápice es más rápida y sencilla que mediante técnicas radiográficas.
- El paciente no está expuesto a radiación.
- Se puede hacer su uso en cualquier etapa del procedimiento. (30)
- La medición de la longitud de trabajo resulta más precisa y consistente.
- Los localizadores de ápice pueden detectar perforaciones.
- Son herramientas muy útiles para diagnosticar fracturas radiculares.
- Al combinarse con la verificación radiográfica, se optimiza la precisión en la determinación de la longitud de trabajo. (30)

### 3.1.3.9 Desventajas

- Se requiere habilidad práctica para utilizar el dispositivo de manera óptima.
- En algunos casos, las lecturas pueden ser imprecisas, y la disfunción del aparato puede manifestarse con una escala de barras inestable o saltos irregulares entre mediciones, o cuando la lectura no se muestra completa. (30)
- Este dispositivo no debe usarse en pacientes con marcapasos.
- Puede verse afectada la lectura del dispositivo si existiera un tipo de obstrucción de los conductos.
- Durante los retratamientos, se debe remover todo el material que se encuentre en el canal, antes de usar el aparato, ya que la presencia de material residual puede llevar a mediciones incorrectas al simular una obliteración parcial o total del conducto. Además, los retratamientos tienen una mayor probabilidad de presentar obliteración de los conductos. (29)
- En casos de pulpitis agudas irreversibles, las mediciones obtenidas pueden ser inexactas. (30)

### 3.1.4 Localizador apical: DPEX III

Su fabricante es Guilin Woodpecker Medical Instrument Co. Hay dos marcas en WOODPECKER: WOODPECKER y DTE. El modelo es DPEXIII. (31)

#### 3.1.4.1 Características del aparato

- Dotado de una pantalla LCD nítida y luminosa, que presenta imágenes claras y colores vivos para mostrar la trayectoria del localizador (lima) con alta definición.
- Utiliza una tecnología avanzada de multifrecuencia para medir la impedancia en el ápice, con calibración automática que garantiza lecturas precisas.
- La batería es recargable, eliminando la necesidad de reemplazar las baterías de manera continua. (31)

### 3.1.5 Localizador apical: E-PEX PRO

Su fabricante es Eighteenth y el modelo E-PEX PRO. (37)

#### 3.1.5.1 Características del aparato

- Sistema avanzado de medición de red basada en múltiples frecuencias.
- Pantalla LCD de 3,5 pulgadas: visualización clara y luminosa con datos codificados por colores.
- Precisión elevada en la localización del foramen apical en conductos tanto secos como húmedos.
- Calibración automática: garantiza lecturas consistentes y exactas.
- El diseño y tamaño compacto facilitan un manejo cómodo y eficiente durante los procedimientos. (37)

## 3.2. Revisión de antecedentes investigativos

### 3.2.1. Antecedentes locales

**a. Título:** Eficacia in vitro de dos localizadores foraminales: Easy Apex y Miniapex en la localización de la unión cementodentina (U.C.D) en premolares inferiores unirradiculares, Arequipa, 2016

**Autor:** Iván Eduardo Echevarría Mikhaltchuk

**Fuente:** Echevarría I. Eficacia in vitro de dos localizadores foraminales: Easy Apex y Miniapex en la localización de la unión cementodentina (U.C.D) en premolares

inferiores unirradiculares, Arequipa, 2016” [Internet]. Universidad Católica de Santa María. 2016 [citado 1 enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/5489>

**Resumen:** El propósito de este estudio fue evaluar y comparar la precisión de las lecturas electrónicas de dos localizadores apicales de cuarta generación. La investigación se llevó a cabo en 23 premolares mandibulares recién extraídos, los cuales fueron higienizados y desinfectados con hipoclorito de sodio al 5% para remover residuos orgánicos, y luego conservados en frascos con solución salina para prevenir la desecación. (32)

El estudio se desarrolló en cuatro fases. En la primera, se llevó a cabo la apertura cameral utilizando fresas de alta velocidad y se alisó la superficie coronal para facilitar la colocación del cursor. (32)

Durante la segunda fase, se determinó la longitud real del conducto radicular. Se emplearon lupas de aumento de 5x para observar la salida de la lima a través del foramen mayor, tras lo cual se midió la distancia entre la punta de la lima y el tope de goma, previamente fijado con resina fluida, utilizando un calibrador digital milimétrico. A esta longitud se le restaron 0.5 mm para obtener la longitud correspondiente a la constricción apical. (32)

En la tercera etapa, cada premolar fue sumergido en alginato, que sirvió como medio para realizar la medición electrónica de la constricción apical. Ambos dispositivos fueron calibrados a 0.5 mm del foramen, y se fijó nuevamente el tope de goma con resina fluida para su posterior verificación con el calibrador digital. Cada medición fue repetida tres veces: dos por el operador y una por un asistente. (32)

En la última etapa, se confrontaron los valores obtenidos por ambos localizadores con la medición preliminar de la constricción. Los resultados indicaron que, dentro de los márgenes establecidos, el dispositivo Mini Apex presentó mayor precisión en la identificación de la unión cemento-dentina (UCD) en comparación con el Easy Apex. No obstante, el análisis estadístico mediante la prueba T de Student no evidenció

diferencias significativas entre ambos dispositivos, lo que sugiere que ambos localizadores son igualmente efectivos para detectar la UCD. (32)

### 3.2.2. Antecedentes nacionales

**a. Título:** Precisión de dos localizadores apicales en la determinación de la longitud de trabajo in vitro en dientes unirradiculares.

**Autor:** Lalangui Victor, Zapata Fiorella

**Fuente:** Lalangui V, Zapata F. Precisión de dos localizadores apicales en la determinación de la longitud de trabajo in vitro en dientes unirradiculares [Internet]. Universidad César Vallejo. 2022 [citado 1 enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105344>

**Resumen:** Este estudio tuvo como propósito evaluar la precisión de dos localizadores apicales para medir la longitud de trabajo en dientes con un único conducto radicular, utilizando un enfoque experimental y transversal in vitro. Se analizaron 58 dientes, y la longitud real del conducto se determinó mediante inspección visual directa. La longitud de trabajo se midió con los localizadores AirPex y Woodpex III, utilizando el sistema Protrain como herramienta innovadora y un calibrador digital para las mediciones. Los datos fueron registrados por el participante del laboratorio en una hoja de observación directa. Se observaron diferencias significativas entre los dos dispositivos. El promedio de las diferencias para el grupo Woodpex III en comparación con el grupo control fue de -0.1948, lo que resultó ser menor que el promedio de -0.35 para el grupo AirPex. Ambos valores negativos sugieren que los dispositivos midieron longitudes mayores que las determinadas visualmente. En conclusión, el Woodpex III demostró una mayor precisión. (33)

### 3.2.3. Antecedentes internacionales

**a. Título:** Comparación de la precisión de los localizadores de ápice electrónicos Dentaport ZX, Rotor y E-PEX PRO en dos condiciones clínicas simuladas: un estudio in vitro.

**Autor:** Malavika Mohan, Meenakshi R. Verma, Ashish K. Jain, Rahul D Rao , Priyanka Yadav y Sonal Agrawal.

**Fuente:** Mohan M, Verma MR, Jain AK, Rao RD, Yadav P, Agrawal S. Comparison of Accuracy of Dentaport ZX, Rotor and E-PEX PRO Electronic Apex Locators in Two Simulated Clinical Conditions: An In Vitro Study. J Conserv Dent. 2022 Jan-Feb;25(1):58-62. doi: 10.4103/jcd.jcd\_557\_21. Epub 2022 May 2. PMID: 35722068; PMCID: PMC9200183.

### Resumen

**Objetivo:** Evaluar la precisión en la medición de la longitud de trabajo (WL) utilizando Dentaport ZX, Rotor y un localizador de ápice electrónico (LEA) económico recientemente introducido, E-PEX PRO, en dos condiciones clínicas simuladas comunes (presencia de irrigante y sangre). (34)

**Materiales y Metodología:** Ochenta y ocho premolares de una sola raíz fueron asignados aleatoriamente a dos grupos según las condiciones clínicas simuladas: Grupo 1 con presencia de irrigante (5% NaOCl) y Grupo 2 con presencia de sangre. La WL se determinó con los tres LEA y luego se comparó con la longitud real (AL) del diente, medida con el sistema de inspección visual. La diferencia entre la longitud medida por los LEA y la AL se tabuló y analizó estadísticamente utilizando un análisis de varianza (ANOVA) de una vía con la prueba de Dunnett post hoc. Todas las pruebas se realizaron empleando contrastes bilaterales con un nivel alfa de 0.05, lo que corresponde a un intervalo de confianza del 95 %. El criterio para rechazar la hipótesis nula fue “ $P < 0.05$ ”. (34)

**Resultados:** La precisión de la medición con Dentaport ZX, Rotor y E-PEX PRO fue del 99,79 %, 99,69 % y 99,64 %, respectivamente, en el Grupo 1 y del 99,95 %, 99,7 % y 99,74 %, respectivamente, en el Grupo 2. ANOVA reveló que el valor de error medio es menor para Dentaport ZX, seguido de Rotor y luego E-PEX PRO LEA.

