

REVISIÓN DE LA EVIDENCIA CIENTÍFICA SOBRE PULSIOXIMETRÍA COMO PRUEBA DIAGNÓSTICA DE LA VITALIDAD PULPAR

Review of the scientific evidence on pulse oximetry as a diagnostic test for pulp vitality

López - Torres Gabriela^{*1,2} ; Ruíz - Magallón María de Rosario^{1,3} ; Huerta - Ayala Sonia Elizabeth^{1,4} 

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, C. P58330, Morelia, Michoacán, México

² <https://orcid.org/0009-0003-4256-0313>

³ <https://orcid.org/0009-0009-9085-6139>

⁴ <https://orcid.org/0009-0005-2232-6735>

RESUMEN

Las pruebas tradicionales de sensibilidad térmica y eléctrica en endodoncia han sido ampliamente utilizadas, aunque presentan limitaciones por su carácter subjetivo y su evaluación indirecta del estado vascular. Como respuesta, la pulsioximetría ha surgido como una técnica objetiva y no invasiva que mide la saturación de oxígeno en el tejido pulpar, para conocer el estado de vitalidad del diente. **Objetivo:** Analizar la literatura científica publicada entre 2015 y 2025 sobre el uso de la pulsioximetría como prueba diagnóstica de vitalidad pulpar, identificando sus principales ventajas, limitaciones, aplicaciones clínicas actuales y proyecciones futuras. **Metodología:** Se hizo una revisión de la literatura científica sobre el uso de la pulsometría a partir de 17 artículos científicos extraídos de bases como PubMed, Web of Science, Scopus, Scielo y ResearchGate, y se diseñó una estrategia de búsqueda utilizando descriptores MeSH ((oximetry) AND (diagnosis)) AND (endodontics), en revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios clínicos in vivo. **Resultados:** Los hallazgos evidencian que la pulsioximetría posee alta sensibilidad y especificidad, con resultados particularmente eficaces en dientes inmaduros, traumatizados y restaurados. A pesar de que se han desarrollado sensores personalizados que optimizan la adaptación al diente y mejoran la reproducibilidad diagnóstica, aún persisten desafíos, como la falta de estandarización en los rangos de referencia y la ausencia de dispositivos odontológicos comercialmente regulados. **Conclusiones:** La pulsioximetría como herramienta diagnóstica en la clínica endodóntica es de gran utilidad, pero requiere validación, normativas técnicas claras y protocolos estandarizados para asegurar su aplicación confiable y reproducible.

Palabras clave: Oximetría, Diagnóstico, Endodoncia.

ABSTRACT

Traditional thermal and electrical sensitivity tests in endodontics have been widely used, although they have limitations due to their subjective nature and indirect assessment of vascular status. In response, pulse oximetry has emerged as an objective and non-invasive technique that measures oxygen saturation in pulp tissue, to determine the state of tooth vitality. **Objective:** To analyze the scientific literature published between 2015 and 2025 on the use of pulse oximetry as a diagnostic test for pulp vitality, identifying its main advantages, limitations, current clinical applications and future projections. **Methodology:** A review of the state of the art was carried out from 17 scientific articles extracted from databases such as PubMed, Web of Science, Scopus, Scielo and ResearchGate, and a search strategy was designed using MeSH descriptors ((oximetry) AND (diagnosis)) AND (endodontics), in systematic reviews, meta-analyses and in vivo clinical studies. **Results:** The findings show that pulse oximetry has high sensitivity and specificity, with particularly effective results in immature, traumatized, and restored teeth. Although customized sensors have been developed that optimize adaptation to the tooth and improve diagnostic reproducibility, challenges persist, such as the lack of standardization in reference ranges and the absence of commercially regulated dental devices. **Conclusions:** Pulse oximetry as a diagnostic tool in endodontic practice is highly useful, but requires validation, clear technical regulations, and standardized protocols to ensure its reliable and reproducible application.

Keywords: Oximetry, Diagnosis, Endodontics

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico en endodoncia representa el primer paso hacia un tratamiento exitoso. Un diagnóstico erróneo puede derivar en procedimientos innecesarios o en la omisión de intervenciones urgentes, afectando directamente la salud bucal e incluso, sistémica del paciente. El diagnóstico certero de la vitalidad pulpar es uno de los pilares en la práctica endodóntica, ya que el determinar si la pulpa dental se encuentra vital o necrótica contribuye a la toma de decisiones entre tratamientos conservadores, como la pulpotomía o el recubrimiento pulpar, o procedimientos más invasivos como la pulpectomía. Sin embargo, en la práctica clínica diaria, este diagnóstico puede representar una situación complicada, especialmente cuando se utilizan pruebas de sensibilidad tradicionales que no reflejan de manera objetiva el estado biológico del tejido pulpar.

