

Recepción: 11.12.2025

Revisión: 30.03.2026

Publicación: 08.05.2026

<https://orcid.org/0000-0003-0380-2917>

<https://orcid.org/0000-0002-0655-1503>

MÁS ALLÁ DE LA LUPA: INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA DETECTAR A TIEMPO EL CÁNCER ORAL

BEYOND THE MICROSCOPE: ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE EARLY DETECTION OF ORAL CANCER

Cybele Neves Moutinho*

Doctorado en Ingeniería del Lenguaje y
del Conocimiento

Facultad de Ciencias de la
Computación

Samantha Rivera Macías

Facultad de Estomatología

María Josefa Somodevilla García

Facultad de Ciencias de la Computación

Edif. CCO1, 14 Sur y San Claudio, C.U., Puebla, México

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Puebla,
México

correos electrónicos:

cybele.neves@alumno.buap.mx

samantha.rivera@correo.buap.mx

maria.somodevilla@correo.buap.mx

*Autor(a) de correspondencia:

*cybele.neves@alumno.buap.mx

Resumen

El cáncer oral es una enfermedad que puede aparecer en los labios, la lengua, las encías o el paladar, y suele detectarse tardíamente. En estos casos, los tratamientos suelen ser más agresivos y las secuelas más graves. Sin embargo, cuando el problema se identifica a tiempo, las posibilidades de preservar la salud, la función y la calidad de vida aumentan significativamente. Por lo tanto, es fundamental prestar atención a la boca y buscar atención médica cuando algo no cicatriza o cambia de apariencia. En la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), el Laboratorio de Histopatología de la Facultad de Odontología analiza biopsias orales para confirmar o descartar el cáncer y guiar el tratamiento del paciente. Este trabajo diario ha dado lugar a una colaboración con la Facultad de Ciencias de la Computación, donde se investiga en inteligencia artificial para analizar imágenes de tejido oral. Mediante redes neuronales profundas, estos sistemas aprenden a reconocer patrones en preparaciones histológicas y pueden ayudar a los especialistas a detectar lesiones de alto riesgo de forma más temprana, organizar mejor los casos y optimizar el tiempo de los patólogos. El objetivo es que, en el futuro, esta combinación de experiencia clínica y tecnología ayude a brindar un diagnóstico oportuno a más personas y reducir el impacto del cáncer bucal en la comunidad.

Palabras clave: *cáncer oral, detección temprana, histopatología, inteligencia artificial, redes neuronales, LKE.*

Abstract

Oral cancer is a disease that can appear on the lips, tongue, gums, or palate, and it is often detected late. When this happens, treatments tend to be more aggressive and the aftereffects more severe. However, when the problem is identified early, the chances of preserving health, function, and quality of life increase significantly. Therefore, paying attention to your mouth and seeking medical attention when something doesn't heal or changes in appearance, is essential. At the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), the Histopathology Laboratory of the Faculty of Dentistry analyzes oral biopsies to help confirm or rule out cancer and guide patient treatment. This daily work has led to a collaboration with the Faculty of Computer Science, where research is being conducted on artificial intelligence to analyze images of oral tissue. Using deep neural networks, these systems learn to recognize patterns in histological slides and can help specialists detect high-risk lesions earlier, better organize cases, and use pathologists' time more efficiently. The goal is that, in the future, this combination of clinical expertise and technology will help bring timely diagnosis to more people and reduce the impact of oral cancer on the community.

Keywords: *oral cancer, early detection, histopathology, artificial intelligence, neural networks, LKE.*

¿Por qué nos debe importar el cáncer oral?

El cáncer es hoy una de las principales causas de muerte en el mundo. En 2022 se estimaron cerca de 19,3 millones de nuevos casos y alrededor de 10 millones de defunciones por tumores malignos a nivel global (Organización Mundial de la Salud, 2022). En México, de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2022 se registraron 847,716 defunciones, y poco más de una de cada diez (10.6 %) se debió a distintos tipos de cáncer, así como aumento de la tasa de mortalidad por tumores malignos en la última década (INEGI, 2024).

