

Inteligencia artificial, una mirada al futuro. Perspectiva histórica y evolución de la Ortodoncia

Artificial intelligence, a look to the future. Historical perspective and evolution of orthodontics

Autores: Dra. María Mónica Beti,* Dra. Lorena Furlan,** Dr. Diego Luis Villalba***



* Magister Especialista en Ortodoncia y Odontopediatria (Sociedad Odontológica de La Plata, convenio UCALP).

** Especialista en Ortodoncia y Odontopediatria (Sociedad Odontológica de La Plata, convenio UCALP).

***Diplomado universitario en Ortodoncia (Sociedad Odontológica de La Plata, convenio UCALP).

RESUMEN

A lo largo del tiempo, la Ortodoncia fue pasando por distintos periodos con características propias y bien definidas, hasta llegar a la época actual, en la que el descubrimiento de inteligencia artificial (IA), que combina la ciencia informática, algoritmos y recopilación de miles de datos, logra simplificar nuestro trabajo y nos conduce a un fin muy claro, que es un tratamiento personalizado.

Palabras clave: tecnología, inteligencia artificial, *big data*, algoritmos.

ABSTRACT

Orthodontics, through the ages, went through different periods with its own well-defined characteristics, until we reach the present time, where the discovery of artificial intelligence (AI), which combines computer science, algorithms and the collection of thousands of data, manage to simplify our work, and lead us to a very clear goal, which is a personalized treatment.

Keywords: technology, artificial intelligence, *big data*, algorithms.

INTRODUCCIÓN

La historia de la Ortodoncia se divide en cuatro épocas: antigua, clásica, moderna y contemporánea. La época antigua abarca desde los principios de la humanidad hasta Pierre Fauchard; la época clásica transcurre desde Pierre Fauchard hasta la publicación de los trabajos de Edward H. Angle, que dan inicio a la época moderna; la época contemporánea, denominada, también post-Angle, inicia en los años 30 y transcurre hasta nuestros días.¹⁻² En la época moderna, la revolución se produce con la llegada de los avances tecnológicos al alcance de muchos profesionales; y, acercándonos al siglo XXI, con la introducción del *big data* y la inteligencia artificial (IA) como una gran innovación a la hora del diagnóstico, seguimiento, previsibilidad y planeamiento de nuestros tratamientos.

DESARROLLO

La evolución de la Ortodoncia lleva un rango de innovación: desde el año 1887 hasta 1950 estuvo abocada a los aparatos, y desde 1950 en adelante se focalizó más en los tipos de materiales. En 1990, la integración tecnológica

y la mecanoterapia, y a partir del año 2020 la bioinformática, demuestran que esta evolución nos encamina a una Ortodoncia más personalizada, y la IA posibilita hacer esto más tangible.

Aunque parezca ciencia ficción, las innovaciones en el mundo digital nos permiten diseñar y fabricar *brackets* y aparatos ortodóncicos a medida de cada paciente. Es el caso de la fabricación de los alineadores invisibles o los *brackets* customizados.

Hoy en día, la colocación de los *brackets* en la boca del paciente también se realiza de forma digital: el ortodoncista puede colocarlos virtualmente y posicionarlos en boca de forma rápida y precisa con una plantilla.

Asimismo, el crecimiento tecnológico ha introducido diferentes aplicaciones que se encuentran dentro del área de la IA y sus componentes (figura 1).

El término “Inteligencia Artificial” se asocia principalmente con la robótica y describe cómo la tecnología se utiliza para desarrollar un software que pueda imitar fácilmente la inteligencia humana y realizar tareas específicas.

La IA nació en 1956 con Dartmouth, quien abrió un gran potencial en el campo de la in-

vestigación incluyendo las redes neuronales y otras teorías de computación.³



Fig. 1: Componentes de la IA. Imagen extraída de <https://course.elementsofai.com/>

La IA es la gran desconocida. Solemos hablar de ella desde un lugar muy genérico y sabemos que se compone de tres bloques: las máquinas que pueden aprender a escuchar (Alexia, Siri) o ver (reconocimiento facial); las máquinas que pueden comprender en base a los datos y predecir situaciones; y las máquinas capaces de actuar por sí solas (coches con conducción autónoma, sistema robótico quirúrgico Da Vinci, cámaras intraorales en las clínicas dentales, etcétera).⁴

La característica más destacada de la IA es su capacidad de racionalizar y tomar medidas para tener las mejores posibilidades de lograr un objetivo específico.