Las pruebas más frecuentemente empleadas en la actualidad son: la prueba térmica (frío o calor) y la prueba eléctrica, ambas clasificadas como pruebas de sensibilidad. Estas, tienen la desventaja de que no evalúan la vitalidad real de la pulpa, que debe ser entendida como la presencia de flujo sanguíneo, sino que únicamente valora la respuesta neural ante un estímulo. Esto es importante, ya que existen situaciones clínicas en las que la pulpa puede encontrarse vital, pero incapaz de responder a los estímulos sensoriales, generando con ello falsos negativos. (1,2) Por otro lado, al depender de la percepción subjetiva del paciente, estas pruebas no siempre son confiables en pacientes pediátricos o con limitaciones cognitivas. (3,4)

La pulsioximetría, es ampliamente utilizada en medicina para monitorear la saturación de oxígeno en sangre periférica, y en las últimas décadas se ha adaptado a la odontología con el fin de medir la saturación de oxígeno en la microcirculación pulpar mediante sensores ópticos que emiten luz roja e infrarroja. La diferencia en la absorción de esta luz por la hemoglobina oxigenada y desoxigenada permite inferir la vitalidad del tejido pulpar de manera objetiva (5,6).

La evaluación de la vitalidad pulpar mediante pulsioximetría representa una aproximación fisiológica más precisa, especialmente útil en dientes inmaduros, traumatizados o restaurados, donde los métodos tradicionales resultan poco fiables. (1,7-9) La aplicación clínica de esta técnica ha sido probada en múltiples estudios, tanto en dientes temporales como permanentes, en niños y adultos, con resultados satisfactorios que han motivado su investigación a nivel internacional. (10-12)

En odontología, el pulsioxímetro, que es el objeto de esta investigación, ha sido adaptado con soportes personalizados para su uso en cavidad oral y su desempeño se ha evaluado por diversos estudios clínicos, metaanálisis y revisiones sistemáticas. (1,5,13,14)

El propósito de esta revisión es analizar la evidencia científica publicada en la última década sobre el uso de la pulsioximetría como prueba diagnóstica de vitalidad pulpar. Se describen sus fundamentos teóricos, su desempeño clínico comparado con otras pruebas, desarrollos tecnológicos para su aplicación y limitaciones y perspectivas para su incorporación definitiva en la práctica endodóntica.

METODOLOGÍA

Se revisó la literatura científica sobre el uso de la pulsioximetría como prueba de vitalidad pulpar para el diagnóstico endodóntico. La búsqueda sistemática se realizó en bases de datos como PubMed, Web of Science, Scielo, Dialnet y ResearchGate, analizando los fundamentos fisiológicos de la técnica, sus aplicaciones clínicas, la evidencia sobre su eficacia diagnóstica comparada con otros métodos, así como sus principales limitaciones y perspectivas futuras.

Se emplearon los operadores booleanos AND y OR y se diseñó una estrategia de búsqueda utilizando descriptores MeSH: ((oximetry) AND (diagnosis)) AND (endodontics). Los criterios de elegibilidad fueron artículos originales publicados de enero del 2015 a abril del 2025 disponibles en idioma inglés. Se incluyeron revisiones sistemáticas, reporte de casos clínicos y estudios in vitro. Se excluyeron publicaciones sin respaldo científico, artículos con acceso restringido. Se analizaron un total de 25 artículos.

Pulsioximetría en el diagnóstico endodóntico

La distinción entre una pulpa vital inflamada y una necrótica define la elección entre tratamientos. Las pruebas convencionales (térmica y eléctrica) han sido las más utilizadas durante décadas; sin embargo, se fundamentan en la respuesta de las fibras nerviosas del plexo de Raschkow, y no en el estado vascular del tejido pulpar. Esto puede conducir a falsos diagnósticos, especialmente en dientes inmaduros, traumatizados o restaurados, donde la respuesta neural puede estar alterada aún cuando la pulpa se encuentra irrigada. (1,15,16)

La pulsioximetría, es un método óptico basado en la transmisión de luz o la reflexión tiene como objetivo medir el flujo sanguíneo pulpar. (17) Ha surgido como

una alternativa diagnóstica más objetiva, ya que mide directamente la saturación de oxígeno en los tejidos, lo que permite evaluar la vitalidad real, basada en la perfusión sanguínea. El método consiste en emitir luz roja e infrarroja a través de un sensor acoplado al diente y captar la luz absorbida diferencialmente por la hemoglobina oxigenada y desoxigenada. Este principio ha sido validado en diversos estudios clínicos y experimentales, confirmando que la pulsioximetría refleja fielmente la oxigenación pulpar en condiciones tanto sanas como patológicas. (5,6,15)

En una revisión sistemática del 2021 se recopiló información de más de una década de evidencia sobre el uso de pulsioximetría en odontología, concluyendo que se trata de una herramienta precisa, reproducible y clínicamente aplicable, con alta sensibilidad y especificidad.(5) Esta conclusión fue reforzada mediante un metaanálisis que evaluó su rendimiento diagnóstico frente a métodos tradicionales, mostrando valores superiores al 90% de precisión global. (15) De forma similar, se identificó que la técnica proporciona resultados fiables incluso en dientes inmaduros o con historia de trauma en niños y adolescentes.(3)

