ISSN-e: 2542-3401
Período: julio-septiembre, 2025

Universidad, Ciencia y Tecnología
Vol. 29, Número 128. (pp. 82-91)

Artículo de revisión bibliográfica

https://doi.org/10.47460/uct.v29i128.990

# Métodos innovadores para la detección temprana del cáncer oral: una revisión sistemática

Raúl Antonio Rojas Ortega*
https://orcid.org/0000-0002-0165-7501
raul.rojas@uwiener.edu.pe
Universidad Norbert Wiener
Lima, Perú

Marya Graciela Barzola Loayza
https://orcid.org/0000-0002-1763-4857
marya.barzola@upsjb.edu.pe
Universidad Privada San Juan Bautista
Lima, Perú

Christian Esteban Gómez Carrión
https://orcid.org/0000-0001-9698-3176
christian.gomez@uwiener.edu.pe
Universidad Norbert Wiener
Lima, Perú

Ruth Asela Saravia Alviar
https://orcid.org/0000-0001-5065-5863
asela.saravia@unica.edu.pe
Universidad Nacional San Luis Gonzaga
Ica,Perú

*Autor de correspondencia: raul.rojas@uwiener.edu.pe*

Recibido (27/07/2025), Aceptado (26/08/2025)

**Resumen.** El cáncer oral es el sexto tipo de cáncer más común y el causante de miles de muertes a nivel mundial debido a diversas limitaciones durante el diagnóstico y tratamiento. Frente a esto, es necesario agilizar los procesos para lograr un diagnóstico temprano y evitar su proliferación. La presente revisión buscó explorar la aplicación de herramientas tecnológicas para el desarrollo de métodos novedosos que permitan una detección temprana del cáncer oral, así como las oportunidades de mejora. A partir de esto, la revisión sistemática fue desarrollada tomando en consideración los lineamientos del método PRISMA, recopilando un total de 50 artículos. Los resultados obtenidos destacan el uso de avances tecnológicos como inteligencia artificial, biomarcadores, y herramientas no invasivas como la fluorescencia óptica. Aunque estos avances mostraron un alto potencial para la detección temprana del cáncer oral, aún se requiere de mayor investigación para lograr su implementación práctica [1], [2].

**Palabras clave:** cáncer oral, detección temprana, inteligencia artificial, biomarcadores salivales.

# Innovative Methods for Early Detection of Oral Cancer: A Systematic Review

**Abstract.** Oral cancer is the sixth most common type of cancer and is responsible for thousands of deaths worldwide due to various limitations during diagnosis and treatment. Therefore, it is necessary to streamline processes to achieve early diagnosis and prevent its spread. This review aimed to explore the application of technological tools for the development of novel methods that enable early detection of oral cancer, as well as opportunities for improvement. The systematic review was carried out following the PRISMA method guidelines, compiling a total of 50 articles. The results highlight the use of technological advances such as artificial intelligence, biomarkers, and non-invasive tools like optical fluorescence. Although these advances showed high potential for the early detection of oral cancer, further research is still required to achieve practical implementation [1], [2].

**Keywords:** oral cancer, early detection, artificial intelligence, salivary biomarkers.

# I. INTRODUCCIÓN

El cáncer representa uno de los principales problemas de salud pública, con millones de casos a nivel mundial actualmente, y con estimaciones para el año 2035 que prevén un aumento en dicha cifra hasta 24 millones de personas afectadas [1]. Dentro de los distintos tipos, se resalta el cáncer oral, un tipo de tumor maligno que aparece en el labio o la cavidad oral y es generado principalmente por lesiones premalignas. Su importancia radica en que este tipo de cáncer es de los más comunes en las personas, siendo el sexto más común a nivel mundial, e incluso la tercera causa de muerte en regiones como Latinoamérica. Esto debido a que el tratamiento del cáncer oral está actualmente caracterizado por problemas como detecciones tardías, pronósticos inexactos, tratamientos costosos, entre otros, los cuales impiden combatir exitosamente esta enfermedad [2].

Lo preocupante de esta situación es que el cáncer oral es perfectamente tratable si es detectado a tiempo a través de los exámenes necesarios. Esto a su vez resalta la importancia de mejorar los métodos de detección temprana de dicha enfermedad, un avance que reduciría drásticamente sus índices de mortalidad [2]. Frente al cáncer oral, se ha priorizado la prevención con una serie de medidas que se enfocan principalmente en la educación en salud, e incluyen la difusión de información acerca de los factores de riesgo y los efectos de dicha enfermedad, además de las técnicas de detección disponibles. Dichos factores de riesgo incluyen prácticas nocivas para la salud como el consumo excesivo de tabaco o bebidas alcohólicas, e incluso existe una relación entre ser portador del virus del papiloma humano (VPH) y la posibilidad de contraer cáncer oral [3].

Frente a esta problemática, las medidas actuales de detección temprana incluyen el análisis clínico de las lesiones que puedan aparecer en la cavidad oral, frente a la falta de indicios que permitan predecir la aparición de trastornos malignos en esta zona [4]. Aunque métodos como la biopsia quirúrgica o la histología se han mantenido como los más efectivos para la detección del cáncer oral, el deseo de agilizar el diagnóstico ha llevado a los científicos a buscar desarrollar nuevos métodos que permitan la detección temprana de esta enfermedad [3]. Esto ha llevado a la implementación de tecnología dentro de este proceso, un cambio que ya se viene dando en el ámbito de la salud y que se conoce como *e-health* en inglés. Dichos avances abren las puertas para el desarrollo de métodos novedosos mediante tecnología móvil o inteligencia artificial.