En este panorama, el cáncer oral no es el más frecuente, pero sí representa un problema importante de salud pública. Afecta los tejidos de la cavidad bucal (Figura 1), como labios, lengua, encías, paladar y piso de boca, y forma parte del grupo de cánceres de cabeza y cuello, que representan alrededor de 5% de todos los cánceres en el mundo (Ferlay y otros, 2024). Los datos internacionales señalan cientos de miles de casos nuevos y muertes por cáncer oral cada año, con una proporción elevada de pacientes que fallecen a causa de esta enfermedad (Organización Mundial de la Salud, 2022).

En México, el Instituto Nacional de Cancerología (INCan) estima que la mortalidad a cinco años puede alcanzar hasta 50 % cuando el cáncer oral se diagnostica en etapas avanzadas (INCan, I. N. de C. , 2022). En cambio, cuando se detecta a tiempo y se trata de forma adecuada, la supervivencia a cinco años puede superar 80 % (Gallegos Hernández, 2022). Dicho en palabras sencillas: llegar temprano hace una gran diferencia en las posibilidades de seguir con vida y conservar la función y la calidad de vida.

A este reto clínico se suman problemas estructurales. En distintos informes se ha señalado que existe subregistro y calidad desigual en los datos sobre cáncer en México, lo que dificulta conocer con precisión cuántas personas enferman y mueren por cáncer oral (Torres Rosas y otros, 2021). También se ha documentado que las desigualdades sociales y territoriales se traducen en diferencias importantes en el acceso al diagnóstico y tratamiento oportunos (Flamand Gómez y otros, 2021). En otras palabras, no todas las personas tienen las mismas oportunidades de ser atendidas a tiempo.

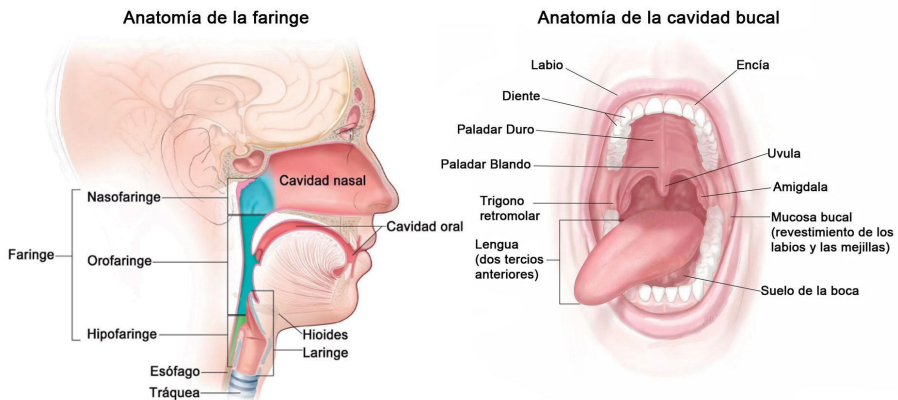


Figura 1. Anatomía de la orofaringe y cavidad bucal (Terese Winslow LLC, 2024).

De la boca al microscopio: ¿qué pasa cuando algo no se ve bien?

Muchas historias de cáncer oral comienzan con algo aparentemente pequeño: una llaga en la boca que no cicatriza, una mancha blanca o roja que no desaparece, un bulto o una zona que duele, sangra o molesta al masticar o hablar. Estas lesiones pueden ser procesos benignos, pero también pueden formar parte de las llamadas lesiones potencialmente malignas, que tienen mayor probabilidad de transformarse en cáncer si no se detectan y tratan a tiempo (War-nakulasuriya y otros, 2020).

El camino hacia el diagnóstico suele iniciar en el consultorio del estomatólogo o dentista, quien explora con cuidado la cavidad bucal, observa la apariencia de la lesión, palpa los tejidos y pregunta desde cuándo apareció el problema y si ha cambiado con el tiempo. Cuando existe sospecha, una de las herramientas más importantes es la biopsia: se toma una pequeña muestra del tejido alterado y se envía al laboratorio de patología. Allí se procesa, se corta en secciones muy delgadas, se tiñe con colorantes especiales como la hematoxilina y eosina (figura 2), y se observa al microscopio (Haj-Hosseini y otros, 2024).