**Conclusión:** Dentaport ZX mostró mejores resultados tanto en presencia de NaOCl como de sangre, seguido de Rotor y E-PEX PRO LEA. (34)

**b. Título:** La precisión de dos localizadores de ápice electrónicos sobre el efecto del preflaring y el tamaño de la lima: un estudio in vitro

**Autor:** V. Saritha , H. Raghu , Twino H. Kumar , Señor Totad , Laxmikant Kamatagi ,y Prahlad A. Saraf.

**Fuente:** Saritha V, Raghu H, Kumar TH, Totad S, Kamatagi L, Saraf PA. The accuracy of two electronic apex locators on effect of preflaring and file size: An in vitro study.

J Conserv Dent. 2021 Jan-Feb;24(1):46-49. doi: 10.4103/JCD.JCD\_4\_19. Epub 2021 Jul 5. PMID: 34475679; PMCID: PMC8378484.

### Resumen

**Objetivo:** Este estudio se realizó para evaluar el efecto del preflaring y el tamaño del archivo en la precisión de los localizadores de ápice electrónicos (LEA) Root ZX y E-PEX Pro. (35)

**Materiales y métodos:** La longitud de trabajo se fijó a 1 mm antes del foramen apical en cuarenta premolares mandibulares extraídos. Los dientes se colocaron en un molde de alginato y dos examinadores realizaron las mediciones electrónicas utilizando limas K n.º 10, n.º 15 y n.º 20. Las limas se introdujeron en los conductos radiculares hasta que se observaron las señales "0.0" o "APEX" en el diodo emisor de luz o en las pantallas de visualización para los dispositivos E-PEX Pro y Root ZX, respectivamente, y luego se retiraron hasta la marca de 1.0. Las mediciones se repitieron después del preflaring utilizando los instrumentos S1 y SX Pro-Taper. Las diferencias medias entre la longitud real y los valores obtenidos electrónicamente se analizaron con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ . Los factores evaluados fueron "Precisión de los LEA", "tamaño de la lima" y "presencia de preflaring". (35)

**Resultados:** No se encontraron diferencias significativas en la precisión de los dos dispositivos EAL en comparación con las longitudes reales. Sin embargo, hubo una diferencia significativa con la lima K n.º 20 en cuanto al tamaño de la lima. El procedimiento de preflaring mejoró significativamente ( $P < 0,05$ ) la precisión de las mediciones para los dispositivos Root ZX y Epex Pro. (35)

**Conclusión:** Los LEA evaluados demostraron una precisión aceptable, y el procedimiento de preflaring mostró tener un impacto más significativo que el tamaño de la lima utilizada. (35)

**c. Título:** Efectividad de tres localizadores apicales electrónicos en la determinación del foramen apical en dientes unirradiculares in vitro.

**Autor:** Paola Guadalupe Segovia Cáceres, Claudia Liliana Soto Godoy

**Fuente:** Segovia Cáceres PG, Soto Godoy CL. Efectividad de tres localizadores apicales electrónicos en la determinación del foramen apical en dientes unirradiculares

in vitro. AranduPoty [Internet]. 2 de diciembre de 2022 [citado 5 de julio de 2024];1(2):100-2. Disponible en:

<https://www.revistarandupoty.com/index.php/AranduPoty/article/view/31>.

### Resumen

El éxito en los tratamientos endodónticos depende de una correcta limpieza, desinfección y sellado del sistema de conductos, lo que requiere una precisión en la determinación de la longitud de trabajo. El uso de un localizador apical electrónico es crucial en este proceso.

**Objetivo:** Analizar la eficacia de tres marcas de localizadores apicales electrónicos para determinar la ubicación del foramen apical en un entorno in vitro. (36)

**Metodología:** Se realizó un experimento con tres grupos, cada uno compuesto por 14 dientes seleccionados al azar. En el estudio se efectuaron la apertura cameral, la permeabilización y la medición del conducto usando una lupa. La longitud medida se transfirió a una regla milimetrada Angelus® para establecer la longitud real del diente, que sirvió como referencia para las mediciones con los localizadores. Las mediciones se hicieron de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes y luego se compararon. (36)

**Resultados:** El CanalPro Apex Locator tuvo un promedio de -0.036 y una desviación estándar de 0.745. El I-Pex presentó un promedio de 0.250 con una desviación estándar de 0.379, y el E-PEX PRO mostró un promedio de -0.357 con una desviación estándar de 0.744. El CanalPro Apex Locator obtuvo el menor error promedio de medición con -0.036, mientras que el I-Pex fue el más preciso considerando su desviación estándar de 0.379. La prueba de Wilcoxon dio como resultado un valor p de 0.63. (36)

**Conclusión:** El CanalPro Apex Locator presentó el menor error promedio en las mediciones, aunque el I-Pex fue ligeramente más preciso según su desviación estándar. (36)

## 4. HIPÓTESIS

Dado que los localizadores apicales electrónicos E-PEX PRO y DPEX III, según las especificaciones proporcionadas por sus fabricantes, utilizan tecnología avanzada de multifrecuencias y calibración automática para garantizar mediciones precisas.

Es probable que no haya una diferencia estadísticamente significativa en su precisión al determinar la longitud de trabajo.

### 4.1 Hipótesis alterna

Existe una diferencia significativa entre la precisión de los localizadores apicales DPEX III y E-Pex PRO para medir la longitud de trabajo.

### 4.2 Hipótesis nula

No hay diferencia significativa entre la precisión de los localizadores apicales DPEX III y E-Pex PRO para medir la longitud de trabajo.



## **CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

## 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

### 1.1. Técnicas

#### 1.1.1. Esquematización

Variable	Técnica	Instrumento
Longitud de trabajo	Observación laboratorial	Ficha de Observación de Conductometría
Longitud Real del diente	Observación laboratorial	Ficha de Observación de Conductometría

#### 1.1.2. Descripción de las técnicas

Previo al tratamiento de las muestras experimentales, se llevó a cabo una prueba piloto en la que se evaluaron los procedimientos, los dispositivos DPEX III (Woodpecker DTE) y E-PEX PRO (Eighteeth), así como los tiempos y posibles inconvenientes. Para este ensayo preliminar, se utilizaron tres dientes adicionales a los incluidos en la muestra principal del estudio, aplicando el mismo protocolo que se detalla a continuación. (32)

### 1. Recolección de las muestras

Se eligieron 15 premolares inferiores que fueron extraídos en la consulta privada. Estos dientes fueron sometidos a un proceso de lavado y desinfección mediante una solución de hipoclorito de sodio al 5%. Seguidamente, las muestras se conservaron en recipientes con solución salina.

Para asegurar un cierre apical completo, se verificó que se visualice de manera adecuada el conducto principal y la ausencia de conductos laterales, reabsorciones o fracturas, mediante radiografías. Aquellas piezas dentales que no cumplieran con estos criterios fueron excluidas y sustituidas por otras.

### 2. Apertura Cameral

Se llevó a cabo las aperturas camerales utilizando la pieza de alta velocidad, empleando una piedra diamantada de forma redonda junto con una fresa endo-Z. Posteriormente, se accedió al conducto empleando las fresas Gates Glidden #3 y #2. La eliminación del tejido pulpar en el tercio coronal y medio se llevó a cabo mediante una secuencia de limas K-file #10 y #15, complementada con irrigación de hipoclorito de sodio al 5%. Se efectuó un desgaste en la zona incisal con el fin de generar un punto de referencia estable, visible y replicable, de manera que el tope de silicona de la lima quede correctamente ajustado y no altere las mediciones posteriores. (33)

### **3. Obtención de la Longitud Real del diente**

Se determinó mediante inspección visual, introduciendo una lima tipo K-file de 25 o 31 mm con un diámetro de #15, #20 o #25, de forma pasiva, según el tamaño del conducto, hasta el límite apical. La punta de la lima fue observada con una lupa de aumento de 5x cuando emergió a través del foramen mayor, asegurándose de que quedara alineada tangencialmente con la superficie apical. Luego, se extrajo la lima con cuidado y se ajustó el tope de goma. (33)

Se midió la longitud real del conducto (foramen apical) utilizando un calibrador digital milimétrico, desde la parte superior del tope de goma hasta la punta de la lima. Los datos obtenidos fueron registrados en la ficha de observación de conductometría.