En términos generales, una detección temprana de cualquier enfermedad es fundamental para frenar su avance, evitar complicaciones y prevenir potenciales efectos negativos en la salud del paciente. Respecto al cáncer oral, cuando este problema llega a extenderse lo suficiente, los tratamientos para combatirla pueden requerir cambios significativos a nivel estético en la cara, además de generar dificultades para hablar e incluso para consumir alimentos, lo que a su vez puede impactar negativamente en la autoestima de la persona [4]. Por ello, detectar a tiempo este problema podría evitar estos efectos perjudiciales para la persona, además de posibles consecuencias fatales, dado que ya no serían necesarias intervenciones quirúrgicas invasivas que impacten negativamente en su calidad de vida [3].

El cáncer oral es una grave enfermedad que cada año se cobra miles de vidas a nivel mundial, por lo cual es fundamental aprovechar las tecnologías disponibles para detectar este problema a tiempo [3]. Por ello, el objetivo de la presente revisión sistemática fue explorar la aplicación de herramientas tecnológicas para el desarrollo de métodos novedosos que permitan una detección temprana del cáncer oral. Del mismo modo, se buscó analizar el impacto actual de dichos métodos y las oportunidades de mejora.

# II. DESARROLLO

Se denomina cáncer oral a la aparición de tumores o neoplasias malignas de células escamosas en alguna región de la cavidad oral, como pueden ser los labios, encías, paladar, mucosa oral, lengua, entre otros. Se resaltan los labios y la lengua como los principales lugares donde se puede generar esta enfermedad [2]. Este tipo de cáncer aparece principalmente en personas mayores de 50 años, siendo más común en hombres que en mujeres. Entre los factores de riesgo, se encuentran prácticas como el consumo de alcohol o tabaco, la exposición prolongada a luz natural o artificial, y la mala higiene bucal. Del mismo modo, es conocida la existencia de una asociación entre el Virus del Papiloma Humano (VPH), en particular los subtipos 16 y 18, y el desarrollo de cáncer, no solo en la cavidad oral, sino también en zonas genitales [5].

El cáncer oral es una enfermedad con presencia en todo el mundo, aunque en distintas proporciones, siendo el continente europeo, y el sur y sudeste asiático las regiones con mayor cantidad de casos. Otras regiones como América Latina no se quedan atrás, pues también presentan una cifra alta de personas con este padecimiento [1]. Aunque desigual, esta distribución mundial la vuelve el cuarto cáncer más común, y con una alta mortalidad, principalmente en personas de escasos recursos. Aunado a esto, se

pronostica un aumento del 48% en la mortalidad de este tipo de cáncer respecto al año 2020 [5]. Dicho aumento es preocupante, no solo por el evidente impacto negativo en la calidad de vida de las personas, sino porque el cáncer oral puede ser tratado exitosamente sólo si es detectado a tiempo, mientras que, en la realidad, la mayoría de los casos son diagnosticados en etapas avanzadas, cuando ya es más difícil controlarla [4].

Frente a esto, el método más difundido para la detección temprana del cáncer oral consiste en realizar un examen clínico mediante inspección y palpación, a través del cual se pueden detectar lesiones dentro de la cavidad oral que presenten indicios de tumores malignos para su posterior evaluación y derivación [1]. Esta examinación clínica es fundamental para reducir la mortalidad del paciente, pues mediante esta práctica, se detectan hasta el 99% de los casos de cáncer oral. Las lesiones que generen sospechas son tratadas y posteriormente analizadas mediante una biopsia, siendo este el método más efectivo para confirmar la presencia de tumores malignos en la cavidad oral [3]. Por ello, el entrenamiento y las capacidades de los odontólogos juegan un rol fundamental en la prevención de esta enfermedad, dado que estos profesionales son los encargados de detectarla y tratarla a tiempo, antes que se vuelva un problema mayor.

## III. METODOLOGÍA

Este trabajo tuvo como finalidad el desarrollo de una revisión sistemática de la literatura bajo los lineamientos establecidos por la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Esto debido a que es la más aceptada y utilizada para la realización de este tipo de trabajos, y permite una búsqueda más especializada en la temática de interés [6]. Esta revisión recopiló información respecto al estado actual de los métodos innovadores para la detección temprana del cáncer oral, enfocados en agilizar los resultados clínicos y mantener la calidad de vida de los pacientes. Del mismo modo, se buscó analizar los avances tecnológicos más recientes orientados a este objetivo y su potencial para superar a las técnicas tradicionales.