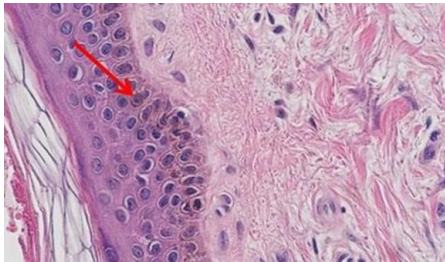


Figura 2. Imagen histopatológica de piel teñida con hematoxilina y eosina (H&E). Los núcleos se observan en púrpura y el citoplasma en rosa. La flecha roja señala una zona de células epiteliales con núcleos bien definidos. Fuente: adaptado de Leica Biosystems, "H&E Staining Overview: A Guide to Best Practices". URL: <https://www.leicabiosystems.com/knowledge-pathway/he-staining-overview-a-guide-to-best-practices/> (Sampias & Rolls, 2025).

Bajo el microscopio (figura 3), el patólogo compara la muestra con el aspecto de un tejido sano y busca señales de alarma: cambios en el tamaño y la forma de las células, alteraciones en los núcleos, pérdida del orden normal de las capas del epitelio o invasión hacia tejidos más profundos. Con base en estos hallazgos, determina si el tejido es normal, si hay distintos grados de displasia (cambios que indican riesgo) o si se trata ya de un carcinoma de células escamosas (Seoane y otros, 2008), figura 4.



Figura 3. Especialista en patología analizando una lámina de biopsia oral en el microscopio del Laboratorio de Histopatología. Fuente: elaboración propia.

CARCINOMA DE CÉLULA ESCAMOSA

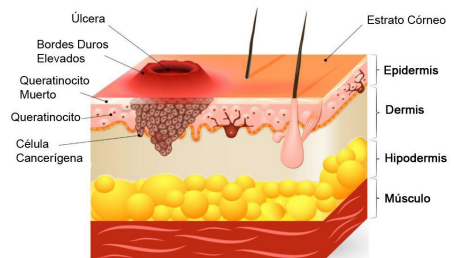


Figura 4. CARCINOMA DE CÉLULA ESCAMOSA (de izquierda a derecha) 1. Úlcera 2. Estrato Córneo 3. Epidermis 4. Dermis 5. Hipodermis 6. Músculo 7. Célula Cancerígena 8. Queratinocito 9. Queratinocito Muerto 10. Bordes Duros Elevados (AIM, 2023).

Este procedimiento es el estándar para confirmar o descartar cáncer oral y orientar el tratamiento, pero también puede ser demandante en tiempo y recursos, sobre todo en lugares donde hay muchos casos y pocos especialistas. Además, en algunos aspectos (como la clasificación del grado de displasia) pueden existir diferencias entre observadores, incluso entre patólogos con experiencia, lo que ha sido documentado en la literatura (Kujan y otros, 2007).

El Laboratorio de Histopatología de la Facultad de Estomatología BUAP

En la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Facultad de Estomatología cuenta con un Laboratorio de Histopatología dedicado al estudio de estas biopsias orales. Bajo la responsabilidad de la Dra. Samantha Rivera Macías, en este laboratorio se reciben las muestras de pacientes atendidos en las clínicas de la Facultad, se procesan los tejidos, se preparan las láminas para el microscopio y se emiten los informes histopatológicos que ayudan a los equipos clínicos a decidir el mejor manejo para cada caso. La existencia de este servicio dentro de la facultad no solo beneficia de manera directa a los pacientes, sino que también crea un espacio para la formación de estudiantes y el desarrollo de proyectos de investigación en patología oral.

Un paso importante que se está dando a nivel mundial es la transición hacia la patología digital (Heffner y otros, 2025): la digitalización de las láminas histológicas para obtener imágenes de alta resolución que pueden verse en pantalla y ser analizadas por computadora. Esta digitalización abre la puerta al uso de herramientas de inteligencia artificial, que han mostrado un gran potencial para apoyar el análisis de imágenes médicas (Abels & Pantanowitz, 2017).

La inteligencia artificial en este contexto

Cuando se habla de inteligencia artificial en salud, no se trata de robots que sustituyen médicos, sino de programas capaces de aprender a reconocer patrones en datos complejos (Trask, 2019). Entre estas técnicas destacan las redes neuronales

profundas, y en particular las redes neuronales convolucionales, que son especialmente útiles para analizar imágenes (Chollet, 2021). En el caso de las biopsias orales, la idea es entrenar estos modelos con muchas imágenes histopatológicas previamente analizadas por especialistas, donde ya se sabe si el tejido es sano, si presenta una lesión de bajo o alto riesgo o si corresponde a un cáncer.