A la "Longitud Real del diente" se le restaron 0.5 mm, ya que la distancia promedio entre la constricción apical y el foramen mayor oscila entre 0.5 y 1 mm. El resultado de esta resta se consideró como la longitud de trabajo, utilizada como referencia estándar para determinar la ubicación de la constricción apical.

### **4. Medición electrónica**

Para la longitud del trabajo se aplicó el método observacional y según las indicaciones de cada fabricante. Primero, se preparó alginato y se vertió en un contenedor de plástico, sumergiendo cada pieza dentaria hasta dejar una porción coronaria de 5 mm sin cubrir. Se insertó el gancho labial en el recipiente, antes de que el alginato se gelifique. (36)

Con una lima K-file de tamaño #15, #20 o #25, se realizaron movimientos suaves de inserción y cateterización, asegurando que el calibre de la lima fuera el adecuado para el conducto. Una vez colocado el clip porta-lima, se realizó la medición utilizando el localizador electrónico DPEX III, hasta que la pantalla del dispositivo marcó 0.0 (indicando la ubicación del foramen apical). Se ajustó el tope de silicona de la lima y se registró la medición correspondiente.

Luego, se reintrodujo la lima hasta que el localizador señalara 0.5, lo que representaba la posición estimada de la "Localización electrónica de la Longitud de trabajo" en la constricción apical. Esta medida fue considerada la referencia estándar previamente establecida para ese punto anatómico.

Finalmente, la lima fue retirada con cuidado del conducto, asegurándose de mantener la posición del tope de goma en el mismo lugar, para medir después, la longitud de la lima con el calibrador milimétrico digital. Este mismo procedimiento se repitió con el localizador apical E-PEX PRO, utilizando una lima K-file nueva (#15, #20 o #25) para cada diente en ambos casos. Todas las mediciones se registraron en la ficha correspondiente. (36)

## **5. Comparación de los localizadores apicales electrónicos**

Se compararon las mediciones obtenidas con lupas de aumento de 5x con aquellas registradas mediante los localizadores electrónicos para cada muestra estudiada. Una vez recopilados todos los datos, se procedió a un análisis estadístico comparando los valores generados de la longitud de trabajo con la longitud real.

### **1.2. Instrumentos**

#### **A) Instrumento documental**

##### **A.1. Precisión del instrumento**

Se empleó un instrumento documental nombrado como ficha de observación de conductometría.

### A.2 Estructura

La ficha de observación contó con la recolección de los datos obtenidos por el localizador apical electrónico E-PEX PRO, por el localizador apical electrónico DPEX III y por las medidas que se observaron con una lupa de magnificación.

### A.3. Modelo del instrumento: Ficha de registro/de recolección de datos

N° de pieza	Longitud real del diente	LEA DPEX III Foramen Apical (00)	LEA E-PEX PRO Foramen apical (00)	Longitud de trabajo (LRD -0.5 mm)	LEA DPEX III Constricción apical (05)	LEA E-PEX PRO Constricción apical (05)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

### B) Instrumentos Mecánicos

- Unidad dental
- Pieza de alta velocidad
- Piedra redonda

- Fresa Endo Z
- Pinza
- Explorador
- Lupas de aumento de 5x
- Limas tipo K file de 25 mm (primera serie)
- Limas tipo K file de 31 mm (primera serie)
- Calibrador milimétrico digital
- Localizador apical electrónico E-PEX PRO
- Localizador apical electrónico DPEX III
- Frasco de plástico
- Espátula de mezcla
- Taza de goma
- Alginato

### **1.3. Materiales de verificación**

- Campo de trabajo
- Mascarillas
- Guantes desechables
- Hipoclorito de Sodio al 5%
- Suero fisiológico
- Dientes premolares inferiores

## 2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

### 2.1. Ámbito

#### A. Ámbito general

La investigación se llevó a cabo en la provincia de Arequipa.

#### B. Ámbito específico

Instalaciones e infraestructura de un laboratorio de la UCSM.

### 2.2. Temporalidad

La presente investigación se desarrolló durante los años 2023 y 2024.

### 2.3. Unidades de estudio

El universo está compuesto por una muestra de 15 dientes.

#### A. Criterios de inclusión

- Premolares inferiores de un solo conducto radicular.
- Piezas con el ápice completamente desarrollado.
- Piezas sin evidencia de perforación de la raíz.
- Piezas sanas o con cavidades leves.
- Piezas dentales sin restauraciones metálicas.

#### B. Criterios de exclusión

- Piezas que presentan bifurcaciones.
- Piezas que presentan conductos accesorios.
- Piezas con conductos calcificados.
- Piezas con conductos con reabsorciones radiculares internas.

### 3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.1. Organización

Para llevar a cabo la investigación, se llevaron a cabo previamente los siguientes procedimientos:

- Aprobación del proyecto de investigación por la Facultad de Odontología.
- Aprobación del proyecto de investigación por el Comité de Ética.
- Recolección de las piezas dentarias y de todo el material conjunto.
- Coordinación con el centro de Radiología de la Clínica Odontológica para realizar las tomas radiográficas.
- Coordinación con el docente encargado del laboratorio para disposición de tiempo en dicho laboratorio.

#### 3.2. Recursos

##### A. Recursos humanos

- Investigador: Marilyn Noelia Condori Roque
- Asesor: Marco Antonio Zevallos Chavez

##### B. Recursos físicos

Representado por las condiciones ambientales e infraestructurales del laboratorio de la UCSM.

##### C. Recursos económicos

Propios del investigador

##### D. Recursos institucionales

Clínica Odontológica de la Universidad Católica de Santa María

## 4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

### 4.1. Plan de procesamiento

#### A. Tipo de procesamiento

El manejo de datos se llevó a cabo de manera manual y automatizada.

#### B. Plan de operaciones

- **Clasificación:** Tras obtener la muestra y la ficha de laboratorio, los datos fueron organizados en una matriz de registro y control.
- **Conteo o puntuación:** Los datos clasificados se contabilizaron utilizando matrices de conteo de forma automatizada.
- **Plan de tabulación:** Se elaboraron cuadros de doble entrada.
- **Plan de graficación:** Se emplearon gráficos de barras comparativos.

### 4.2. Plan de análisis de los datos

#### A. Tipo de Análisis:

Se recurrió a la organización jerárquica de datos, la comparación entre los datos y una evaluación crítica.

#### B. Tratamiento Estadístico

Se codificaron y archivaron todas las mediciones obtenidas con los localizadores electrónicos apicales en formato Excel. Después de verificar los datos, se exportaron al programa Jamovi versión 2.3.18.0 (Melbourne, Australia) para su análisis estadístico. Se efectuó un análisis descriptivo para calcular las medias y desviación estándar de las mediciones obtenidas visualmente (longitud real del diente) y las registradas por los localizadores electrónicos apicales DPEX III y E-PEX PRO (marca 00 y 05). Se llevó a cabo la prueba de normalidad y de homogeneidad de varianzas para seleccionar la prueba estadística adecuada. En nuestro estudio, inicialmente aplicamos un ANOVA de medidas repetidas (tabla n°1 y n°2) para

comparar las diferencias generales en la longitud de trabajo obtenida bajo tres condiciones: mediciones con los localizadores apicales DPEX III, E-PEX PRO y sin localizador (control), permitiendo así evaluar la variabilidad intra-sujeto (diferencias o fluctuaciones en las mediciones obtenidas de un mismo sujeto bajo diferentes condiciones) y determinar si había diferencias significativas entre todas las condiciones. Posteriormente, para analizar específicamente la precisión comparativa entre los dos localizadores apicales, realizamos una prueba t para muestras relacionadas (tabla n°3 y n°4), enfocándonos exclusivamente en las mediciones obtenidas con DPEX III y E-PEX PRO, con el fin de identificar diferencias directas en la precisión entre ambos dispositivos. Se aplicó un nivel de significancia del 5%.