La búsqueda bibliográfica requerida para esta revisión se realizó considerando artículos publicados entre el 2019 y el 2024, con lo cual fue posible recopilar información actualizada acerca del cáncer oral y los métodos novedosos que se están desarrollando para detectarla a tiempo. Para llevar a cabo dicha búsqueda, se utilizaron cuatro bases de datos: Scielo (Scientific Electronic Library Online), Dialnet (Difusión de Alertas en la Red), ScienceDirect y PubMed. Estas bases de datos permiten el acceso a una gran cantidad de artículos, además de que algunas están enfocadas en el área de salud, dada la temática de interés. Además, se utilizaron sus motores de búsqueda para realizar la recopilación de artículos mediante el uso de palabras clave como *"cáncer oral"*, *"detección temprana"*, *"odontología"*, *"tecnología"*, entre otras. Estas a su vez se combinaron en sentencias de búsqueda mediante operadores booleanos de tipo **AND** u **OR**, para una recopilación más precisa.

Como resultado de la búsqueda realizada en estas tres bases de datos, se recopiló inicialmente un total de 1022 publicaciones, las cuales fueron almacenadas con ayuda del gestor bibliográfico Zotero. Dicho gestor también resultó útil para la eliminación de duplicados dentro de este grupo inicial, es decir, artículos encontrados más de una vez en bases de datos distintas. Para continuar con el proceso de selección dentro de este nuevo grupo sin duplicados, se procedió a aplicar los criterios de inclusión y exclusión enunciados en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Criterios de inclusión y exclusión

| **Criterios de inclusión** | **Criterios de exclusión** |
|---|---|
| Publicaciones realizadas en español e inglés. | Publicaciones realizadas en otros idiomas. |
| Publicaciones provenientes de ScienceDirect, PubMed, Scielo y Dialnet. | Publicaciones provenientes de otras bases de datos. |
| Publicaciones enfocadas en los métodos de detección temprana de cáncer oral. | Publicaciones enfocadas en métodos tradicionales de detección, o en otros padecimientos de la cavidad oral. |
| Publicaciones realizadas entre 2019 y 2024. | Publicaciones realizadas en el año 2018 o antes. |
| Publicaciones de revisión e investigación. | Capítulos de libro, ensayos, monografías, tesis, etc. |

La aplicación de dichos criterios permitió reducir el grupo de publicaciones hasta una cantidad de 118 artículos. Finalmente, estas publicaciones fueron revisadas a mayor profundidad, mediante una revisión de texto completo, con el objetivo de determinar si eran adecuadas para el presente trabajo. Como resultado de esta última etapa, quedó seleccionado un grupo de 50 artículos que pasaron a formar parte de la revisión sistemática. El proceso de selección realizado se observa a mayor detalle en la Figura 1, siguiendo la metodología PRISMA.

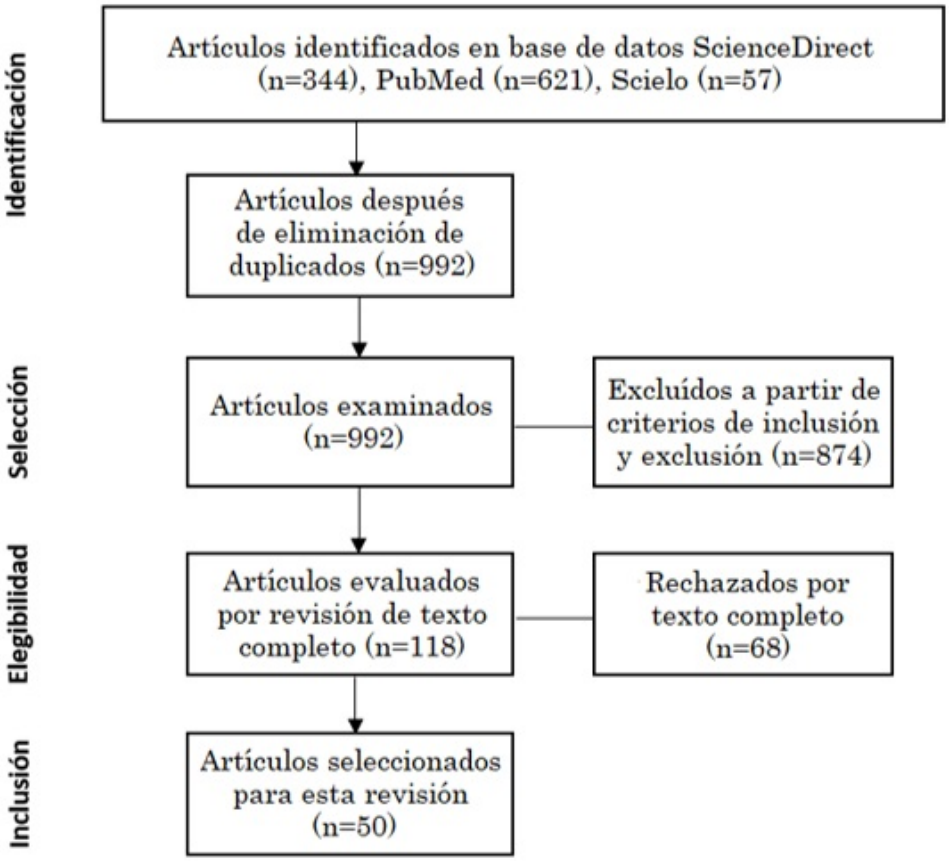


**Fig. 1.** Proceso de selección de publicaciones (Metodología PRISMA).

El proceso de selección mostrado en la Figura 1 permitió la delimitación del grupo final de publicaciones seleccionadas para el desarrollo de la presente revisión sistemática, con un total de 50 publicaciones. Además de almacenar dichas publicaciones en el gestor bibliográfico Zotero, se procedió a realizar una base de datos con ayuda de MS Excel, con la finalidad de registrar la información más relevante de cada publicación y facilitar su posterior análisis.

