

Futuro de la inteligencia artificial en Odontología

Sergio Uribe ^{1,2,a}

¹ Riga Stradins University, Bioinformatics Research Unit & Baltic Biomateriales Centre of Excellence, Riga, Latvia.

² Universidad Austral de Chile, Facultad de Medicina, Escuela de Odontología, Valdivia, Chile.

^a PhD in Biomedical Sciences.

Correspondencia:

Sergio Uribe: sergio.uribe@rsu.lv
Dzirčiema iela 16, Riga LV-1007, Latvia.
ORCID: 0000-0003-0684-2025

Conflicto de intereses: ninguno.

Fuente de financiamiento: autofinanciado.

Recibido: 19/05/21
Aceptado: 10/06/21
Publicado: 01/07/21

Future of artificial intelligence in dentistry

Sr. Editor.

La medicina se identificó pronto como uno de los ámbitos de aplicación más prometedores para la inteligencia artificial (AI). Desde mediados del siglo XX, los investigadores han propuesto y desarrollado muchos sistemas de apoyo a la decisión clínica. El desarrollo de chips cada vez más veloces y potentes, unido al aumento de la capacidad de almacenamiento a bajo costo y la popularización de lenguajes de programación como Python y librerías que facilitan el desarrollo de algoritmos, ha permitido un aumento exponencial en la investigación y desarrollo de aplicaciones de AI. La inteligencia artificial se refiere a la idea de construir máquinas capaces de realizar tareas que usualmente hacen los humanos. Teóricamente sería factible desarrollar máquinas que igualen la capacidad de razonamiento humano (AI General) o incluso que la superen (Super AI), pero estamos por el momento lejos de desarrollar este tipo de sistemas. La AI actual se refiere a sistemas de AI estrechos que pueden realizar funciones específicas, como por ejemplo manejar un auto, avión o reconocer patrones en imágenes médicas. Esto se logra entrenando a los algoritmos (*machine learning* o ML) hasta que estos aprenden. Por ejemplo, se anotan radiografías y se ingresan junto con el diagnóstico para luego probar el algoritmo en imágenes que no han sido anotadas. El término *deep learning* o DL se refiere a arquitecturas de algoritmo más complejas donde estos se apilan en distintas capas, al igual que las capas neuronales, de ahí que se les conozca como *neural networks* (NN). Estas capas pueden extraer patrones que le permiten tomar decisiones. Así por ejemplo se puede alimentar una red neuronal con imágenes de gatos, perros y pájaros y la NN puede comenzar a detectar patrones que le permiten clasificar las imágenes mediante información no entregada previamente, por ejemplo, dándose cuenta que los pájaros no tienen pelo.

Las aplicaciones del *machine learning* en Odontología son extensas e incluyen entre otras la detección de lesiones de caries en fotografía ¹, la detección de lesiones precancerosas en cabeza y cuello ², la detección de perforaciones discales de la articulación temporomandibular ³, la detección de lesiones periapicales en imágenes de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ⁴ entre otras, como se muestra en la Tabla.

El desarrollo de aplicaciones de inteligencia artificial, *machine learning* y *deep learning* requiere tener en cuenta el beneficio del paciente y de la sociedad. Una de las potenciales limitaciones del desarrollo irreflexivo de estas herramientas podría conducir a aumentar el sobrediagnóstico de condiciones orales y el potencial sobretratamiento, sin que esto represente un beneficio en la comunidad. Para evitar esto, es necesario por un lado que las publicaciones acerca de AI/ML/DL reporten la información suficiente que permita a reproducir de manera independiente los resultados. Al respecto, un grupo internacional de investigadores publicó una guía para el reporte, revisión y lectura de artículos acerca de inteligencia artificial en Odontología ⁵. En segundo lugar, es necesario orientar estas investigaciones hacia medidas de resultados orientadas a los pacientes. Así por ejemplo, un adelanto tecnológico podría ser más preciso para detectar lesiones, pero si esta información no influye en la decisión diagnóstica o de tratamiento del clínico, su valor clínico sería escaso. Asimismo, si la implementación de estas tecnologías no considera el costo-beneficio a nivel tanto de los pacientes como de la sociedad, entonces su potencial terapéutico sería limitado. Así, por ejemplo, en Estados Unidos se aplican más exámenes imagenológicos que en cualquier otro país, sin embargo, la salud del norteamericano promedio es peor que un europeo ⁶, que se expone a menos exámenes. De hecho, el aumento de exámenes médicos ha llevado a una epidemia de sobrediagnóstico y sobretratamiento ⁸. Por eso, el desarrollo de la inteligencia artificial en Odontología debe estar dirigida a disminuir la prevalencia y severidad de las patologías existentes, particularmente la caries dental y el dolor orofacial.

Algunos de los problemas que deben ser resueltos son: ¿quién es legalmente responsable del diagnóstico mediante AI? Por ejemplo, si hay un error de diagnóstico o de tratamiento, ¿sobre quién recae la responsabilidad, sobre el clínico o sobre la compañía que desarrolló el sistema de AI?

Otro problema es la privacidad de los datos. Estos sistemas de AI deben ser entrenados con grandes cantidades de datos, los que deben ser correctamente anotados y además con el riesgo que se viole la privacidad del paciente. Si bien se están desarrollando modelos de aprendizaje federado, donde los datos no son descargados de los servidores originales, aún persiste la duda acerca de cómo se deberá proceder con el manejo de la información de los pacientes y la inteligencia artificial. Asimismo está el problema de que las redes neurales son muy complejas para comprender realmente cómo y por qué el algoritmo toma alguna decisión, clasificación o predicción. Los clínicos requieren explicar las razones diagnósticas y de tratamiento a sus pacientes, y estos sistemas representan una caja negra, crean problemas para explicar estas decisiones. Finalmente está el problema de la calidad de los datos con los cuales son entrenados. Existe evidencia que muestra que un algoritmo entrenado con radiografías dentales de India podría no ser aplicable para el diagnóstico de radiografías tomadas en Alemania ⁹.

¿Qué nos depara el futuro? Uno de los padres de los actuales algoritmos de inteligencia artificial, Geoffrey Hinton, pronosticó que esta tecnología reemplazará algunas especialidades, como la radiología ¹⁰. Sin embargo, predicciones similares se hicieron acerca de los cajeros humanos cuando aparecieron los cajeros automáticos, las secretarías y los procesadores de texto y los pilotos de avión con el piloto automático. Curiosamente, el hecho de que se haya implementado el piloto automático resultó en que los pilotos requieren hoy más capacitación que antes para manejar un avión ¹¹, donde a más automatización se requiere más preparación. Esto sugiere que en el futuro es poco probable que AI

Tabla. Aplicaciones de AI en Odontología

| Área | Ejemplos |
|---------------------|--|
| Radiología | Detección de lesiones de caries en radiografías bite wing ^{12,13} Detección de lesiones apicales en tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ⁴ |
| Periodoncia | Evaluación del riesgo periodontal ¹⁴ Evaluación de pérdida ósea marginal ¹⁵ |
| Rehabilitación | Clasificación radiográfica de implantes dentales ¹⁶ Evaluación de eficiencia masticatoria ¹⁷ |
| Ortodoncia | Detección y clasificación de dientes en radiografías panorámicas ¹⁸ Cefalometría realizada por AI ¹⁹ |
| Odontología forense | Estimación de edad dentaria ²⁰ Clasificación de morfología mandibular ²¹ |
| General | Detección de fraude en Odontología ²² Detección de halitosis ²³ |

reemplace a los radiólogos, al menos a aquellos que entienden esta tecnología. Es probable que en el futuro estas aplicaciones se integren dentro del flujo de trabajo clínico, haciéndose cargo de tareas repetitivas o que requieren tiempo, como completar la ficha clínica y extraer información relevante de la anamnesis clínica, así como apoyar la toma de decisiones diagnósticas y de tratamiento. Para esto se requiere que los clínicos sean capaces de leer un reporte de AI en Odontología para poder evaluar su validez y aplicabilidad, para lo cual hemos desarrollado una guía que le será de utilidad, disponible en *Artificial intelligence in dental research: Checklist for authors, reviewers, readers*⁵.

Referencias bibliográficas

1. Askar H, Krois J, Rohrer C, Mertens S, Elhennawy K, Ottolenghi L, et al. Detecting white spot lesions on dental photography using deep learning: A pilot study. *J Dent*. 2021 Feb 19;107:103615.
2. Mahmood H, Shaban M, Indave BI, Santos-Silva AR, Rajpoot N, Khurram SA. Use of artificial intelligence in diagnosis of head and neck precancerous and cancerous lesions: A systematic review. *Oral Oncol*. 2020 Jul 13;110:104885.
3. Kim J-Y, Kim D, Jeon KJ, Kim H, Huh J-K. Using deep learning to predict temporomandibular joint disc perforation based on magnetic resonance imaging. *Sci Rep*. 2021 Mar 23;11(1):6680.
4. Setzer FC, Shi KJ, Zhang Z, Yan H, Yoon H, Mupparapu M, et al. Artificial Intelligence for the Computer-aided Detection of Periapical Lesions in Cone-beam Computed Tomographic Images. *J Endod*. 2020 Jul;46(7):987–93.
5. Schwendicke F, Singh T, Lee J-H, Gaudin R, Chaurasia A, Wiegand T, et al. Artificial intelligence in dental research: Checklist for authors, reviewers, readers. *J Dent*. 2021 Apr;107(103610):103610.
6. Avendano M, Glymour MM, Banks J, Mackenbach JP. Health disadvantage in US adults aged 50 to 74 years: a comparison of the health of rich and poor Americans with that of Europeans. *Am J Public Health*. 2009 Mar;99(3):540–8.
7. Moynihan R, Doust J, Henry D. Preventing overdiagnosis: how to stop harming the healthy. *BMJ : British Medical Journal*. 2012 May 28;344:e3502.
8. Moynihan R, Henry D, Moons KGM. Using evidence to combat overdiagnosis and overtreatment: evaluating treatments, tests, and disease definitions in the time of too much. *PLoS Med*. 2014 Jul;11(7):e1001655.
9. Krois J, Garcia Cantu A, Chaurasia A, Patil R, Chaudhari PK, Gaudin R, et al. Generalizability of deep learning models for dental image analysis. *Sci Rep*. 2021 Mar 17;11(1):6102.
10. Geoff Hinton: On Radiology [Internet]. Youtube; 2016 [citado el 19 de mayo 2021]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=2HMpRXstSvQ>
11. The Plane Paradox: More Automation Should Mean More Training. *Wired* [Internet]. 2021 Apr 24 [citado el 25 de abril 2021]; Disponible en: <https://www.wired.com/story/opinion-the-plane-paradox-more-automation-should-mean-more-training/>
12. Cantu AG, Gehrung S, Krois J, Chaurasia A, Rossi JG, Gaudin R, et al. Detecting caries lesions of different radiographic extension on bitewings using deep learning. *J Dent*. 2020 Jul 4;103425.
13. Uribe S, Maldupa I. Artificial-Intelligence Diagnostic Accuracy for Radiographic Caries Detection: A Systematic Review IADR Abstract Archives. *J Dent Res*. 2020;99(A):1910.
14. Thyvalikakath TP, Padman R, Vyawahare K, Darade P, Paranjape R. Utilizing Dental Electronic Health Records Data to Predict Risk for Periodontal Disease. *Stud Health Technol Inform*. 2015;216:1081.
15. Krois J, Ekert T, Meinhold L, Golla T, Kharbot B, Wittmeier A, et al. Deep Learning for the Radiographic Detection of Periodontal Bone Loss. *Sci Rep*. 2019 Jun 11;9(1):8495.
16. Lee JH, Kim YT, Lee JB, Jeong SN. A Performance Comparison between Automated Deep Learning and Dental Professionals in Classification of Dental Implant Systems from Dental Imaging: A Multi-Center Study. *Diagnostics (Basel)*. 2020;10(11):910. DOI: 10.3390/diagnostics10110910.
17. Vaccaro G, Peláez JI, Gil-Montoya JA. A novel expert system for objective masticatory efficiency assessment. *PLoS One*. 2018;13(1):e0190386. doi:10.1371/journal.pone.0190386
18. Tuzoff DV, Tuzova LN, Bornstein MM, Krasnov AS, Kharchenko MA, Nikolenko SI, et al. Tooth detection and numbering in panoramic radiographs using convolutional neural networks. *Dentomaxillofac Radiol*. 2019;48(4):20180051. DOI: 10.1259/dmfr.20180051.
19. Kim J, Kim I, Kim YJ, Kim M, Cho JH, Hong M, Kang KH, Kim SJ, Kim YH, Kim N, Sung SJ, Baek SH. Accuracy of automated identification of lateral cephalometric landmarks using cascade convolutional neural networks on lateral cephalograms from nationwide multi-centers. *Orthod Craniofac Res*. 2021 Marzo 11. DOI: 10.1111/ocr.12493. Publicación anticipada.
20. Farhadian M, Salemi F, Saati S, Nafisi N. Dental age estimation using the pulp-to-tooth ratio in canines by neural networks. *Imaging Sci Dent*. 2019;49(1):19–26. DOI:10.5624/isd.2019.49.1.19
21. Niño-Sandoval TC, Guevara Pérez SV, González FA, Jaque RA, Infante-Contreras C. Use of automated learning techniques for predicting mandibular morphology in skeletal class I, II and III. *Forensic Sci Int*. 2017;281:187.e1–187.e7. DOI:10.1016/j.forsciint.2017.10.004
22. Wang SL, Pai HT, Wu MF, Wu F, Li CL. The evaluation of trustworthiness to identify health insurance fraud in dentistry. *Artif Intell Med*. 2017;75:40–50. DOI:10.1016/j.artmed.2016.12.002
23. Nakano Y, Takeshita T, Kamio N, et al. Supervised machine learning-based classification of oral malodor based on the microbiota in saliva samples. *Artif Intell Med*. 2014;60(2):97–101. DOI:10.1016/j.artmed.2013.12.001