#### 4.3. Cronograma de actividades

Actividades	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Aprobación de proyecto</b>			X	X																
<b>Recolección de Datos</b>					X	X	X													
<b>Procesamiento</b>								X	X	X	X									
<b>Análisis de resultados</b>												X	X	X						
<b>Borrador de tesis</b>															X	X				
<b>Resultados</b>																			X	
<b>Conclusiones</b>																				X



### **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

**Tabla N°01**

Diferencia de medidas entre la longitud de trabajo y la longitud calculada de los localizadores con la marca 0.5

<b>Tipo de medición (0.5)</b>	<b>Media <math>\pm</math> DE (n = 15)</b>	<b>min – max</b>
Longitud de trabajo	19.59 $\pm$ 2.65 <sup>a</sup>	16.30 – 25.39
LEA DPEX III	19.63 $\pm$ 2.74 <sup>a</sup>	15.88 – 25.53
LEA E-PEX PRO	19.94 $\pm$ 2.65 <sup>b</sup>	16.14 – 25.50

Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). DE: Desviación estándar; min: valor mínimo encontrado; max: valor máximo encontrado; LEA: Localizador electrónico digital.

En la Tabla 1 se presentan las medias de las medidas obtenidas utilizando los dos localizadores apicales electrónicos evaluados con la marca 0.5, comparadas con la longitud de trabajo. Se observa que el localizador E-PEX PRO mostró una longitud promedio mayor en comparación con el localizador DPEX III y la longitud de trabajo ( $p < 0.05$ ), mientras que no se encontraron diferencias significativas entre el localizador DPEX III y la longitud de trabajo ( $p > 0.05$ ).

**Tabla N°02**

Diferencia de medidas entre la longitud real del diente y la longitud calculada con los localizadores con la marca 0.0

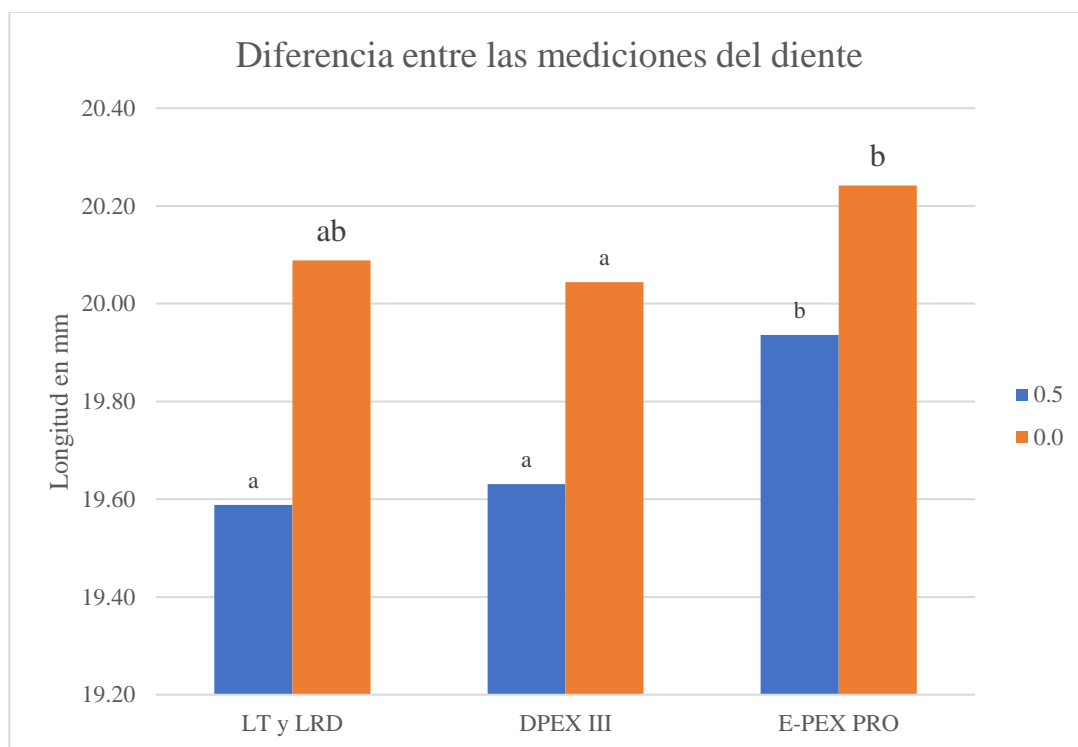
<b>Tipo de medición (0.0)</b>	<b>Media <math>\pm</math> DE (n = 15)</b>	<b>min – max</b>
LRD	20.09 $\pm$ 2.65 <sup>ab</sup>	16.80 – 25.89
LEA DPEX III	20.04 $\pm$ 2.74 <sup>a</sup>	16.15 – 25.89
LEA E-PEX PRO	20.24 $\pm$ 2.68 <sup>b</sup>	16.44 – 25.86

Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). DE: Desviación estándar; min: valor mínimo encontrado; max: valor máximo encontrado; LRD: Longitud real del diente; LEA: Localizador electrónico digital.

En la Tabla 2 se presentan las medias de las medidas obtenidas con los dos localizadores apicales electrónicos evaluados con la marca 0.0, comparadas con la longitud real del diente. Se observa que el localizador E-PEX PRO mostró una longitud promedio mayor en comparación con el localizador DPEX III ( $p < 0.05$ ); no obstante, ambos demostraron similitud con la longitud real del diente ( $p > 0.05$ ). En la Figura 1, se muestra un gráfico ilustrativo entre las medidas obtenidas por los localizadores al compararlos con la longitud real del diente.

**Figura N°01**

Gráfico ilustrativo de la diferencia entre las mediciones de los dientes



En la Figura 1 se visualiza la diferencia entre las mediciones de los dientes en mm, comparando la longitud real del diente (LRD) y la longitud de trabajo (LRD -0.5 mm) con los dos localizadores electrónicos apicales evaluados DPEX III y E-PEX PRO, con la marca 0.0 (naranja) y 0.5 (azul), respectivamente.

**Tabla N°03**

Precisión de los localizadores electrónicos apicales DPEX III y E-PEX PRO (0.5) al determinar la longitud de trabajo

Localizador electrónico apical	Media $\pm$ DE (n = 15)	min – max
DPEX III (0.5)	0.04 $\pm$ 0.30 <sup>a</sup>	-0.48 – 0.62
E-PEX PRO (0.5)	0.35 $\pm$ 0.32 <sup>b</sup>	-0.16 – 1.05

Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). DE: Desviación estándar; min: valor mínimo encontrado; max: valor máximo encontrado.

La Tabla 3 presenta la media de las diferencias entre las mediciones obtenidas por los localizadores electrónicos apicales DPEX III y E-PEX PRO con la marca 0.5. Los valores positivos indican que la medición del localizador superó la longitud de trabajo, mientras que los valores negativos indican que la medición del localizador fue menor que la longitud hallada. Con todo ello, se observa que el localizador DPEX III registró las diferencias más pequeñas. Sin embargo, el localizador E-PEX PRO demostró ser menos preciso que el localizador DPEX III por la diferencia estadísticamente presentada ( $p < 0.05$ ).

**Tabla N°04**

Precisión de los localizadores electrónicos apicales DPEX III y E-PEX PRO (0.0) al determinar la longitud real del diente

Localizador electrónico apical	Media $\pm$ DE (n = 15)	min – max
DPEX III (0.0)	$-0.04 \pm 0.31^a$	-0.65 – 0.58
E-PEX PRO (0.0)	$0.15 \pm 0.29^b$	-0.36 – 0.88

Diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). DE: Desviación estándar; min: valor mínimo encontrado; max: valor máximo encontrado.

La Tabla 4 presenta la media de las diferencias entre las mediciones obtenidas por los localizadores electrónicos apicales DPEX III y E-PEX PRO con la marca 0.0. Los valores positivos indican que la medición del localizador superó la longitud real del diente, mientras que los valores negativos indican que la medición del localizador fue menor que la longitud hallada. Con todo lo expuesto, se observa que el localizador DPEX III registró las diferencias más pequeñas. En contraste, el localizador E-PEX PRO demostró ser un poco menos preciso que el localizador DPEX III ( $p < 0.05$ ) cuando se utilizó la marca 0.0.

## DISCUSIÓN

Mientras se realiza el tratamiento endodóntico, uno de los mayores retos es determinar la longitud de trabajo del conducto radicular. En teoría, este punto debería corresponder a la constricción apical; sin embargo, en la práctica clínica, identificar la constricción apical representa un desafío debido a las diferencias anatómicas que se presentan en el tercio apical del conducto. (36) Actualmente, el método electrónico se considera el más preciso para establecer la longitud de trabajo porque ofrece mediciones objetivas basadas en la impedancia dentro del conducto radicular. (38)

El presente estudio llevó a cabo una evaluación *in vitro* para analizar la precisión de dos LEA: DPEX III® de Woodpecker DTE y E-PEX PRO® de Eighteeth. Estos dispositivos pertenecen a las generaciones más recientes de localizadores apicales, lo que significa que son relativamente nuevos en el ámbito comercial y de los cuales no existe ningún estudio donde se comparen entre sí. Los resultados demostraron que, al determinar la longitud de trabajo, el LEA DPEX III fue más preciso que el LEA E-PEX PRO.