El modelo “ve” cada imagen muchas veces y ajusta sus parámetros internos hasta aprender qué características se repiten en cada tipo de tejido. Más adelante, cuando se le presenta una nueva imagen, puede sugerir a qué categoría se parece más y con qué probabilidad, por ejemplo, si se parece más a las imágenes que resultaron benignas o a las que correspondían a carcinoma (Das y otros, 2023).

En los últimos años, diversos grupos de investigación han aplicado estas técnicas al cáncer oral. Existen trabajos que han reportado precisiones cercanas a 90-95 % en la clasificación de imágenes histológicas de carcinoma oral mediante redes neuronales convolucionales, enfoques híbridos que mejoran la sensibilidad para detectar lesiones de alto riesgo (Ahmad y otros, 2023) y modelos entrenados con fotografías clínicas de la cavidad bucal que alcanzan porcentajes muy altos de acierto al identificar lesiones sospechosas (Wei y otros, 2024). Otros estudios han desarrollado modelos capaces de clasificar y segmentar distintos grados de carcinoma oral directamente en las imágenes histopatológicas (Musulin y otros, 2021).

Todo esto sugiere que la inteligencia artificial puede ser una aliada valiosa para el patólogo, especialmente en tareas como priorizar las láminas más sospechosas cuando hay muchos casos. Es importante insistir en que la inteligencia artificial no da el diagnóstico final ni decide qué tratamiento debe recibir una persona. La decisión sigue siendo responsabilidad del profesional de la salud, que conoce la historia clínica del paciente, sus otros estudios y su contexto. La función de estos sistemas es acompañar, no reemplazar: ayudar a organizar mejor la información, a detectar patrones y a reducir la carga de trabajo repetitiva, de modo que el especialista pueda concentrarse en los aspectos más complejos.

Importante para las comunidades con menos recursos

En un país con desigualdades tan marcadas como México, estas herramientas podrían tener un impacto especial en las comunidades que cuentan con menos recursos. En muchas zonas rurales o alejadas de las grandes ciudades, el acceso a servicios de patología es limitado y, en ocasiones, las muestras deben enviarse a laboratorios

lejanos, lo que alarga los tiempos de espera para obtener un diagnóstico (Flamand Gómez y otros, 2021). Si las láminas se digitalizan, un sistema de inteligencia artificial podría ayudar a ordenar y preclasificar los casos, mientras los patólogos revisan con más detalle aquellos que parecen más urgentes (Veeraraghavan y otros, 2024).

Una colaboración BUAP que mira hacia el futuro

La colaboración que se está construyendo entre las facultades de la BUAP va justamente en esta dirección. Desde el Doctorado en Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento (LKE) de la Facultad de Computación, la Mtra. Cybele Neves Moutinho trabaja en el desarrollo y evaluación de modelos de redes neuronales aplicados a imágenes histopatológicas orales, en estrecha coordinación con el Laboratorio de Histopatología de la Facultad de Estomatología. El laboratorio aporta la experiencia clínica y el acceso a las muestras, la Facultad de Computación contri-

buye con el diseño de los modelos, la programación y la infraestructura necesaria. En la figura 5 se observa el funcionamiento básico de un sistema de inteligencia artificial. Las imágenes se almacenan en una base de datos, se preprocesan, se extraen características y un clasificador las separa en imágenes normales y anormales. El objetivo común es, en el futuro, contar con herramientas que se integren de manera responsable a la práctica diaria, respetando siempre las normas éticas y de protección de datos, para que más personas reciban un diagnóstico oportuno.

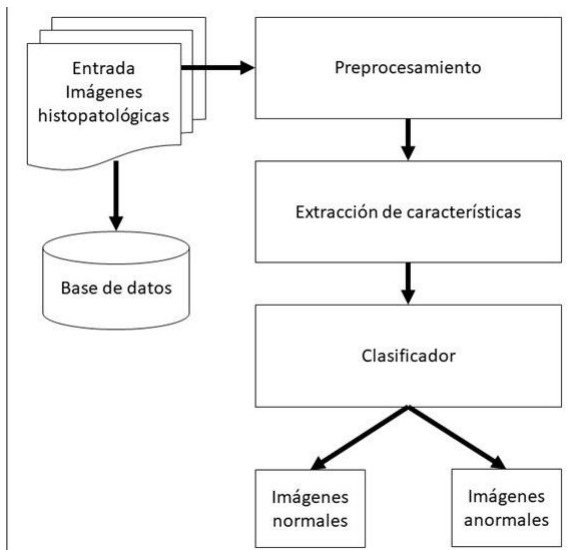


Figura 5. Esquema general del sistema de inteligencia artificial para analizar las imágenes histopatológicas orales. Fuente: elaboración propia.