## IV. RESULTADOS

Se observó que, dentro de los artículos seleccionados, 33 (66,0%) artículos fueron de investigación, mientras que los 17 (34,0%) correspondieron a artículos de revisión, lo que refleja un predominio de investigaciones originales sobre revisiones sistemáticas y narrativas. Adicionalmente, se evidencia que PubMed fue la base de datos de la cual se obtuvo la mayor cantidad de publicaciones recopiladas, con un total de 26 (52,0%) artículos, seguida por ScienceDirect con 19 (38,0%) artículos, y SciELO únicamente con 5 (10,0%) artículos. Se observa principalmente la gran predominancia de bases de datos de alcance mundial, lo cual revela que las principales investigaciones corresponden a países no latinos. Esto destaca una falta de datos de la población latinoamericana, por lo tanto, existe una preocupación por capacitar e investigar en esta población sobre las alternativas de detección del cáncer oral.

Por otro lado, se observó una distribución de publicaciones ligeramente desigual para el periodo 2019–2024. Se aprecia que inicialmente no fueron publicados muchos artículos, mientras que, a partir del año 2020, las cifras aumentan considerablemente durante los próximos años, excepto en 2023. Del mismo modo, se resalta el año 2024 por ser el año con la mayor cantidad recopilada, con 14 (28,0%) artículos, lo cual muestra un gran interés reciente por este tema. El aumento en el interés por combatir el cáncer oral pudo verse impulsado por la llegada de la pandemia por COVID-19, puesto que esta

coyuntura propició el desarrollo de tecnología orientada al área de la salud y, por tanto, al cáncer oral.

Asimismo, se observó la presencia de países ubicados en diversas regiones a lo largo del planeta, entre las cuales se encuentran América, Europa, Asia e incluso África, lo cual muestra un interés global en el tema. Dentro de esta lista de países, resalta India por ser el país con mayor cantidad de publicaciones recopiladas, y con una marcada diferencia frente a los demás, con 17 (34,0%) artículos. A este país le sigue China con 7 (14,0%) artículos, así como Brasil, Estados Unidos y Turquía con 4 (8,0%) artículos cada uno. Estos hallazgos se relacionan no solo con la incidencia de la enfermedad en los respectivos países (India es el país con mayor porcentaje de población con cáncer oral), sino que también destaca la necesidad mundial de buscar soluciones oportunas al cáncer oral, con una mayor participación asiática en comparación con América Latina.

Finalmente, fue posible analizar el contenido de las publicaciones recopiladas y su relación con la temática de interés mediante el software VOSviewer, pues dicho programa puede analizar las palabras clave en distintos idiomas de las publicaciones que se le proporcionen. Se realizó la configuración de este para que considere un valor mínimo de 4 ocurrencias al momento de generar la red bibliométrica basada en las palabras clave del grupo de artículos analizado. De este modo, se consideraron las 14 palabras clave más comunes que cumplieran con este requisito para la generación de esta red, la cual se observa en la Figura 2.