Tanto el localizador electrónico DPEX III como el E-PEX PRO son catalogados por los fabricantes como dispositivos de alta calidad basados en el principio de frecuencias múltiples y calibración automática. Entre ellos, el E-PEX PRO ha sido objeto de estudios de investigación que evalúan la exactitud de sus mediciones, demostrando ser preciso. No obstante, hay investigaciones que sugieren que, en comparación con otros localizadores apicales de alta calidad y bajo ciertas condiciones, su precisión puede ser inferior. En contraste, el DPEX III carece de evidencia científica publicada sobre su exactitud y precisión. A pesar de ello, está bien posicionado en el mercado principalmente debido a su precio competitivo. Su costo más bajo en comparación con otros localizadores apicales, como el E-PEX PRO, lo convierte en una opción atractiva para clínicas y profesionales.

En el presente estudio, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones electrónicas del LEA DPEX III con respecto a la longitud de trabajo (constricción apical) y a la longitud real del diente (foramen apical).

Por otro lado, si encontramos diferencias significativas entre las mediciones electrónicas del LEA E-PEX PRO con respecto a la longitud de trabajo (constricción apical), pero con la longitud real del diente (foramen apical) no presentó diferencias significativas.

Con todos los resultados expuestos, se demostró que ambos localizadores son similarmente eficaces al determinar la longitud real del diente, sin embargo, al determinar la longitud de trabajo, que es el principal objetivo de nuestra investigación, es más preciso el localizador apical DPEX III que el E-PEX PRO.

Estos hallazgos concuerdan con los hallados por Segovia et al. (36), quienes en su estudio in vitro determinaron la eficacia de CanalPro Apex Locator, iPex y E-PEX PRO, y reportaron que el CanalPro Apex Locator mostró un promedio inferior en el error de medición, mientras que el iPex, de acuerdo con la desviación estándar, resulta ligeramente más exacto que los otros localizadores empleados. dejando de esta manera al E-PEX PRO en último lugar.

Mohan et al. (34) han informado resultados semejantes, donde se comparó la precisión de los LEA Dentaport ZX, Rotor y E-PEX PRO en dos condiciones clínicas simuladas. Se observó que Dentaport ZX dio mejores resultados tanto en presencia de NaOCl como de sangre, seguido de Rotor y finalmente E-PEX PRO.

Sin embargo, estos hallazgos difieren de los reportados por Saritha et al. (35), quienes en su estudio in vitro, evaluaron el efecto del preflaring y el tamaño de la lima en la precisión de los localizadores de ápices electrónicos Root ZX y E-PEX PRO y observaron que no hubo diferencias significativas en la precisión de ambos LEA y que el preflaring cervical presentó una precisión significativamente mayor en las mediciones electrónicas que el tamaño de lima utilizado. Las discrepancias entre nuestros hallazgos y los reportados por dicho estudio pueden atribuirse a diferencias en la metodología utilizada, el diseño y los objetivos del estudio, el desempeño del observador, la selección de puntos de referencia y los mecanismos de funcionamiento aplicados.

En nuestro estudio, determinamos la longitud real introduciendo una lima hasta que se hiciera visible en el foramen apical. Luego, a esa longitud le restamos 0.5 mm, dado que la distancia promedio entre la constricción apical y el foramen apical varía de 0.5 a 1 mm.

En cuanto al uso de los LEA, nos guiamos de las instrucciones de cada uno de los fabricantes. Según su manual instructivo, ambos están de acuerdo en que cuando el dispositivo muestra la marca de 0.0 (APEX), significa que la lima ha alcanzado el foramen apical. Por consiguiente, es requerido retirar la lima un poco hasta que se observe 0.5 en su pantalla, lo que señala la ubicación recomendada de la constricción apical. (39) Los dos fabricantes señalan que las marcas no representan milímetros, sino que indican una posición coronal “adecuada” de la constricción apical o una medida cercana a ella.

Cabe mencionar que, nuestros hallazgos concuerdan en que existe una mayor precisión a la hora de medir hasta la marca 0.0 (APEX) con ambos localizadores. Esto está en línea con lo que sugirieron Gulabivala y Ng, quienes recomendaron usar la marca "0.0", es decir, a nivel del foramen apical, para lograr una mayor precisión en las mediciones. (40) De igual manera, Oliveira et al. (41), empleando un sistema experimental, reportaron que las mediciones más precisas son adquiridas al realizar las lecturas en "0.0".

Además, es importante señalar, que la limitación de este estudio es su realización en condiciones *in vitro*. En condiciones clínicas, nos encontramos con una variedad de desafíos como fugas de saliva a través de caries cervicales o márgenes abiertos, restauraciones metálicas en dientes adyacentes u opuestos, dientes con ápices inmaduros o presencia de lesiones periapicales, exudado o sangrado que podrían tener un impacto negativo en la eficiencia de los LEA.

En la práctica endodóntica clínica cotidiana, el empleo de localizadores apicales es el método más confiable y comúnmente adoptado por los especialistas para determinar la longitud de trabajo. Aunque hay una variedad de dispositivos disponibles, el odontólogo finalmente debe utilizar el LEA con el que se sienta más seguro y cómodo trabajando. Esto solo se puede determinar con el tiempo y la práctica, y puede requerir que el odontólogo utilice varios LEA antes de elegir uno que sea óptimo para su uso.

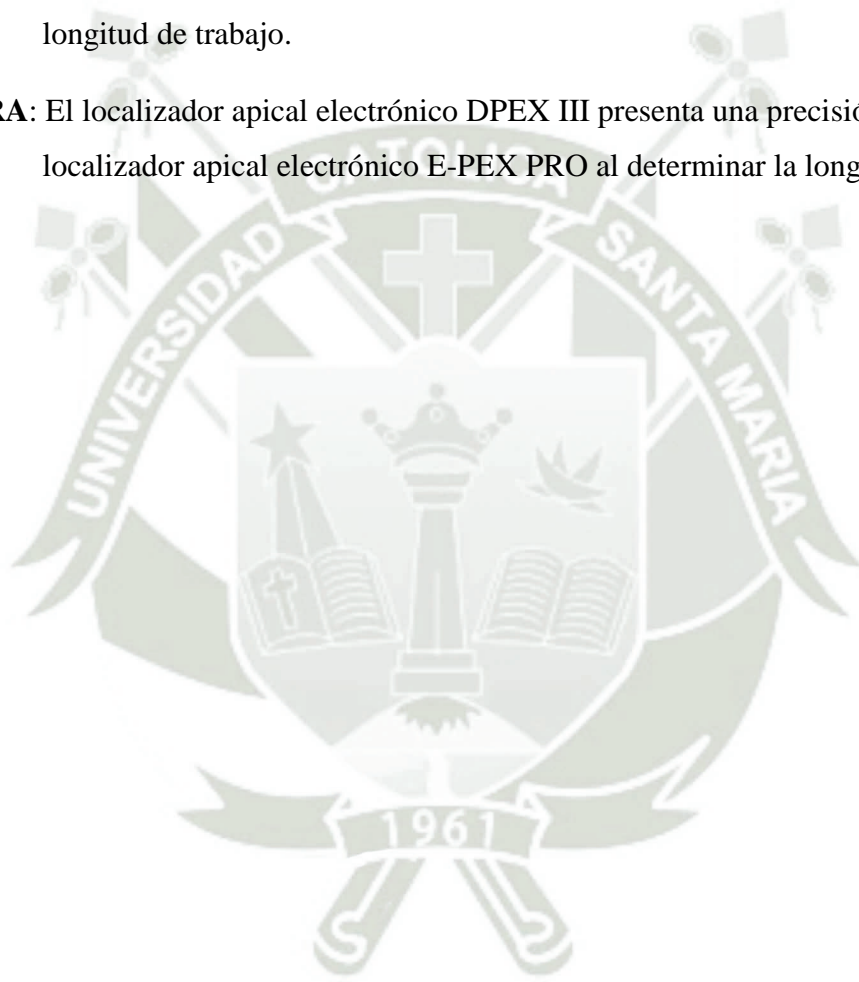
Sin embargo, se estima que emplear múltiples métodos para una mayor precisión en la longitud de trabajo resulta más ventajoso que depender únicamente de un único método. Comprender la anatomía apical, utilizar las radiografías de manera adecuada y emplear correctamente un localizador apical electrónico permitirá a los odontólogos obtener resultados predecibles, mejorando notablemente la calidad de la atención odontológica. (41)

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** El localizador apical electrónico E-PEX PRO se muestra preciso para determinar la longitud real del diente; sin embargo, su precisión disminuye para determinar la longitud de trabajo.