La pulsioximetría se ha mostrado útil con dientes inmaduros, restauraciones extensas, recubrimientos pulpares, lesiones traumáticas recientes y evaluación en pacientes pediátricos o con discapacidades. En una revisión sistemática comparativa (16), destacaron que la pulsioximetría se encuentra entre las pruebas con mayor fiabilidad diagnóstica para evaluar la salud pulpar. Aun así, señalaron que su implementación requiere superar retos como la estandarización de valores de referencia, la calibración entre dispositivos y la validación normativa en contextos regulatorios. En otro estudio, compararon un pulsioxímetro convencional con otro conectado a un smartphone, los hallazgos mostraron que ambos proporcionan cifras confiables, sin embargo, el pulsioxímetro convencional registro saturación de oxígeno superior.(18)

Precisión diagnóstica frente a métodos convencionales

Las pruebas tradicionales detectan la integridad de las fibras nerviosas. No obstante, un diente puede presentar respuesta positiva a una prueba eléctrica pese a estar parcialmente necrótico, o puede no responder a pesar de estar irrigado, como ocurre en dientes jóvenes o traumatizados.(5,15)

En contraste, la pulsioximetría, ofrece un método diagnóstico que se basa en la medición de un parámetro fisiológico: la saturación de oxígeno en el tejido pulpar. Esta medición refleja con mayor precisión el estado real de vitalidad del diente, independientemente de la respuesta neural. En estudios clínicos y sistemáticos recientes, esta diferencia se ha traducido en mayor sensibilidad y especificidad para detectar necrosis o vitalidad real de la pulpa. (3,15,16)

En su metaanálisis de estudios comparativos, reportaron que la pulsioximetría tuvo una sensibilidad del 94% y una especificidad del 90%, superando a la prueba eléctrica (83% y 70% respectivamente) y a la prueba térmica (75% y 69%).(15) Estos hallazgos se reforzaron en población pediátrica, concluyendo que la pulsioximetría es especialmente útil en dientes con ápices abiertos, donde las pruebas de sensibilidad suelen fallar. Además, observaron que la pulsioximetría tiene la ventaja de no ser invasiva (sin dolor), lo que favorece su aceptación por parte de niños y cuidadores.(3)

En un ensayo clínico comparativo entre pulsioximetría y pruebas de sensibilidad en dientes maduros e inmaduros, encontraron que la pulsioximetría fue la única prueba que logró resultados consistentes en ambos grupos.(7) Este hallazgo es relevante, ya que las pruebas de sensibilidad suelen tener bajo rendimiento en dientes inmaduros debido a la escasa mielinización de las fibras nerviosas.

En otro estudio(4), evaluaron el uso conjunto de pulsioximetría, prueba térmica y prueba eléctrica, concluyendo que la combinación no mejora sustancialmente la precisión cuando la pulsioximetría se aplica correctamente con soporte personalizado, ya que logra discriminar de forma confiable entre pulpas vitales y necróticas, mientras que las otras pruebas pueden generar confusión diagnóstica, de manera particular en dientes recientemente traumatizados.(4)

Un metaanálisis que comparó múltiples pruebas diagnósticas de vitalidad y sensibilidad también posicionó a la pulsioximetría como una de las técnicas más confiables. En este estudio, destacaron su alta tasa de concordancia con hallazgos histológicos y su bajo porcentaje de falsos positivos, especialmente en dientes con lesiones periapicales o restauraciones extensas. De hecho, en los estudios in vivo evaluados, la pulsioximetría logró diferenciar entre inflamación reversible y necrosis, algo que las pruebas de sensibilidad no pueden lograr por su naturaleza dicotómica. (16)

Se ha reportado que la pulsioximetría presenta mejor correlación con hallazgos radiográficos. Por ejemplo, se observó que los niveles de saturación de oxígeno se correlacionaban negativamente con la presencia de rarefacciones apicales y positivamente con la integridad estructural del diente, lo que sugiere su posible uso como indicador complementario del estado periapical.(2)

Innovaciones tecnológicas en sensores y dispositivos adaptados

En términos de ingeniería biomédica, se diseñó un prototipo experimental de pulsioxímetro específico para odontología, incluyendo un sistema de acoplamiento óptico optimizado y una interfaz digital para lectura directa. Aunque se encontraba en fase de validación, este desarrollo fue pionero al plantear un dispositivo integral para el diagnóstico pulpar basado en principios odontológicos. El prototipo mostró resultados preliminares promisorios y planteó una ruta tecnológica factible hacia dispositivos comerciales específicos.(14)

En esta búsqueda, un grupo de investigadores diseñó un soporte personalizado hecho con resina acrílica que permite adaptar el sensor del pulsioxímetro de forma estable a la superficie vestibular y palatina de dientes anteriores. Su estudio in vivo mostró que el dispositivo mejoraba significativamente la repetibilidad de las lecturas y permitía diferenciar entre dientes vitales y necróticos con una alta sensibilidad (92%) y especificidad (89%).(6) En una segunda publicación del mismo grupo (2020), evaluaron la eficacia de una versión mejorada del soporte, observando que los valores de saturación de oxígeno obtenidos con el sensor personalizado mostraban una alta correlación con el diagnóstico clínico y radiográfico del estado pulpar.(4).