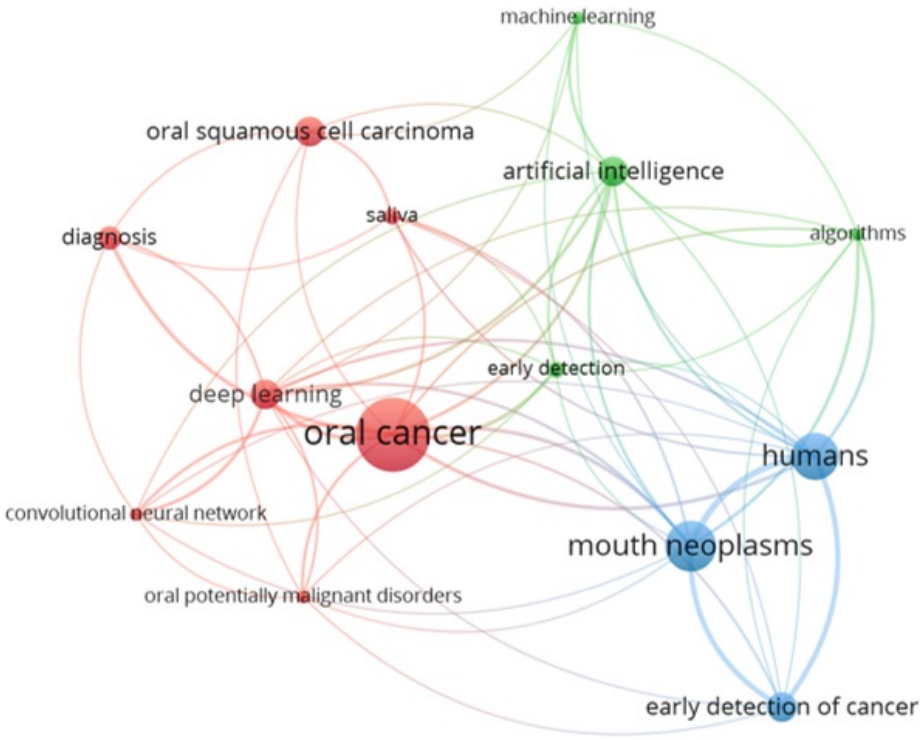


**Fig. 2.** Red bibliométrica con palabras clave de mayor ocurrencia.

La red bibliométrica generada en la Figura 2, evidentemente, cuenta únicamente con palabras clave en inglés, de entre las cuales resalta *"oral cancer"* al ser la más utilizada, pues se encuentra presente en 22 (44,0%) artículos. A esta le sigue la palabra clave "mouth neoplasms" como la segunda más común, la cual aparece en 15 (30,0%) artículos. Del mismo modo, se resalta la presencia de otras palabras clave como *"early detection"*, *"artificial intelligence"* o *"diagnosis"*. A partir de lo mencionado previamente, es posible afirmar que se ha realizado una adecuada selección de publicaciones para la presente revisión sistemática, pues se observa que el grupo recopilado guarda estrecha relación con la temática que se buscaba investigar.

Dentro de esta red, se aprecia que las 14 palabras clave incluidas se encuentran distribuidas en tres clústeres diferenciados por colores rojo, azul y verde, con 7, 3 y 4 términos respectivamente. Además, se aprecia la presencia de palabras clave como *"diagnosis"* o *"early detection"*, reflejando el objetivo principal de las investigaciones frente al problema que representa el cáncer oral. Palabras clave como *"artificial intelligence"* o *"machine learning"* reflejan un fuerte enfoque en el uso de tecnología avanzada para la detección temprana de esta enfermedad. Del mismo modo, está presente la palabra clave *"saliva"*, dada su reciente relevancia frente a la búsqueda de biomarcadores que ayuden a dicha detección. En términos generales, las relaciones entre los clústeres denotan los esfuerzos actuales por

lograr un diagnóstico temprano del cáncer oral mediante el uso de herramientas tecnológicas.

Los artículos de revisión recopilados mostraron un fuerte enfoque en el tema de los biomarcadores como una forma prometedora de detectar el cáncer oral antes de que se desarrolle. Del mismo modo, muestran el estado actual de avances como la inteligencia artificial o la fluorescencia óptica dentro del campo de la odontología, como herramientas para una detección más eficiente de dicha enfermedad en una etapa temprana. Por otro lado, los artículos de investigación se enfocaron en probar la eficiencia de alguno de estos métodos, aplicándolos directamente para detectar indicios de células cancerígenas en la cavidad bucal. En su mayoría, estos buscaron probar instrumentos de fluorescencia óptica en pacientes o herramientas tecnológicas como *deep learning* o redes neuronales para detección en imágenes. Un único estudio [7] buscó, mediante un cuestionario, analizar la eficiencia de programas basados en inteligencia artificial como ChatGPT para proporcionar información relevante al público general[8].

En la Tabla 2 se presentan las tendencias de evaluación de los estudios analizados. Algunos de estos tuvieron un enfoque en pacientes, mientras que otros se enfocaron en el tratamiento de imágenes, en casos de estudios, o específicamente en la evaluación del especialista [9, 10].

**Tabla 2.** Tipo de variables evaluadas en los artículos de investigación

| **Variables evaluadas** | **Número de artículos** | **Principales estudios** |
|---|---|---|
| Imágenes | 19 | [8], [11], [12], [16], [20] |
| Pacientes | 8 | [1], [4], [7], [9] |
| Casos de estudio | 3 | [10], [13], [20] |
| Odontólogos | 2 | [1], [4] |
| ChatGPT | 1 | [7] |

Se observa que las imágenes fueron el elemento más utilizado para probar la efectividad de los nuevos métodos tecnológicos de detección que se han estado desarrollando. Esto a su vez indica que los métodos más estudiados fueron los relacionados con inteligencia artificial (IA) o *deep learning* (DL), pues su proceso de entrenamiento consiste en darles la tarea de analizar grandes cantidades de imágenes hasta que sean capaces de identificar los cambios relevantes. En este sentido, la Tabla 3 muestra los principales métodos de detección de cáncer oral que se identificaron en la revisión de literatura. En general, cada método presenta buenos resultados para la detección de esta enfermedad y se posicionan como alternativas para reducir su índice de mortalidad.

Se pudo observar que los artículos de revisión recopilados muestran una visión general de los enfoques investigativos actuales frente a esta problemática. En primer lugar, resalta la aplicación de la inteligencia artificial dentro del campo de la predicción oncológica oral para mejorar los métodos de detección, aunque este uso aún no haya sido muy explorado, a pesar de su gran potencial [16]. Del mismo modo, avances similares como el *deep learning* o las redes neuronales también han ganado relevancia en este campo gracias a su potencial predictivo para una mejor evaluación de muestras y toma de decisiones más acertada [11].

Por otro lado, se han desarrollado avances significativos en técnicas de exploración óptica, dado que la tecnología convencional ha presentado considerables limitaciones en este campo. Entre dichos avances destacan métodos no invasivos como la tinción con azul de toluidina o la biopsia por cepillado, y principalmente la fluorescencia óptica [13]. Esta última ha mostrado el potencial para volverse una herramienta fundamental en el trabajo de los odontólogos, la cual podría proporcionar información adicional durante el diagnóstico o el posterior tratamiento. De igual forma, la espectroscopía presenta novedosas alternativas para la detección temprana de esta enfermedad, por su capacidad de analizar distintas muestras biológicas en busca de indicios [17]. Esto a su vez ha centrado una mayor atención en la búsqueda de biomarcadores, otro método no invasivo que podría detectar a tiempo el cáncer oral.