**SEGUNDA:** El localizador apical electrónico DPEX III se muestra preciso tanto en la determinación de la longitud real del diente, como en la determinación de la longitud de trabajo.

**TERCERA:** El localizador apical electrónico DPEX III presenta una precisión superior que el localizador apical electrónico E-PEX PRO al determinar la longitud de trabajo.

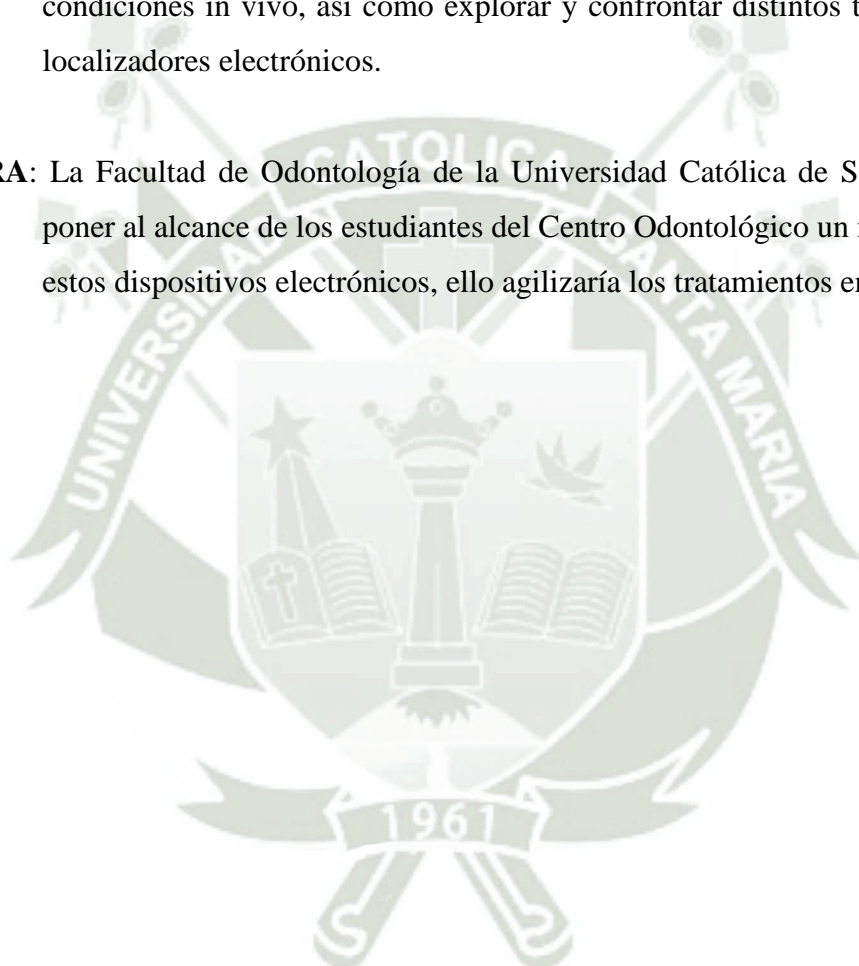


## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Se recomienda a los estudiantes de Odontología a seguir investigando estos dispositivos con un mayor número de muestras y en otros tipos de piezas dentales con mayor número de conductos.

**SEGUNDA:** Se sugiere a los estudiantes de Odontología llevar a cabo la investigación en condiciones in vivo, así como explorar y confrontar distintos tipos y marcas de localizadores electrónicos.

**TERCERA:** La Facultad de Odontología de la Universidad Católica de Santa María, debe poner al alcance de los estudiantes del Centro Odontológico un mayor número de estos dispositivos electrónicos, ello agilizaría los tratamientos endodónticos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Osei-Bonsu F, Ampofo PC, Nyako EA, Hewlett SA, Buckman VA, Konadu AB, et al. Accuracy of the electronic apex locator, tactile, and radiographic methods in working length determination. *J Conserv Dent* [Internet]. 2023 May [cited 2024 Sep 12];26(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37398858/>
2. Dds MM. Apex Locator: A Reliable and Easy Guide. *Odovtos - Int J Dent Sc*. 2015 Nov 29;17(1):31–40.
3. Sivakumar S, Thangavel B, Sekar M. Apical reference point - A clinical perspective. *J Acad Dent Educ*. 2021 Aug 5;7(1):2–5.
4. Simon S, Machtou P, Adams N, Tomson P, Lumley P. Apical limit and working length in endodontics. *Dent Update*. 2009 Apr;36(3):146–50, 153.
5. Hargreaves KM. Cohen. *Vías de la Pulpa* 10 ed. + Student Consult.es © 2011. Elsevier España; 2011. 1082 p.
6. Ponce EH, Vilar Fernández JA. The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by optical microscopy. *J Endod*. 2003 Mar;29(3):214–9.
7. Burch JG, Hulen S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1972 Aug;34(2):262–8.
8. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc*. 1955 May;50(5):544–52.
9. Alothmani OS, Chandler NP, Friedlander LT. The anatomy of the root apex: A review and clinical considerations in endodontics. *Saudi Endodontic Journal*. 2013;3(1):1.
10. Stein TJ, Corcoran JF. Anatomy of the root apex and its histologic changes with age. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* [Internet]. 1990 Feb [cited 2024 Sep 11];69(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2304750/>
11. Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J* [Internet]. 1998 Nov [cited 2024 Sep 11];31(6). Available

from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15551607/>

12. Gutierrez JH, Aguayo P. Apical foraminal openings in human teeth. Number and location. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* [Internet]. 1995 Jun [cited 2024 Sep 11];79(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7621038/>
13. Nasiri K, Wrbas KT. Accuracy of different generations of apex locators in determining working length; a systematic review and meta-analysis. *The Saudi Dental Journal*. 2022 Jan;34(1):11.
14. Nekoofar MH, Ghandi MM, Hayes SJ, Dummer PM. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J* [Internet]. 2006 Aug [cited 2024 Sep 11];39(8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16872454/>
15. Manva MZ, Sheereen S, Hans MK, Alroomy R, Mallineni SK. Morphometric analysis of the apical foramina in extracted human teeth. *Folia Morphol* . 2022;81(1):212–9.
16. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J* [Internet]. 1998 Nov [cited 2024 Sep 11];31(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15551606/>
17. Ali R, Okechukwu NC, Brunton P, Nattress B. An overview of electronic apex locators: part 1. *Br Dent J* [Internet]. 2013 Feb [cited 2024 Sep 11];214(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23429123/>
18. Tsesis I, Blazer T, Ben-Izhack G, Taschieri S, Del Fabbro M, Corbella S, et al. The Precision of Electronic Apex Locators in Working Length Determination: A Systematic Review and Meta-analysis of the Literature. *J Endod*. 2015 Nov;41(11):1818–23.
19. Nguyen PN, Van Pham K. Endodontic Length Measurements Using Different Modalities: An In Vitro Study. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*. 2020;10(6):752.
20. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J*. 2006 Dec;39(12):921–30.
21. Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. Study of the apices of

- human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1994 Feb;77(2):172–6.
22. Santiago AG, Norberto JBD, Alvaro CDM, Palafox Sánchez MD Msc PhD Claudia A. Principios, evolución y precisión de los localizadores electrónicos de Foramen [Internet]. [cited 2024 Sep 11]. Available from: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=106731>
23. Rodríguez-Niklitschek C, Oporto GH V. Determinación de la Longitud de Trabajo en Endodoncia: Implicancias Clínicas de la Anatomía Radicular y del Sistema de Canales Radiculares. *Int J Odontostomat.* 2014;8(2):177–83.
24. Ali R, Okechukwu NC, Brunton P, Nattress B. An overview of electronic apex locators: part 2. *Br Dent J* [Internet]. 2013 Mar [cited 2024 Sep 11];214(5). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23470378/>
25. Gordon MP, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J* [Internet]. 2004 Jul [cited 2024 Sep 11];37(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15189431/>
26. Website [Internet]. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/294255443\\_Electronic\\_Apex\\_Locators\\_Dr\\_VIN\\_EET\\_VINAYAK\\_dr\\_VINEET\\_VINAYAK](https://www.researchgate.net/publication/294255443_Electronic_Apex_Locators_Dr_VIN_EET_VINAYAK_dr_VINEET_VINAYAK)
27. Khadse A, Sheno P, Kokane V, Khode R, Sonarkar S. Electronic Apex Locators- An overview. *IP Indian Journal of Conservative and Endodontics.* 2021 Feb 15;2(2):35–40.
28. ICI Journals Master List [Internet]. [cited 2024 Sep 11]. Available from: <https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=1696448>
29. Ortiz MMG, Navas OGS. LOCALIZADORES APICALES EN ENDODONCIA. *Ustasalud.* 2003;2(1):33–41.
30. Pacheco MAM. Guía para el uso del Localizador de foramen. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences.* 2015;17(1):31–40.
31. Localizador De Apices Dpex Iii Dte Woodpecker Dental - C-lart. [cited 2024 Sep 11]; Available from: <https://clart.com.mx/producto/localizador-de-apices-dte-dpex-iii/>