Por su parte, en el 2021 se desarrolló un soporte universal impreso en 3D, con capacidad de adaptación a distintos tipos de dientes (anteriores y posteriores) sin necesidad de ajustes individuales. Su investigación demostró que este diseño, además de ser fácil de desinfectar y reutilizar, permite reducir significativamente el tiempo para su aplicación y mejora la comodidad del paciente. La tasa de éxito en la obtención de lecturas válidas fue del 96%, incluso en molares permanentes.(1)

Otro estudio abordó el uso de sensores modificados en dientes inmaduros con ápices abiertos, donde las condiciones anatómicas dificultan aún más el contacto del sensor con el tejido. Sus resultados mostraron que los dispositivos adaptados a la morfología de los dientes jóvenes

podían detectar niveles de oxigenación pulpar significativamente superiores a los de dientes necróticos, lo que valida su aplicabilidad también en odontopediatría y traumatología.(8)

Se han propuesto rangos de saturación de oxígeno en dientes vitales de entre 84% y 96%, con umbrales por debajo del 78% sugerentes de necrosis. Si bien estos valores aún deben validarse en poblaciones más amplias y dispositivos comerciales, ofrecen una base diagnóstica útil para futuras investigaciones y guías clínicas.(2)

Aplicaciones clínicas específicas y poblaciones especiales

Uno de los usos más documentados es el de la evaluación de la vitalidad pulpar en dientes con ápices abiertos, como los de niños y adolescentes. Investigadores identificaron que, la pulsioximetría tiene mayor sensibilidad en dientes inmaduros que las pruebas eléctricas, las cuales dependen de fibras nerviosas aún no mielinizadas.(3,18) De hecho, reportaron que, en dientes inmaduros, la pulsioximetría tuvo una tasa de éxito del 100%, mientras que la prueba eléctrica falló en el 65% de los casos.(7)

En un estudio clínico en esta población, midieron la saturación de oxígeno en dientes temporales y permanentes de niños sanos. Encontraron que los valores en dientes temporales oscilaron entre 84% y 92%, y en dientes permanentes entre 88% y 95%, confirmando la viabilidad de la técnica en odontopediatría. Además, se observó una variabilidad relacionada con la edad, lo que sugiere la necesidad de establecer rangos de referencia diferenciados por grupo etario.(12)

En este mismo sentido, otro estudio demostró la posibilidad de establecer la SpO₂ en la pulpa sana en dientes primarios de niños, encontrando una saturación mínima: 83,48 %.(19)

Otro estudio demostró que la pulsioximetría podía detectar la oxigenación en dientes traumatizados que no respondían a estímulos eléctricos ni térmicos, evitando diagnósticos erróneos de necrosis y tratamientos innecesarios.(6)

En dientes sometidos a tratamientos pulpares conservadores, como recubrimientos directos o pulpotomías parciales, la pulsioximetría permite monitorizar la evolución del tejido pulpar tratado y verificar si la irrigación se mantiene, aportando una herramienta de seguimiento postoperatorio objetiva.(2,8) Si bien aún se requieren

más estudios longitudinales, los resultados preliminares de estudios apoyan esta potencial utilidad.

Un estudio resaltó que, en dientes con coronas temporales o restauraciones proximales profundas, la pulsioximetría mostró tasas de detección superiores al 90%, superando ampliamente a las pruebas convencionales.(16)

Asimismo, algunos estudios han explorado su aplicación en pacientes con discapacidad intelectual, autismo o ansiedad dental severa, donde la colaboración con pruebas de estímulo es limitada. Aunque la evidencia aún es escasa, los estudios reconocen que la simplicidad y rapidez de la técnica la hacen ideal para estas poblaciones, especialmente en entornos escolares o comunitarios.(2,5)

Comparaciones con Láser Doppler, pruebas térmicas y eléctricas

En un estudio comparativo entre LDF y pulsioximetría, encontraron que ambos métodos coincidieron en el diagnóstico del 94% de los casos, aunque señalaron que la pulsioximetría fue más práctica para uso clínico diario debido a su portabilidad y facilidad de aplicación.(10)

Otro estudio reportó una precisión del 70% para las pruebas térmicas, comparada con el 92% de la pulsioximetría (cuando se usa con un soporte adecuado).(6) Resultados similares reportó el estudio realizado en niños, arrojando que los valores de SpO₂ en dientes vitales maduros e inmaduros oscilaron entre el 80 % y el 92 %.(20)

Es importante señalar que, la EPT funciona con la estimulación de fibras nerviosas A-delta de conducción rápida (mielínicas), pero no reflejan el estado vascular. En dientes con pulpitis, traumatismos o dientes jóvenes, estas fibras pueden estar comprometidas o inmaduras, proporcionando respuestas erróneas. Un estudio comparó EPT con pulsioximetría, en dientes intactos y con hiperemia pulpar, concluyendo que la pulsioximetría logró diferenciar entre pulpas inflamadas y sanas con mayor exactitud, mientras que EPT presentó una tasa elevada de falsos positivos.(21) Otra investigación, demostró que la pulsioximetría fue la más precisa como prueba de vitalidad pulpar en dientes que requerían tratamiento de conductos (22) En la tabla 1, se hace la comparativa de las pruebas tradicionales y LDF con la pulsioximetría en cuanto a las limitaciones de las técnicas.