A la par de estos avances tecnológicos, se ha generado gran interés en la búsqueda de biomarcadores como método de detección del cáncer oral. Por un lado, se tiene a la saliva como un fluido con gran potencial, dada la presencia de microbios, ADN, ARN, metabolitos, proteínas, etc., o incluso el llamado microARN, y por el otro, la exploración de las alteraciones epigenéticas como otra posible fuente de biomarcadores [18]. Aún se requieren técnicas más avanzadas que permitan la identificación y detección de los biomarcadores adecuados, pero se espera que en un futuro, y en combinación con otras herramientas convencionales, estos contribuyan significativamente a agilizar el diagnóstico de la enfermedad y mejorar la calidad de vida de los pacientes [19].

Respecto a los nuevos avances utilizados, se resalta la aplicación de modelos de inteligencia artificial, *deep learning*, y redes neuronales como las principales herramientas para la detección del cáncer oral. Mediante estas tecnologías, se busca aprovechar las diferencias visuales que poseen las lesiones

**Tabla 3.** Principales métodos de detección identificados

| **Método** | **Alcance** | **Principal estudio** |
|---|---|---|
| Inteligencia Artificial | Aprovechan las diferencias visuales que poseen las lesiones cancerígenas. Desarrollan herramientas de bajo coste y no invasivas para tareas de diagnóstico. | [11] |
| Deep Learning | Detección con un rendimiento muy alto. Con un entrenamiento más dedicado, la capacidad de detección puede seguir aumentando. | [12] |
| Redes neuronales convolucionales | Herramienta no invasiva, precisa y fácil de usar. Presenta un rendimiento superior en tareas de detección, con la capacidad de superar a expertos. | [13] |
| Fluorescencia óptica | Sensibilidad alta, con valores cercanos al 90%, aunque sin mucha efectividad para diferenciar entre tipos de cáncer oral. | [14] |
| Microscopía fotoacústica | Útil para la detección de indicios de cáncer oral gracias a las imágenes en alta resolución de los capilares humanos. | [8] |
| Biomarcadores salivales | El factor H del complemento (CFH), la cadena alfa del fibrinógeno (FGA) y la alfa-1-antitripsina (SERPINA1) mostraron diferencias entre muestras salivales sanas y cancerosas. | [9] |
| Análisis de ARN | La monoaminooxidasa B (MAOB) y el colágeno tipo III presentaron valores mucho más bajos en pacientes con cáncer oral en desarrollo. | [15] |

cancerígenas y desarrollar herramientas de bajo coste y no invasivas para tareas de diagnóstico [11]. Los estudios que aplicaron modelos de *deep learning* reportaron un rendimiento muy alto por parte de estos, y se espera que, con un entrenamiento más dedicado, esta capacidad pueda seguir aumentando [12]. Del mismo modo, hubo otros estudios que buscaron combinar la capacidad de estos modelos con otras herramientas como espectroscopía de fibra óptica o dispositivos móviles, obteniendo resultados positivos en materia de rendimiento y demostrando ser combinaciones con gran potencial.

Dentro del grupo de las redes neuronales, se observó una mayor aplicación de las redes neuronales convolucionales (CNN), las cuales mostraron altos valores de precisión en tareas de predicción de cáncer oral. Frente a otros tipos de redes y modelos, las CNN demostraron un rendimiento superior en tareas de detección de dicha enfermedad, llegando incluso a superar las capacidades de profesionales expertos. Por ello, han destacado como las herramientas con mayor potencial en este campo [13], incluso con la capacidad de trabajar en conjunto con dispositivos móviles, aunque de momento con resultados aceptables. Los altos valores obtenidos en los distintos estudios a nivel de precisión, sensibilidad, especificidad, entre otros, demuestran la capacidad de las CNN para clasificar y detectar lesiones cancerosas, incluso considerando factores adicionales como la edad o grado de displasia [8].

En general, las CNN se presentan como una herramienta eficaz para el diagnóstico precoz del cáncer oral, al ser no invasiva, precisa, fácil de usar y que no requiere de dispositivos con gran potencia de cálculo o capacidad de memoria [20]. Sin embargo, también hubo estudios con otro tipo de redes neuronales, como las probabilísticas (PNN), con las cuales se generó un método robusto y preciso, aunque con problemas para determinar la ubicación del cáncer. Por otro lado, las redes neuronales profundas reforzadas (DRNN) mostraron una alta sensibilidad y especificidad en sus resultados de detección de distintos tipos de células cancerígenas. Finalmente, las redes de creencia profunda (DBN) se combinaron con un algoritmo de Optimización de Enseñanza en Grupo Combinado (CGTO) en un

método que demostró ser incluso superior en rendimiento que una CNN convencional [17].

Dentro del ámbito de los procesos novedosos, se resalta la aplicación de la fluorescencia óptica como un método innovador para el diagnóstico precoz del cáncer oral, incluso con profesionales no especialistas. Los estudios recopilados respecto al uso de la fluorescencia óptica con esta finalidad encontraron potencial en dicho método, obteniendo sensibilidades altas, con valores cercanos al 90%, aunque sin mucha efectividad para diferenciar entre tipos de cáncer oral [14]. Frente a esto, el uso de fluoresceína mostró potencial para lograr dicha diferenciación. Otro método que mostró potencial en esta área fue la microscopía fotoacústica, la cual puede ser útil para la detección de indicios de cáncer oral gracias a las imágenes en alta resolución de los capilares humanos que se pueden generar con esta técnica [8].

Por otro lado, la búsqueda de biomarcadores salivales ha arrojado resultados alentadores, aunque aún se requieran posteriores análisis para su confirmación. Una de las investigaciones realizadas encontró tres proteínas como posibles biomarcadores salivales: el factor H del complemento (CFH), la cadena alfa del fibrinógeno (FGA) y la alfa-1-antitripsina (SERPINA1), además de otras proteínas que mostraron diferencias entre muestras salivales sanas y cancerosas [9]. Por otro lado, un estudio enfocado en el análisis del ARN como posible fuente de biomarcadores encontró potencial en genes como la monoaminooxidasa B (MAOB) o el colágeno tipo III, los cuales presentaron valores mucho más bajos en pacientes con cáncer oral en desarrollo [15]. Dentro de este último grupo, es importante mencionar al gen DEC1 como un potencial biomarcador que permita diferenciar entre trastornos de cáncer oral potencialmente malignos.

## CONCLUSIONES

A partir de la revisión sistemática realizada, en primer lugar, queda en evidencia el impacto positivo de los últimos avances tecnológicos referentes a la detección temprana del cáncer oral. Los estudios recopilados mostraron que herramientas como el *deep learning* y las redes neuronales convolucionales han mostrado una precisión y sensibilidad sobresalientes en tareas de identificación de lesiones cancerígenas en la cavidad oral, superando incluso el desempeño de expertos en el área. Del mismo modo, estas herramientas han destacado por su capacidad de ser integradas con dispositivos móviles o tecnologías portátiles, con resultados positivos. Su implementación no solo agiliza los diagnósticos, sino que contribuye a disminuir los costos del proceso y a optimizar los recursos dentro del sistema sanitario. Esto debido a su capacidad de analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real y con poca potencia computacional, lo cual promete revolucionar el diagnóstico del cáncer oral en un futuro cercano.

Por otro lado, los estudios resaltan el papel clave de los biomarcadores como herramientas útiles para la detección temprana de esta enfermedad. Particularmente se observa un interés por estudiar la saliva como una fuente prometedora, dada su facilidad de obtención y riqueza en componentes biológicos. A partir de dichos estudios recopilados, se han observado avances en este campo, como la exploración de alteraciones epigenéticas con esta finalidad, o incluso la identificación de algunos biomarcadores específicos, como son el factor H del complemento (CFH) y el gen DEC1, los cuales podrían ser útiles para identificar estados malignos en los pacientes. Del mismo modo, queda en evidencia la necesidad de técnicas avanzadas y especializadas que permitan la identificación y validación de biomarcadores, los cuales podrían revolucionar los procesos de detección y permitir el desarrollo de estrategias más efectivas.

Sin embargo, es importante mencionar que estas tecnologías aún enfrentan una serie de desafíos por vencer. Los sistemas de inteligencia artificial o redes neuronales aún necesitan de entrenamiento con una mayor cantidad de datos de calidad, mientras que los protocolos de análisis e identificación de biomarcadores requieren de estandarización para poder ser ejecutados adecuadamente. Sin embargo, la presente revisión sistemática deja en evidencia no solo el interés existente en este campo, sino el potencial que muestran estas tecnologías para agilizar los diagnósticos de cáncer oral y preservar la salud de miles de pacientes. Dichas soluciones deberán seguir siendo exploradas, perfeccionadas y validadas mediante colaboración interdisciplinaria entre investigadores y clínicos. De este modo, podrán desarrollarse métodos sólidos y efectivos que puedan ser aplicados a gran escala y que aseguren un manejo integral del cáncer oral, en beneficio de las personas.

## REFERENCIAS

[1] D. E. Ordóñez, A. F. Chamorro, J. A. Cruz, and M. A. Pizarro, "Evaluación del conocimiento del cáncer oral y manejo odontológico del paciente oncológico en cali, colombia," *Acta Odontológica Colombiana*, vol. 10, no. 1, 2020.

[2] D. C. Cazar and A. D. C. Armas, "Etiología más frecuente del cáncer oral en adultos jóvenes: Una revisión de literatura," *Revista San Gregorio*, vol. 52, pp. 175–188, 2022.

[3] S. Abati, C. Bramati, S. Bondi, A. Lissoni, and M. Trimarchi, "Oral cancer and precancer: A narrative review on the relevance of early diagnosis," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, no. 24, p. 9160, 2020.

[4] I. Molina-Ávila, J. M. Pimentel-Solá, A. Rocha-Buelvas, and C. A. Hidalgo-Patiño, "Cáncer oral: Conocimiento, actitudes y prácticas de los odontologos de la provincia de salta, argentina, 2018," *International Journal of Odontostomatology*, vol. 16, no. 2, pp. 249–257, 2022.