Mientras estos desarrollos avanzan, el mensaje central para la población sigue siendo muy claro: cualquier lesión en la boca que no cicatriza, cambia de color o causa molestias durante varias semanas debe ser revisada por personal de salud bucal. Consultar a tiempo puede marcar la dife-

rencia entre un tratamiento más sencillo y una enfermedad avanzada. La tecnología, incluida la inteligencia artificial, puede ayudar cada vez más, pero el primer paso siempre será que las personas se miren, se cuiden y acudan a consulta cuando algo no les parece normal.

Conflicto de intereses

Las autoras de este manuscrito declaran no tener ningún tipo de conflicto de interés.

Declaración de privacidad

Los datos de este artículo, así como los detalles del desarrollo de los modelos de inteligencia artificial, pueden compartirse a solicitud directa con la autora de correspondencia. Los pacientes están protegidos, sus datos están anonimizados y se respetan las normas éticas.

Los datos personales facilitados por las autoras a la revista RD-ICUAP se utilizarán exclusivamente para los fines establecidos por la propia revista, no estarán disponibles para otros propósitos ni serán proporcionados a terceros

Descargo de Responsabilidad (Inteligencia Artificial) Los autores declaran por la presente que NO se han utilizado tecnologías de IA generativa, tales como modelos de lenguaje grandes (ChatGPT, COPILOT, etc.) y generadores de texto a imagen, durante la redacción o edición de este manuscrito.

Agradecimientos

Las autoras agradecen a la Beca SECIHTI por el apoyo otorgado para el desarrollo de esta investigación en México. De igual forma, expresan su agradecimiento al director de la Facultad de Estomatología, Dr. Fernando de Jesús Martínez Arróniz, y al secretario administrativo, Dr. Antonio Andrade Torres, por su respaldo institucional y las facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

Asimismo, agradecen al Dr. Francisco Hernández Pérez, especialista en patología, a Hilda García Sánchez, técnica de laboratorio, y a todo el equipo del Laboratorio de Histopatología por su profesionalismo, por la atención respetuosa y amable brindada a las y los pacientes.

Referencias

- Abels, E., & Pantanowitz, L. (2017). Current State of the Regulatory Trajectory for Whole Slide Imaging Devices in the USA. *Journal of Pathology Informatics*, 8(1), 23. https://doi.org/10.4103/jpi.jpi_11_17
- Ahmad, M., Irfan, M. A., Sadique, U., Haq, I. u., Jan, A., Khattak, M. I., . . . Alijuaid, H. (2023). Multi-Method Analysis of Histopathological Image for Early Diagnosis of Oral Squamous Cell Carcinoma Using Deep Learning and Hybrid Techniques. *Cancers*, 3(5247), 15. <https://doi.org/10.3390/cancers15215247>
- AIM. (2023). Cáncer de piel de células escamosas. Recuperado el febrero de 2025, de Skin Cancer Foundation: <https://aimatskincancer.org/es/about/international-page/latin-america/que-es-el-cancer-de-piel-de-celulas-escamosas-o-carcinoma-escamocelular/>
- Chollet, F. (2021). *Deep learning with Python*. Manning.
- Das, M., Dash, R., & Kumar M, S. (2023). Automatic Detection of Oral Squamous Cell Carcinoma from Histopathological Images of Oral Mucosa Using Deep Convolutional Neural Network. *Int J Environ Res Public Health*, 3(2131), 20. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032131>
- Ferlay, J., Ervik, M., Lam, F., Laversanne, M., & Colombet, M. (2024). International Agency for Research on Cancer. Recuperado el febrero de 2025, de Global Cancer Observatory: Cancer Today: <https://gco.iarc.who.int/today>
- Flamand Gómez, L., Moreno Jaimes, C., & Arriaga Carrasco, R. (2021). *Cáncer y desigualdades sociales en México, 2020* (1 ed.). Ciudad de México: El Colegio de México. <https://doi.org/ISBN978-607-564-239-0>
- Gallegos Hernández, J. F. (2022). Cáncer de la cavidad oral. Un reto para la salud de la población mexicana en la próxima década. *Gaceta Mexicana de Oncología*, 11(2), 64-67. <https://doi.org/16659201>
- Haj-Hosseini, N., Lindblad, J., Hasséus, B., & Kumar, V. V. (2024). Early Detection of Oral Potentially Malignant Disorders: A Review on Prospective Screening Methods with Regard to Global Challenges. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 23(1), 23–32. <https://doi.org/10.1007/s12663-022-01710-9>
- Heffner, S., Colgan, O., & Doolan, C. (2025). *Patología digital*. Recuperado el marzo de 2025, de Leica Biosystems Knowledge Pathway: <https://www.leicabiosystems.com/es/knowledge-pathway/digital-pathology/>
- INCan, I. N. de C. . (2022). Informe anual sobre incidencia y mortalidad del cáncer en México. . Obtenido de Secretaría de Salud, México: <http://incan.salud.gob.mx/index.html>
- INEGI. (2024). Estadísticas a propósito del Día Mundial contra el Cáncer. Recuperado el 24 de febrero de 2025, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2024/EAP_CANCER24.pdf
- Kujan, O., Khattab, A., Oliver, R. J., Roberts, S. A., Thakker, N., & Sloan, P. (2007). Why oral histopathology suffers inter-observer variability on grading oral epithelial dysplasia: an attempt to understand the sources of variation. *Oral oncology*, 43(3), 224–231. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2006.03.009>
- Musulin, J., Štifanić, D., Zulijani, A., Čabov, T., Dekanić, A., & Car, Z. (2021). An Enhanced Histopathology Analysis: An AI-Based System for Multiclass Grading of Oral Squamous Cell Carcinoma and Segmenting of Epithelial and Stromal Tissue. *Cancers*, 13(8), 1784. <https://doi.org/10.3390/cancers13081784>

- Organización Mundial de la Salud. (2022). Organización Mundial de la Salud (OMS). Recuperado el 10 de febrero de 2025, de Cáncer: Datos y cifras clave sobre su incidencia, factores de riesgo y prevención a nivel mundial.: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>
- Sampias, C., & Rolls, G. (2025). H&E Staining Overview: A Guide to Best Practices. Recuperado el marzo de 2025, de Leica Biosystems Knowledge Pathway: <https://www.leicabiosystems.com/es/knowledge-pathway/he-staining-overview-a-guide-to-best-practices/>
- Seoane, J., G.-M. A., & Velo-Noya, J. (2008). La biopsia oral en el contexto del precáncer y del cáncer oral. *Avances en Odontoestomatología*, 24(1). Recuperado el marzo de 2025, de <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v24n1/original8.pdf>
- Terese Winslow LLC. (2024). Medical and Scientific Illustration. Recuperado el marzo de 2025, de <https://www.teresewinslow.com/>
- Torres Rosas, R., Torres Gómez, N., Hernández Juárez, J., Pérez Cervera, Y., Hernández Antonio, A., & Argueta Figueroa, L. (2021). Epidemiología reportada de cáncer de labio, cavidad oral y orofaringe en México. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 58(4), 494-507. <https://doi.org/10.24875/RMIMSS.M20000074>
- Trask, A. W. (2019). *Grokking Deep Learning*. Manning.
- Veeraraghavan, V. P., Daniel, S., Dasari, A. K., Aileni, K. R., patil, C., & Patil, S. R. (2024). Harnessing artificial intelligence for predictive modelling in oral oncology: Opportunities, challenges, and clinical Perspectives. *Oral Oncology Reports*, 11(100591). <https://doi.org/10.1016/j.oor.2024.100591>
- Warnakulasuriya, S., Kujan, O., Aguirre-Urizar, J. M., Bagan, J. V., González-Moles, M. Á., Kerr, A. R., . . . Mello, F. W. (2020). Oral potentially malignant disorders: A consensus report from an international seminar on nomenclature and classification, convened by the WHO Collaborating Centre for Oral Cancer. *Oral diseases*, 27(8), 1862-1880. <https://doi.org/10.1111/odi.13704>
- Wei, X., Chanjuan, L., Ke, J., Linyun, Y., Jinxing, G., & Quanbing, W. (2024). Convolutional neural network for oral cancer detection combined with improved tunicate swarm algorithm to detect oral cancer. *Scientific Reports*, 14(28675). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79250-0>