Tabla 1. Comparación entre pruebas de vitalidad pulpar según su mecanismo, objetividad y confiabilidad diagnóstica.

Prueba	Mecanismo	Tipo de respuesta	Limitaciones	Objetividad	Estudios representativos
PULSIOXIMETRÍA	Saturación de oxígeno	Fisiológica	Necesita adaptador	Alta	1, 3, 4, 5
PRUEBA TÉRMICA	Estímulo frío/calor	Sensorial	Subjetiva	Baja	7, 13
PRUEBA ELÉCTRICA	Corriente eléctrica	Sensorial	No confiable en traumatismos	Baja	5, 16
DOPPLER LÁSER	Flujo sanguíneo	Fisiológica	Costosa	Alta	11

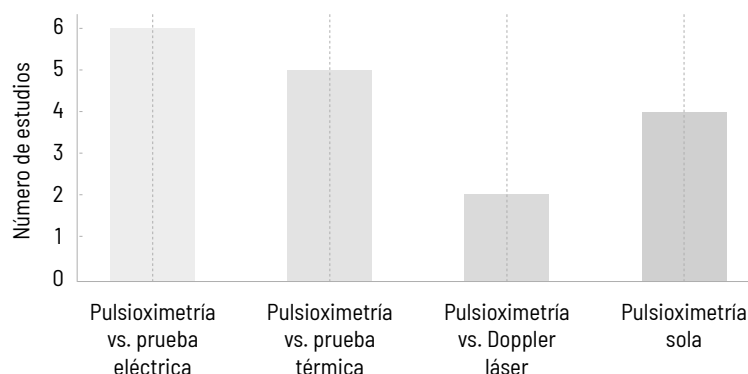
Principales características diagnósticas de pruebas sensoriales y fisiológicas, basado en la literatura científica revisada. (Fuente propia).

El mismo autor demostró que la pulsioximetría tiene mejor repetibilidad interexaminador y menor variabilidad interpaciente, lo cual es básico para generar protocolos clínicos reproducibles.(23)

Un dato interesante proviene de un estudio(11), en el que se midieron los niveles de saturación de oxígeno en dientes con diferentes condiciones pulpares. Los dientes con pulpitis reversible presentaron saturaciones de 85-92%, mientras que los dientes con necrosis mostraron valores inferiores al 78%. Estos valores coincidieron con los ha-

llazgos histológicos, reforzando así que la pulsioximetría permite establecer una escala más fina del estado pulpar, en lugar de una simple clasificación binaria como ocurre con EPT o pruebas térmicas.(11)

De esta manera, y como se observa en la literatura analizada, la comparación de la pulsioximetría con diversos métodos tradicionales como las pruebas eléctrica y térmica, y en menor medida con el LDF, incluso la evaluación de la pulsioximetría de forma aislada se puede resumir en la figura 1.

Figura 1. Distribución de estudios según la prueba comparativa utilizada para evaluar la pulsioximetría.

Pulsioximetría como una alternativa objetiva frente a las pruebas sensoriales convencionales. (Fuente propia).

Limitaciones actuales, rangos de referencia y perspectivas clínicas

Entre las principales limitaciones técnicas destacan: la necesidad de una adaptación precisa del sensor, la interferencia con la luz ambiental, la curvatura dental propia de la anatomía, la presencia de restauraciones reflectantes, la dificultad para mantener el paralelo de los dos diodos emisores de luz durante las pruebas pulpares y la difracción de la luz infrarroja por el esmalte, la dentina y la encía y el movimiento involuntario del paciente durante la medición.⁽²⁴⁾

Varios estudios señalan que la precisión de las lecturas depende en gran medida de la estabilidad del contacto entre el sensor y el diente. Incluso con soportes personalizados, las lecturas pueden variar si no se asegura una colocación perpendicular estable y sin fugas de luz. Esto se evidenció en los estudios en los que se demostró que pequeños desplazamientos del sensor alteraban significativamente los valores de saturación.^(1,6)

Además, la variabilidad anatómica entre los dientes (anteriores, posteriores, temporales y permanentes) implica que no hay un solo rango universal de saturación de oxígeno pulpar. En ese sentido, se propusieron como rangos orientativos entre 84% y 96% para dientes vitales, sin embargo, estos valores dependen del tipo de diente, edad del paciente y condiciones ambientales⁽²⁾, como lo ha demostrado un estudio que analizó la variación en la medición de SpO₂ en función del espesor dentario y el tipo de oxímetro empleado.⁽²²⁾

En el 2022, señalaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedio en dientes temporales y permanentes en niños, lo que sugiere la necesidad

de rangos de referencia diferenciados por edad y tipo de diente.^(2,12)

Otro aspecto complicado es la ausencia de estándares de calibración interdispositivos. Actualmente, los pulsioxímetros utilizados en odontología son adaptaciones de modelos médicos generales. Aunque algunos prototipos han sido diseñados específicamente para uso dental, aún no existen modelos comerciales validados por organismos regulatorios odontológicos.⁽¹⁴⁾

En cuanto a la interpretación clínica, la pulsioximetría carece de algoritmos validados que indiquen qué hacer ante lecturas variables. Esta falta de consenso dificulta su adopción rutinaria por profesionales no familiarizados con el método.