Utilizando una mezcla de estadísticas y herramientas probabilísticas, las máquinas pueden aprender de modelos y mejorar sus acciones cuando nuevos datos se introducen. Esto podría adoptar la forma de predicciones, identificando nuevos patrones o clasificando nuevos datos.

La minería de datos aplica estos algoritmos a los datos históricos para identificar nuevas relaciones; por lo tanto, ayudan a los

profesionales a optimizar la toma de decisiones en su práctica diaria, así como a mejorar la calidad de la asistencia.

La IA trabaja con algoritmos que enseñan a la máquina y le dan instrucciones. Y, una vez que ha aprendido, puede incluso hacer variaciones, deducciones y pensar si es factible una solución alternativa que esté relacionada.

Si se dispone de toda la información, se la comprende y utiliza correctamente, es posible que el ordenador prediga cómo va a resultar, cómo va a quedar ese movimiento de la mandíbula o de los dientes a medida que avanza el tratamiento.

En las funcionalidades de los sistemas 3D, si además usamos la IA, el paciente podrá disponer de toda la información en un dispositivo móvil. El *big data*, junto con el *machine learning*, facilitarán que sea una realidad que, antes de tocar al paciente, podamos predecir cómo planificaremos el tratamiento y cuáles serán los resultados.



ORTODONCIA E IA

Los clínicos siempre se enfrentan a una condición que tiene varios tratamientos correctos posibles, aunque algunos son mejores. En este contexto, la IA puede representar avances significativos.

Esta tecnología podría hacer un diagnóstico precoz, lo cual nos permitiría interceptar el desarrollo de la maloclusión, proporcionando resultados más favorables.⁵

Diversos estudios muestran que los ortodontistas podrían confiar en imágenes digitales para la evaluación de la maloclusión.

Los CNN (*Convolutional Neural Networks*) simulan la acción de neuronas interconectadas en la corteza humana para permitirnos identificar y localizar objetos en una imagen.

En Odontología, las técnicas de aprendizaje profundo se han utilizado para cefalometrías automáticas, detección de marcas y segmentación de dientes en una radiografía panorámica. El uso generalizado de fotos intraorales como herramienta de detección de maloclusión facilita la comunicación entre diferentes especialidades dentales para la evaluación del tratamiento del paciente.⁶

Por otra parte, el aprendizaje automático es un subdominio de la IA, que permite que un ordenador sea entrenado para reconocer patologías que utilizan grandes conjuntos de datos.

Además, se creó y probó un modelo de CNN que fue capaz de detectar y localizar diferentes tipos de maloclusiones de varias imágenes clínicas intraorales (un estimado de 10 millones de sonrisas, con una precisión de casi un 90 %).⁷ También se utilizó la IA para predecir resultados de tratamientos sin extracciones de maloclusiones de Clase II. Para este tipo de tratamientos, la distalización molar maxilar es una opción estándar.

También se desarrolló un sistema automatizado de IA para predecir movimientos dentales, esqueléticos y cambios en los tejidos blandos después del tratamiento sin extracciones. Se obtuvieron imágenes de 284 pacientes que habían recibido tratamiento sin extracciones. Cefalogramas pre y postratamiento se superponen utilizando los puntos cefalométricos silla y nasion como puntos de referencia.

Avances en la tecnología de imágenes médicas y en la ciencia de datos han llevado a una mayor utilización del aprendizaje profundo

en el análisis de imágenes. En la investigación de Ortodoncia, la detección anatómica automatizada de puntos de referencia en cefalogramas laterales es posible, con errores tan bajos como 1,5 mm.

Además, la segmentación de los datos de impresión digital ha facilitado el proceso de configuración dental digital. Gran parte de la investigación ortodóncica basada en el aprendizaje profundo se ha centrado en análisis de imagen de los datos iniciales del paciente, de cefalogramas laterales o escáneres intraorales.⁹

Los CNN están especializados en el análisis de datos de imagen, y su principal ventaja es la capacidad para detectar características importantes sin la supervisión de humanos. Esta red neuronal es un método que enseña a las computadoras a procesar datos de una manera que está inspirada en la forma en que lo hace el cerebro humano.¹⁰

En la aplicación clínica, ya que los datos de salida están en la forma de una imagen, la presentación visual de los cambios cefalométricos dictados puede utilizarse como guía intuitiva para tomar decisiones de un tratamiento que no sea con extracciones.

La atención al paciente podría verse favorecida con IA, en pos de ayudar al diagnóstico y a reducir los errores en la práctica clínica. Se podrían utilizar las radiografías digitales, ya que tienen un gran potencial para mejorar el proceso de diagnóstico en radiología.

Se aprecia la utilización de la IA en el impacto del tratamiento de Ortodoncia evaluando el atractivo facial y la apariencia de edad con el uso de fotografías; en la predicción de ubicación y angulaciones de terceros molares en radiografías panorámicas con red neuronal convolucional con Resnet-101 36; en variaciones de la estructura maxilar por la impactación de caninos en tomografías con algoritmo de aprendizaje LINKS 37; en evaluación y desarrollo a través de análisis panorámico y cefalométrico de vértebras cervicales comparando sistemas como *naive bayes* (NB), *random forest* (RF), *artificial neural networks* (ANN), *support vector machine* (SVM), *decision tree* (DT).¹¹ Otras aplicaciones de la IA: mejoras en la segmentación multiclase de tomografías con aplicación de *mixed-scale dense* (MS-D); análisis fotográfico y radiográfico para predicciones



de piezas a extraer con *machine learning models*; evaluación de las diferencias craneo-espinales entre las clases esqueléticas con CNN; mejoras en el diagnóstico esquelético para Ortodoncia a través del CNN con Dese-net modificado; análisis cefalométrico automatizado, identificación y análisis de puntos de referencia faciales y cefalométricos con utilización de algoritmos como YOLO 44 y *Bayesian Convolutional Neural Networks* (BCNN), y últimamente monitorización del tratamiento ortodóncico.¹²

CONCLUSIÓN

La IA nos ayuda a decidir, pero la determinación final nos corresponde a nosotros como profesionales.

La capacidad para desarrollar nuevas soluciones de la mano de las nuevas tecnologías, especialmente la IA, dependerá de la flexibilidad para adaptarse.

Estamos ante un quiebre de todo lo conocido hasta la actualidad. La responsabilidad radica en el ortodoncista: si se inserta en este mundo de lo nuevo por conocer o se queda con lo ya aprendido, limitando así el perfeccionamiento en la atención a sus futuros pacientes. Algunas corrientes filosóficas alertan hoy sobre el uso de la IA. Nunca va a sustituir nuestras decisiones. Se trata de una IA supervisada (ya que aún estamos lejos de una IA autónoma) que puede ayudar a resolver situaciones. La IA es un medio, el fin son los pacientes. Por eso es muy importante la ética profesional, que implica una formación permanente, donde entran en juego la ética de la investigación científica y el principio de precaución.

BIBLIOGRAFÍA

1. Graber TM y Swain B. *Ortodoncia. Principios generales y técnicas actuales*. 4^a. ed. España: Elsevier; 2006. p. 3-9.
2. Proffit WR. *Ortodoncia contemporánea*. 4^a. ed. España: Elsevier; 2008. p. 3-4.
3. Hamet P, Tremblay J. *Artificial intelligence in medicine. Metabolism*. 2017; 69S:S36-40.
4. Hernandez EM. *Inteligencia Artificial Aplicada*. 1^a. ed. Michoacan, Mexico: Morelia; 2013. p. 13-36.
5. McLaughlin RP, Bennet JC, Trevisi HJ. *Mecánica sistematizada del tratamiento ortodóncico*. Vol. 1. Madrid: Elsevier, 2004. p. 3-11.
6. JaeHyun Park. *Use of artificial intelligence to predict out comes of non extraction treatment of Class II malocclusions*. *SemOrthod*. 2021, 27(2), p. 87-95.
7. Talaat S. *The validity of an artificial intelligence application for Assessment of orthodontic treatment need from clinical images*. *SemOrthod*. 2021, 27(2), p. 164-171.
8. Vaid NR. *Artificial Intelligence (AI) drive north odontic care: A quest toward utopia?* *SemOrthod*. 2021; 27 (2), p. 57-61.
9. Asiri SN, Tadlock LP, Schneiderman E, Buschang PH. *Applications of artificial intelligence and machine learning in orthodontics*. *APOS TrendsOrthod*. 2020; 10(1): 17-24. https://doi.org/10.25259/APOS_117_2019.
10. Haugeland J. *Artificial intelligence: the very idea*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology; 1985. p. 351-353.
11. Sarver DM, Spooner MH. *Low-tech high skill treatment in a digital world*. *SemOrthod*. 2020; 26 (1), p. 310-316.
12. Zogakis IP, Shalish M, Greco PM. *Ethics in orthodontics. The Hippocratic oath in perspective: "the 6 keys to ethical orthodontics"?* *Am J OrthodDentofacialOrthop*. 2013; 144: 324-5.