32. Mikhaltchuk E, Eduardo I. Eficacia In Vitro de Dos Localizadores Foraminales: Easy Apex y Miniapex en la Localización de la Unión Cementodentina (U.C.D) en Premolares Inferiores Unirradiculares, Arequipa, 2016. 2016 Jul 27 [cited 2024 Sep 11]; Available from: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/5489>
33. Lalangui Cabrera VA, Zapata Vega F. Precisión de dos localizadores apicales en la determinación de la longitud de trabajo in vitro en dientes unirradiculares. 2022 [cited 2024 Sep 11]; Available from: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVVV\\_39013f5e5d805c0ca2d0418ff4766b54](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVVV_39013f5e5d805c0ca2d0418ff4766b54)
34. Mohan M, Verma MR, Jain AK, Rao RD, Yadav P, Agrawal S. Comparison of Accuracy of Dentaport ZX, Rooter and E-Pex Pro Electronic Apex Locators in Two Simulated Clinical Conditions: An In Vitro Study. *J Conserv Dent*. 2022;25(1):58.
35. Saritha V, Raghu H, Kumar TH, Totad S, Kamatagi L, Saraf PA. The accuracy of two electronic apex locators on effect of preflaring and file size: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2021;24(1):46.
36. Vista de Efectividad de tres localizadores apicales electrónicos en la determinación del foramen apical en dientes unirradiculares in vitro [Internet]. [cited 2024 Sep 11]. Available from: <https://divulgacioncientifica.unca.edu.py/index.php/AranduPoty/article/view/31/30>
37. Dental Click [Internet]. [cited 2024 Sep 11]. Localizador de ápice E Pex Pro Eighteenth. Available from: <https://www.dentalclick.com.mx/product/e-pex-pro/>
38. Reinaldo Fretes V, Pedrozo A, Gamarra J, Escobar PM, Cubilla RE, Adorno CG. Estudio preliminar sobre la repetibilidad in vivo de tres localizadores apicales electrónicos. *Rev Cubana Estomatol* [Internet]. 2019 [cited 2024 Sep 11];56(3). Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0034-75072019000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-75072019000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
39. Paras Mull J, Manjunath V, Manjunath MK. Comparison of accuracy of two electronic apex locators in the presence of various irrigants: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2012;15(2):178.
40. Gulabivala K, Ng YL. *Endodontics E-Book*. Elsevier Health Sciences; 2014. 336 p.

41. Oliveira TN, Vivacqua-Gomes N, Bernardes RA, Vivan RR, Duarte MAH, Vasconcelos BC. Determination of the Accuracy of 5 Electronic Apex Locators in the Function of Different Employment Protocols. J Endod [Internet]. 2017 Oct [cited 2024 Sep 11];43(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28693895/>





ANEXO N°01

Dictamen favorable del Comité de Ética de Investigación

COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN UCSM



**DICTAMEN COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION  
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA**

Arequipa, 1 de abril de 2024

Investigadora Marilyn Noelia Condori Roque

Presente. –

De mi especial consideración.

Me dirijo a usted para hacerle llegar el resultado de la evaluación de su proyecto de investigación y dictamen del Comité Institucional de Ética de Investigación.

**TÍTULO:** “EFICACIA IN VITRO DE LOS LOCALIZADORES APICALES DPEX III Y E-PEX PRO EN LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE TRABAJO EN PREMOLARES INFERIORES UNIRRADICULARES, AREQUIPA 2023”.

Investigadora: Marilyn Noelia Condori Roque.

**TIPO Y DISEÑO:** Cuantitativo, experimental, prospectivo, transversal, comparativo.

**OBJETIVO:** La investigación tiene como objetivo: Comparar la eficacia in vitro de los localizadores apicales DPEX III y E-PEX PRO en la determinación de la longitud de trabajo en premolares inferiores unirradiculares.



**PROCEDIMIENTOS:** Ficha de observación de condumetría.

## COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN UCSM



### DICTAMEN COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

**SUJETOS DE ESTUDIO:**

Muestra de 15 piezas dentales.

**RIESGO DEL ESTUDIO:**

Mínimo.

**OBSERVACIONES, SUGERENCIAS:**

Debe proteger confidencialidad de la data sensible.

**DICTAMEN:**

***DICTAMEN FAVORABLE***  
***052 - 2024***



Agueda Muñoz Del Carpio Toia  
Comité Institucional de Ética de la Investigación UCSM

Cualquier duda comunicarse a: [comiteeticainvestigacionucsm@gmail.com](mailto:comiteeticainvestigacionucsm@gmail.com)

**ANEXO N°02**  
**Ficha de recolección de datos**

<b>N° de pieza</b>	<b>Longitud real del diente</b>	<b>LEA DPEX III Foramen Apical (00)</b>	<b>LEA E-PEX PRO Foramen apical (00)</b>	<b>Longitud de trabajo (LRD - 0.5 mm)</b>	<b>LEA DPEX III Constricción apical (05)</b>	<b>LEA E-PEX PRO Constricción apical (05)</b>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

**ANEXO N°03**  
**Validación del instrumento**

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**VII. DATOS GENERALES:**

5. **Apellidos y Nombres del Informante:** Jorge F. Rendulich Gallegos











6. **Cargo e Institución donde labora:** Cirujano Dentista, especialista en Endodoncia, docente de la Universidad Católica de Santa María.

**Nombre del Instrumento motivo de evaluación:**


"Eficacia in vitro de los localizadores apicales DPEX III y E-PEX PRO en la determinación de la longitud de trabajo en premolares inferiores unirradiculares, Arequipa 2023"

**Autor del Instrumento:** Condori Roque, Marilyn Noelia

**VIII. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	CALIFICACIÓN				
		DEFICIENTE 01 – 20%	REGULAR 21 – 40%	BUENA 41 – 60%	MUY BUENA 61 – 80%	EXCELENTE 81 – 100%
21. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible					
22. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables					
23. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					
24. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada					
25. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente					
26. PERTINENCIA	Permitirá conseguir datos de acuerdo con los objetivos planteados					
27. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basado en teorías o modelos teóricos.					
28. ANÁLISIS	Descompone adecuadamente las variables/ indicadores/ medidas					
29. ESTRATEGIA	Los datos por conseguir responden los objetivos de investigación					
30. APLICACIÓN	Existencia de condiciones para aplicarse					

**IX. CALIFICACIÓN GLOBAL: (Marcar con un aspa)**

APROBADO	DESAPROBADO	OBSERVADO
		

  
Firma del Experto Informante 28/06/24

## VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### I. DATOS GENERALES:

1. **Apellidos y Nombres del Informante:** Wilfredo G. Escalante Otárola
2. **Cargo e Institución donde labora:** Cirujano Dentista, docente Investigador de la Universidad Católica de Santa María.