A pesar de estas limitaciones, las expectativas clínicas son favorables. Las revisiones sistemáticas ^(5,16,18), coinciden en que la pulsioximetría representa una de las pruebas más objetivas, indoloras y fácilmente aceptadas por los pacientes, incluyendo niños y personas con fobia dental. ^(5,16,18) Además, se ha sugerido su uso como herramienta de seguimiento longitudinal en tratamientos de regeneración o en terapia vital pulpar.

DISCUSIÓN

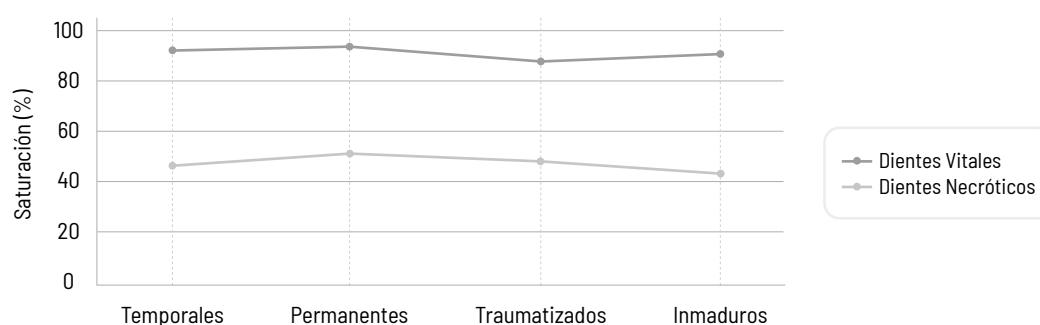
La literatura revisada respalda el uso de la pulsioximetría como una herramienta diagnóstica objetiva⁽³⁾ y no invasiva para evaluar la vitalidad pulpar, especialmente en casos donde las pruebas tradicionales fallan, como en dientes inmaduros o traumatizados. A diferencia de las pruebas térmicas y eléctricas, que evalúan la respuesta neural al estímulo (y no la salud vascular del tejido), la pulsioximetría ofrece una medición directa de la saturación de oxígeno, lo cual resulta más coherente con la defini-

ción fisiológica de vitalidad pulpar. Sin embargo, aún persisten limitaciones técnicas, como la falta de sensores específicos para uso dental y la necesidad de establecer valores de referencia estandarizados.

Los metaanálisis realizados^(5,16,18), coinciden en que la pulsioximetría supera en sensibilidad y especificidad a las pruebas de sensibilidad tradicionales, con tasas de acierto superiores al 90% en diversos escenarios clínicos. Además, un estudio destaca que la pulsioximetría fue particularmente superior en casos de traumatismos recientes y dientes inmaduros, donde los falsos negati-

vos son comunes con las pruebas térmicas o eléctricas.⁽¹⁶⁾ Incluso se demostró que no afectó las lecturas de saturación de oxígeno (SpO_2) obtenidas mediante oximetría de pulso.⁽²⁵⁾ Es claro que, los valores de saturación obtenidos mediante pulsioximetría se correlacionan directamente con el estado de vascularización pulpar. Como se muestra en la figura 2, los dientes con pulpas vitales presentan niveles significativamente más altos de oxígeno, incluso en casos clínicos donde las pruebas tradicionales podrían arrojar resultados ambiguos. Este hallazgo refuerza la utilidad de la pulsioximetría como herramienta diagnóstica fisiológicamente fundamentada.

Figura 2. Saturación promedio de oxígeno pulpar en dientes vitales y no vitales según el tipo de diente.



Efectividad de la técnica para el diagnóstico pulpar. (Fuente propia).

Uno de los principales avances metodológicos reportados en los últimos años ha sido la creación de soportes personalizados para los sensores. Un estudio describe el diseño de un adaptador universal que mejora significativamente la estabilidad del sensor en el diente, disminuyendo el riesgo de interferencias por luz ambiental o movimientos involuntarios del paciente.⁽¹⁾ Esta innovación es concluyente, ya que múltiples estudios^(7,8), han demostrado que el éxito diagnóstico de la pulsioximetría depende, en gran medida, del contacto preciso y firme entre el sensor y la estructura dental.

Se realizó un estudio clínico en niños, determinando rangos específicos de saturación en dientes temporales (84-92%) y permanentes jóvenes (88-95%).⁽¹²⁾ Estos hallazgos coinciden con algunos previos^(2,8), quienes resaltan la importancia de establecer valores de referencia diferenciados según edad, tipo de diente y las diversas condiciones clínicas en las que se puede presentar cada caso.