[5] B. Y. H. Serna, J. A. O. Betancourt, O. P. L. Soto, R. C. do Amaral, and M. del P. C. Correa, "Tendencia de la incidencia, mortalidad y años de vida ajustados por discapacidad del cáncer oral en américa latina," *Revista Brasileira de Epidemiologia*, vol. 25, 2022.

[6] M. J. Page *et al.*, "Declaración prisma 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas," *Revista Española de Cardiología*, vol. 74, no. 9, pp. 790–799, 2021.

[7] Y. Hassona *et al.*, "How good is chatgpt at answering patients' questions related to early detection of oral (mouth) cancer?" *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, vol. 138, no. 2, pp. 269–278, 2024.

[8] L. Zhang and X. Wang, "Optical resolution photoacoustic microscopy imaging in the detection of early oral cancer under image reconstruction algorithm," *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, vol. 2022, pp. 1–11, 2022.

[9] H.-W. Chu *et al.*, "Identification of salivary biomarkers for oral cancer detection with untargeted and targeted quantitative proteomics approaches," *Molecular & Cellular Proteomics*, vol. 18, no. 9, pp. 1796–1806, 2019.

[10] I. L. Pinto, J. G. Carlos, A. P. O. de Araujo, and C. M. D. Wannmacher, "Wide field scanning by optical fluorescence of oral squamous cell carcinoma (scc): case report," *RGO - Revista Gaúcha de Odontologia*, vol. 69, p. e20210028, 2021.

[11] D. Varalakshmi, M. Tharaheswari, T. Anand, and K. M. Saravanan, "Transforming oral cancer care: The promise of deep learning in diagnosis," *Oral Oncology Reports*, vol. 10, p. 100482, 2024.

[12] R. O. Alabi, I. O. Bello, O. Youssef, M. Elmusrati, A. A. Mäkitie, and A. Almangush, "Utilizing deep machine learning for prognostication of oral squamous cell carcinoma—a systematic review," *Frontiers in Oral Health*, vol. 2, 2021.

[13] G. Kumar, S. Jena, A. Jnaneswar, K. Jha, V. Suresan, and A. Singh, "Advancements in diagnostic techniques for oral cancer detection," *Minerva Dental and Oral Science*, vol. 71, no. 3, 2022.

[14] V. Nayyar *et al.*, "Use of fluorescence imaging and spectrometry in detection of oral squamous cell carcinoma and oral potentially malignant disorders," *Oral Oncology Reports*, vol. 9, p. 100172, 2024.

[15] S. Y. Oh *et al.*, "Potential salivary mrna biomarkers for early detection of oral cancer," *Journal of Clinical Medicine*, vol. 9, no. 1, p. 243, 2020.

[16] B. Ilhan, K. Lin, P. Guneri, and P. Wilder-Smith, "Improving oral cancer outcomes with imaging and artificial intelligence," *Journal of Dental Research*, vol. 99, no. 3, pp. 241–248, 2020.

[17] R. Wang and Y. Wang, "Fourier transform infrared spectroscopy in oral cancer diagnosis," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 22, no. 3, p. 1206, 2021.

[18] M. Krishnan, S. Basappa, and S. Babu, "Epigenetic alterations in oral cancer: Mechanisms, biomarkers, and therapeutic targets," *Oral Oncology Reports*, vol. 12, p. 100681, 2024.

[19] P. Gopikrishna, A. R. Kumar, K. Rajkumar, R. Ashwini, and S. Venkatkumar, "Saliva: A potential diagnostic tool for oral cancer and oral diseases - a detailed review," *Oral Oncology Reports*, vol. 10, p. 100508, 2024.

[20] T. Fujimoto, E. Fukuzawa, S. Tatehara, K. Satomura, and J. Ohya, "Automatic diagnosis of early-stage oral cancer and precancerous lesions from ala-pdd images using gan and cnn," in *2022 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)*. IEEE, 2022, pp. 2161–2164.

## AUTORES

**Raúl Antonio Rojas Ortega**. Doctor en Odontología y Cirujano Dentista con 16 años de experiencia. Ha sido director de Estomatología en la Universidad Franklin Roosevelt y en la Universidad Juan Pablo II. Cuenta con amplia experiencia docente, asesorando tesis tanto en pregrado como en posgrado. Es reconocido como Docente RENACYT por el CONCYTEC (Perú).

**Marya Graciela Barzola Loayza.** Dra. Mg. Esp. En Odontopediatría. Investigador enfocado en Odontología y educación, odontología clínica basada en evidencia. Asesor de tesis de posgrado. Co-autor de publicaciones nacionales e internacionales indexadas en Scopus, Web of Sciencie, Scielo y Latindex.

**Christian Esteban Gómez Carrión**. Docente de Rehabilitación Oral con una destacada trayectoria académica y profesional. Cuenta con el grado de Doctor en Administración de la Educación, así como Magíster en Odontología y Magíster en Docencia y Gestión. Además, es Especialista en Rehabilitación Oral.

**Ruth Asela Saravia Alviar.** Doctora en Odontología es Vicerrectora Académica de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". En esa misma institución, se desempeña como docente principal y especialista en Periodoncia. Presidió la Comisión Central de Admisión de la Escuela de Posgrado en dicha universidad.