### Nombre del Instrumento motivo de evaluación:

"Eficacia in vitro de los localizadores apicales DPEX III y E-PEX PRO en la determinación de la longitud de trabajo en premolares inferiores unirradiculares, Arequipa 2023"

**Autor del Instrumento:** Condori Roque, Marilyn Noelia

### II. ASPECTOS DE LA VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	CALIFICACIÓN				
		DEFICIENTE 01 – 20%	REGULAR 21 – 40%	BUENA 41 – 60%	MUY BUENA 61 – 80%	EXCELENTE 81 – 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible				X	
2. OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Presentación ordenada				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente				X	
6. PERTINENCIA	Permitirá conseguir datos de acuerdo con los objetivos planteados					X
7. CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basado en teorías o modelos teóricos.					X
8. ANÁLISIS	Descompone adecuadamente las variables/ indicadores/ medidas					X
9. ESTRATEGIA	Los datos por conseguir responden los objetivos de investigación				X	
10. APLICACIÓN	Existencia de condiciones para aplicarse				X	

### III. CALIFICACIÓN GLOBAL: (Marcar con un aspa)

APROBADO	DESAPROBADO	OBSERVADO
X		



.....  
Firma del Experto Informante

**ANEXO N°04**  
**Matriz de sistematización de datos**

<b>LONGITUD DE TRABAJO</b>			
<b>Diente</b>	<b>LR-0.5</b>	<b>DPEX III</b>	<b>E-PEX PRO</b>
1	23.06	23.15	23.10
2	18.04	18.33	18.87
3	18.57	18.57	19.05
4	19.62	19.79	19.84
5	20.23	19.76	20.55
6	25.39	25.53	25.50
7	17.05	16.57	17.05
8	19.52	19.66	19.70
9	23.70	23.86	24.23
10	20.23	20.52	20.87
11	17.27	17.25	17.57
12	16.91	17.06	17.31
13	16.30	15.88	16.14
14	18.24	18.86	19.29
15	19.70	19.67	19.97

<b>PRECISIÓN DE LOCALIZADORES (0.5)</b>		
<b>Diente</b>	<b>DPEX III</b>	<b>E-PEX PRO</b>
1	0.09	0.04
2	0.29	0.83
3	0.00	0.48
4	0.17	0.22
5	-0.47	0.32
6	0.14	0.11
7	-0.48	0.00
8	0.14	0.18
9	0.16	0.53
10	0.29	0.64
11	-0.02	0.30
12	0.15	0.40
13	-0.42	-0.16
14	0.62	1.05
15	-0.03	0.27

<b>LONGITUD REAL DEL DIENTE</b>			
<b>Diente</b>	<b>LR</b>	<b>DPEX III</b>	<b>E-PEX PRO</b>
1	23.56	23.51	23.62
2	18.54	18.69	19.05
3	19.07	19.09	19.22
4	20.12	20.06	20.14
5	20.73	20.52	20.95
6	25.89	25.89	25.86
7	17.55	16.95	17.39
8	20.02	19.94	20.00
9	24.20	24.31	24.49
10	20.73	20.95	21.10
11	17.77	17.72	17.82
12	17.41	17.58	17.65
13	16.80	16.15	16.44
14	18.74	19.32	19.62
15	20.20	19.98	20.28

<b>PRECISIÓN DE LOCALIZADORES (0.0)</b>		
<b>Diente</b>	<b>DPEX III</b>	<b>E-PEX PRO</b>
1	-0.05	0.06
2	0.15	0.51
3	0.02	0.15
4	-0.06	0.02
5	-0.21	0.22
6	0.00	-0.03
7	-0.60	-0.16
8	-0.08	-0.02
9	0.11	0.29
10	0.22	0.37
11	-0.05	0.05
12	0.17	0.24
13	-0.65	-0.36
14	0.58	0.88
15	-0.22	0.08

**ANEXO N°05**  
**Secuencia fotográfica**

**Imagen N°01:** Total de premolares inferiores usados



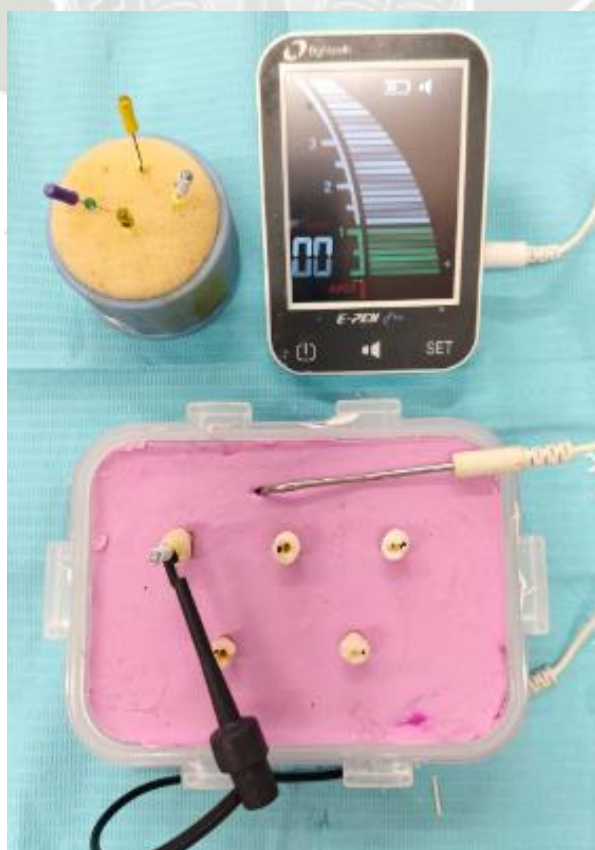
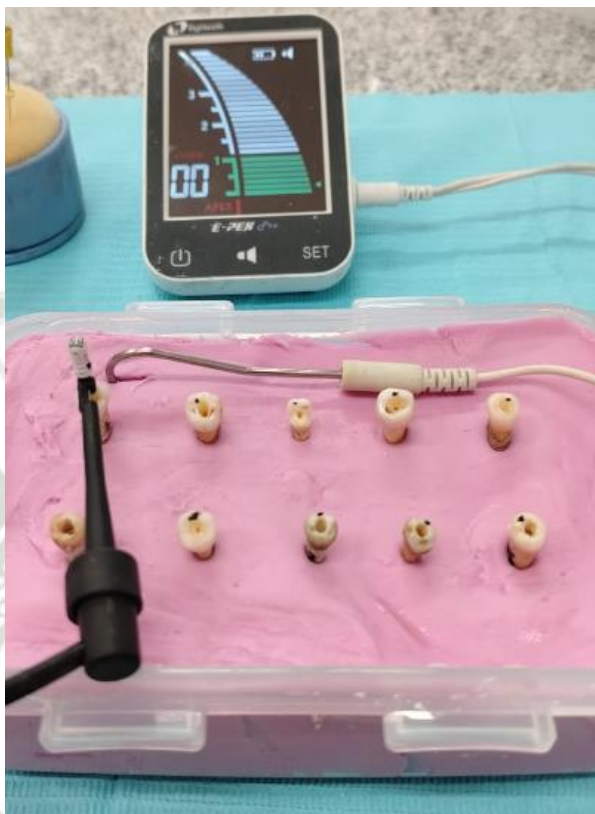
**Imagen N°02:** Material utilizado



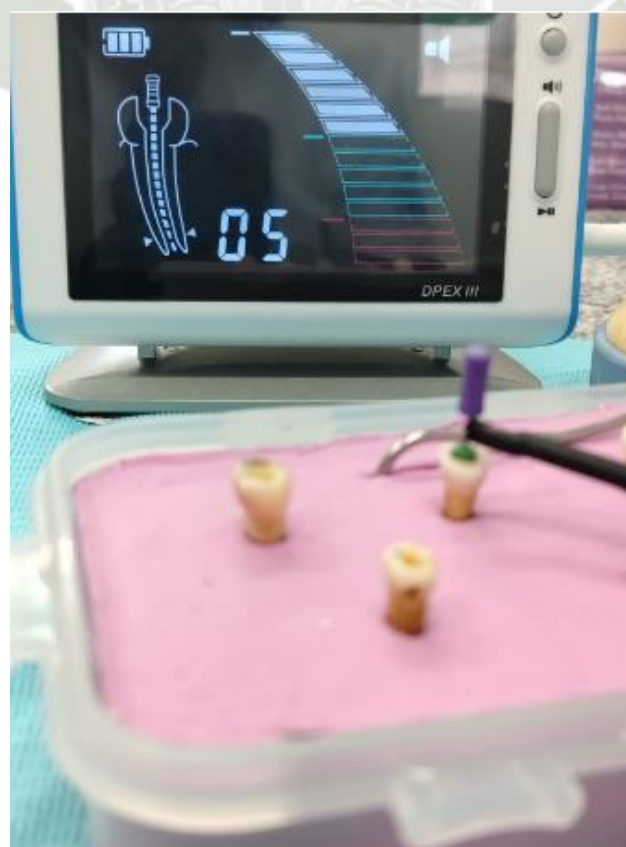
**Imagen N°03:** Determinación de la longitud de real de diente (marca 0.0) con localizador apical DPEX III



**Imagen N°04:** Determinación de la longitud de real de diente (marca 0.0) con localizador apical E-PEX PRO



**Imagen N°05:** Determinación de la longitud de trabajo (marca 0.5) con localizador apical DPEX III



**Imagen N°06:** Determinación de la longitud de trabajo (marca 0.5) con localizador apical E-PEX PRO



**Imagen N°07 y N°08:** Determinación de la longitud real de diente usando el método visual