Otro punto relevante es la comparación con el LDF. Un estudio⁽¹⁰⁾, sugiere una coincidencia diagnóstica de más del 90% entre ambas técnicas, aunque señala que la pulsioximetría es mucho más práctica, económica y

adaptable a contextos clínicos cotidianos. A su vez, otros estudios han puesto en evidencia la mayor confiabilidad y objetividad de la pulsioximetría frente a la EPT, especialmente en dientes con hiperemia, restauraciones extensas o en pacientes con umbrales alterados de sensibilidad.^(21,23)

Además de su aplicabilidad diagnóstica, varios autores han subrayado su potencial como herramienta de monitoreo postoperatorio. Por ejemplo^(6,11), utilizaron la pulsioximetría para evaluar la evolución de dientes tratados con procedimientos conservadores, encontrando correlaciones entre la saturación de oxígeno y el estado clínico del diente en revisiones subsecuentes.

En cuanto a innovación tecnológica, se ha documentado el desarrollo de un prototipo de pulsioxímetro odontológico, evidenciando una línea de trabajo enfocada en dispositivos más precisos y ergonómicos para el entorno bucal.⁽¹⁴⁾ Este tipo de esfuerzos son indispensables para superar uno de los principales obstáculos identificados^(5,13), que es la falta de dispositivos diseñados específicamente para la anatomía dental, lo cual limita la reproducibilidad y la estandarización clínica.

A pesar de su potencial, la técnica aún presenta limitaciones. Entre las más relevantes se encuentran la variabilidad de lecturas por interferencias ópticas, la dependencia de soportes bien adaptados y la falta de normativas internacionales que regulen su uso odontológico. Estas restricciones, señaladas por múltiples autores, deben ser abordadas en investigaciones futuras para consolidar su adopción en la práctica odontológica.^(2,6)

Por otro lado, está el indiscutible nivel de aceptación por parte de los pacientes.^(16,18) La técnica es indolora, rápida y no invasiva; estos beneficios la hacen ideal para pacientes pediátricos, adultos mayores y personas con algún tipo de discapacidad intelectual. Además, se ha planteado su aplicabilidad en entornos de salud pública, al no requerir materiales desechables costosos ni infraestructura compleja.⁽²⁾

CONCLUSIONES

La pulsioximetría es una técnica diagnóstica objetiva, confiable y no invasiva para la evaluación de la vitalidad pulpar, ya que permite una medición directa de la oxigenación sanguínea en el tejido pulpar.

Los estudios revisados coinciden en que esta técnica posee una alta sensibilidad y especificidad, especialmente ante dientes inmaduros, traumatizados o restaurados. Por su carácter indoloro y rápido, resulta muy útil en población pediátrica. No obstante, su implementación y precisión de resultados se complica por la necesidad de dispositivos específicamente diseñados para la cavidad oral y la falta de rangos de referencia y protocolos estandarizados que guíen su interpretación e integración en el diagnóstico cotidiano.

La evidencia actual respalda el uso de la pulsioximetría en el diagnóstico pulpar, ya que presenta alta sensibilidad y especificidad para la medición de la oxigenación.

Referencias Bibliográficas:

- Grabliauskienė Ž, Zamaliauskienė R, Lodienė G. Pulp vitality testing with a developed universal pulse oximeter probe holder. *Medicina (Lithuania)*. el 1 de enero de 2021;57(2):1-8.
- Lambert P, Miguens SAQ, Solda C, Sganzerla JT, Reichert LA, Estrela C, et al. Reference values for pulp oxygen saturation as a diagnostic tool in endodontics: a systematic review and meta-analysis. *Restor Dent Endod*. 2020;45(4).
- Sabharwal RJ, Dhull KS, Dutta B, Devraj IM, Surana P, Misra A, et al. Evaluation of Pulp Vitality Using Pulse Oximetry: A Systematic Review and Meta-analysis. Vol. 18, *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd; 2025. p. 479-86.
- Janani K, Ajitha P, Sandhya R, Subbaiyan H, Jose J. Efficiency of new custom-made pulse oximeter sensor holder in assessment of actual pulp status. *J Family Med Prim Care*. 2020;9(7):3333.
- Almudever-García A, Forner L, Sanz JL, Llena C, Rodríguez-Lozano FJ, Guerrero-Gironés J, et al. Pulse oximetry as a diagnostic tool to determine pulp vitality: A systematic review. Vol. 11, *Applied Sciences (Switzerland)*. MDPI AG; 2021.
- Janani K, Palanivelu A, Sandhya R. Diagnostic accuracy of dental pulse oximeter with customized sensor holder, thermal test and electric pulp test for the evaluation of pulp vitality: An in vivo study. *Braz Dent Sci*. el 1 de enero de 2020;23(1).
- Çağırır Dindaroğlu F, Özay Güngör N. Comparison of the vitality test with sensitivity tests in mature and immature teeth: clinical trial. *BMC Oral Health*. el 1 de diciembre de 2024;24(1).
- Bargrizan M, Ashari MA, Ahmadi M, Ramezani J. The use of pulse oximetry in evaluation of pulp vitality in immature permanent teeth. *Dental Traumatology*. el 1 de febrero de 2016;32(1):43-7.
- Caldeira CL, Barletta FB, Ilha MC, Abrão CV, Gavini G. Pulse oximetry: a useful test for evaluating pulp vitality in traumatized teeth. *Dental Traumatology*. el 1 de octubre de 2016;32(5):385-9.
- Comparing Pulse Oximetry and Laser Doppler Flowmetry as a Diagnostic Tool for Pulpal Vitality.
- Anusha B, Madhusudhana K, Chinni SK, Paramesh Y. Assessment of pulp oxygen saturation levels by pulse oximetry for pulpal diseases -a diagnostic study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. el 1 de septiembre de 2017;11(9):ZC36-9.
- Ignă A, Rusu D, Ogodeanu E, Dinu Ștefania, Boariu M, Voicu A, et al. Age-Related Variation of Pulpal Oxygen

- Saturation in Healthy Primary and Permanent Teeth in Children: A Clinical Study. *J Clin Med*. el 1 de enero de 2023;12(1).
13. Elron E, Bromiker R, Gleisner O, Yosef-Hai O, Goldberg O, Nitzan I, et al. Overestimation of Oxygen Saturation Measured by Pulse Oximetry in Hypoxemia. Part 1: Effect of Optical Pathlengths-Ratio Increase. *Sensors*. el 1 de febrero de 2023;23(3).
 14. Cerqueira M, Ferreira M, Caramelo F. Development and initial testing of a pulse oximetry prototype for measuring dental pulp vitality. En: *Journal of Physics: Conference Series*. Institute of Physics Publishing; 2015.
 15. Gupta D, Shaw AK, Gaikwad A, Kale P, Deshpande SM, Gachake A. The Diagnostic Accuracy of Pulse Oximetry for Assessing Pulp Vitality: A Systematic Review. *Cureus*. el 3 de enero de 2025;
 16. Patro S, Meto A, Mohanty A, Chopra V, Miglani S, Das A, et al. Diagnostic Accuracy of Pulp Vitality Tests and Pulp Sensibility Tests for Assessing Pulpal Health in Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 19, *International Journal of Environmental Research and Public Health*. MDPI; 2022.
 17. Briseño Marroquín B, Borgschulte M, Savic A, Ertl TP, Wolf TG. Pulp Vitality Diagnosis by Means of an Optical Pulp Scanning Device. *Dent J (Basel)*. el 1 de octubre de 2024;12(10).
 18. Caldeira CL, Díaz Zamalloa SI, Guimaro Sakitani CR, Barletta FB, Holzhausen M. Clinical Validation of Smartphone-Enabled Pulse Oximetry for Objective Pulp Vitality Assessment: A Diagnostic Accuracy Study. *J Endod [Internet]*. el 24 de octubre de 2025; Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2025.09.003>
 19. Saikiran K, Gurunathan D, Elicherla S, Mallineni S, Nuvvula S. Pulp oxygen saturation measurement as a diagnostic tool for assessing pulp status in primary teeth: A systematic review and meta-analysis. Vol. 40, *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2022. p. 349-55.
 20. Bux M, Adam M. Accuracy of vitality and sensibility testing in mature and immature anterior teeth: a clinical trial. *Evid Based Dent [Internet]*. 2024;25(3):158-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41432-024-01054-y>
 21. Kosturkov D, Uzunov T. Pulse Oximetry and Electric Pulp Test in Intact Teeth and Teeth with Hyperaemia Pulpae. *Acta Medica Bulgarica*. el 1 de octubre de 2017;44(2):10-3.
 22. Farughi A, Rouhani A, Shahmohammadi R, Jafarzadeh H. Clinical comparison of sensitivity and specificity between sensibility and vitality tests in determining the pulp vitality of mandibular premolars. *Australian Endodontic Journal*. el 1 de diciembre de 2021;47(3):474-9.
 23. Kosturkov D, Uzunov T, Grozdanova R, Ivancheva V. EVALUATION OF CONDITION OF THE PULP BY PULSE OXIMETRY. *Journal of IMAB - Annual Proceeding (Scientific Papers)*. el 21 de diciembre de 2015;21(4):1003-7.
 24. Hartmann Kasper R, Coelho R, Augusto S, Miguens-Jr Q, Grazziotin-Soares R, Branco Barletta F. Pulse oximetry as a dental pulp test: A scoping review to identify barriers hindering the use of oximeters in clinical practice. *Saudi Dent J [Internet]*. 2024;36:262-9. Disponible en: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/3GQCE>
 25. Santana MLL, Ribeiro TE, Silva JA, de Alencar AHG, Novais VR, Estrela C, et al. Does irradiation of the tooth structure interfere with oxygen saturation measured by pulse oximetry?—An ex vivo laboratory study. *Australian Endodontic Journal [Internet]*. el 1 de septiembre de 2023;49(S1):419-25. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/aej.12758>

Recibido: 29 de agosto 2025

Aceptado: 17 de octubre 2025

Publicado: