

ACADEMIA DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS DE ESPAÑA

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
EN ODONTOLOGÍA  
¿ES REALMENTE TAN INTELIGENTE?**

**DISCURSO**

**PRONUNCIADO POR EL**

**Excmo. Dr. D. Guillermo Pradíes Ramiro**

**EN EL ACTO DE SU TOMA DE POSESIÓN COMO ACADÉMICO  
DE NÚMERO EL DÍA 11 DE ENERO DE 2024**

**Y LA CONTESTACIÓN DEL ACADÉMICO DE NÚMERO**

**Excmo. Dr. D. José María Vega Del Barrio**



**MADRID  
MMXXIV**

ACADEMIA DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS DE ESPAÑA

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
EN ODONTOLOGÍA  
¿ES REALMENTE TAN INTELIGENTE?**

**DISCURSO**

PRONUNCIADO POR EL

**Excmo. Dr. D. Guillermo Pradíes Ramiro**

Y LA CONTESTACIÓN DEL ACADÉMICO DE NÚMERO

**Excmo. Dr. D. José María Vega del Barrio**



**MADRID  
MMXXIII**



# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	2
PREÁMBULO .....	3
INTRODUCCIÓN .....	5
DEFINICIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	6
ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	7
DEL ALGORITMO AL “BIG DATA”, BASES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	8
CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	10
INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN MEDICINA .....	12
INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ODONTOLOGÍA .....	13
ERRORES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN NUESTRO DÍA A DÍA .....	16
DE LOS CHATBOT A LOS ASISTENTES PERSONALES .....	17
HABLEMOS CON CHATGPT SOBRE LOS RIESGOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL SER HUMANO .....	18
DEL PRINCIPIO DE PETER AL EFECTO DUNNING KRUGER .....	21
CONCLUSIONES .....	22
BIBLIOGRAFÍA .....	25
ANEXO I .....	28
Clasificación de los sistemas de inteligencia artificial en función de su programación .....	28
Clasificación de los sistemas de inteligencia artificial en función de su capacidad y aplicabilidad .....	29
Principales sistemas robóticos en medicina con inteligencia artificial .....	29
DISCURSO DE CONTESTACIÓN .....	31
LAUDATIO .....	32
EL PROFESOR .....	32
EL CLÍNICO Y EL INVESTIGADOR .....	34
LA PERSONA Y SUS CIRCUNSTANCIAS .....	35
REFLEXIONES SOBRE EL TEMA DE SU CONFERENCIA .....	36

DEPÓSITO LEGAL: M-1202-2024

ISBN: 978-84-127973-1-2

IMPRESO EN ESPAÑA

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
EN ODONTOLOGÍA  
¿ES REALMENTE TAN INTELIGENTE?**

**Excmo. Dr. D. Guillermo Pradíes Ramiro**

*A mis alumnos pasados, presentes y futuros.*



Excelentísimo Sr. Presidente de la Academia de Ciencias Odontológicas de España.

Excelentísimos e Ilustrísimos Señores Académicos.

Querida familia, amigos y compañeros.

Señoras y señores.

## PREÁMBULO

Mis primeras palabras de agradecimiento van dirigidas, por lo que es y por lo que representa en esta Academia, al Prof. Antonio Bascones. Sé que por tu estatus debería referirme a ti como excelentísimo, ese sería el protocolo correcto, pero, en mi humilde opinión, dirigirme a ti como “profesor” te da el máximo aura que se puede alcanzar: haber dedicado tu vida a ofrecer, con rigurosidad y generosidad, tus conocimientos a todos los que hemos aprendido contigo. Gracias, querido profesor, por tu invitación a formar parte de este foro tan selecto en número y en cualificación donde yo, sinceramente, todavía ando preguntándome a qué debo esta alta consideración y sigo afanándome en buscar dónde sentarme.

Si mi primer agradecimiento ha sido para el profesor Bascones, el siguiente es para el académico que hoy me va a dar la réplica, el profesor José María Vega del Barrio. Es difícil conocer a una persona que rebose tal cantidad de humanidad y generosidad, la cual demuestra, una vez más, habiendo aceptado recorrer a mi lado, o mejor, yo al suyo, este acto. Gracias José María, tú no solo fuiste el director de mi tesina de licenciatura, fuiste mi referencia y ejemplo durante los años que compartimos juntos en la universidad hasta tu merecida jubilación, que no retirada. ¡Tú sí que sabes!

Tras mi agradecimiento hacia ti y hacia todos los compañeros académicos que me acogéis en este acto, mis siguientes palabras de agradecimiento no podrían ser para otros que para mi familia. Gracias Mamá por haberme concedido el privilegio de ser tu hijo; gracias Papá, donde estés, por haberte vaciado conmigo, apoyándome hasta el último de tus suspiros.

Gracias Ana, por haber querido recorrer conmigo más de 32 años de nuestras vidas y por permitirme aportar a este mundo a nuestros tres hijos, Carlos, Laura y Guille, de quienes no podría sentirme más orgulloso ni agradecido por lo que me han dado desde que forman parte de nuestras vidas.

Gracias a todos los compañeros de la Universidad Complutense de Madrid donde ingresé como alumno de manera más que accidentada en un mayo de 1986 y donde en 2024, 38 años más tarde, sigo asistiendo y aprendiendo todos los días.

Dentro de la universidad tengo muchos compañeros a los que agradecer, de una u otra manera, el estar hoy aquí. Creo que, por orden cronológico, en primer lugar, al Prof. López Lozano, que me prestó su apoyo desde el principio de mi carrera académica. A la Prof. Suárez García, directora de mi tesis doctoral y orientadora de mis primeros

pasos en investigación. Al Prof. Fernando Del Río De las Heras, que lideró su cátedra y luego su departamento, que también fue el mío, con un perfil de liberalismo científico poco visto para aquellos momentos. Qué placer y qué honor poder debatir de manera abierta y relajada con una persona que te triplicaba en experiencia y conocimientos, pero que te escuchaba como si fuera él el que tuviera algo que aprender de ti, ya ves...

Mi siguiente agradecimiento es para el Prof. Mariano Sanz Alonso, por entregarme su confianza para formar parte del equipo decanal que lideró la facultad durante ocho años y que, sin duda y sin complejos, la transformó y modernizó. Mi saludo y recuerdo también para el resto del equipo: Concha, Cote, Alberto, Juanjo, el tristemente desaparecido, José Sada, y nuestra querida Gerente, Pepa Fontecilla.

La lista de compañeros y amigos que me han acompañado y me acompañan día a día en mi camino sería, supongo que como la de todos, interminable, pero que me perdonen todos los demás si por cuestiones de brevedad nombro solo a mis manos izquierda y derecha, la Dra. M<sup>a</sup> Paz Salido y el Dr. Francisco Martínez Rus, Paco y Maripaz. Estoy plenamente convencido de que si no hubierais existido os habría tenido que inventar.

Gracias, finalmente, a todos los que me habéis permitido el privilegio y el honor de aportar algo durante vuestra trayectoria profesional. No puede haber, o por lo menos yo no la concibo, mejor empresa que la transmisión de conocimiento. Sin duda alguna, la práctica clínica es vocacional, pero no lo es menos la docente y tener la oportunidad de combinar ambas me parece un privilegio difícil de igualar.

Hoy toca afanarme en la parte docente y a ello me dispongo.

## INTRODUCCIÓN

Hace poco tiempo, mi querida exgerente de la Facultad de Odontología, que ahora lo es de Medicina, Pepa Fontecilla, me regalaba un facsímil de la tesis de Ramón y Cajal depositada en los archivos de la Biblioteca de la Facultad de Medicina que, bajo el título “Patogenia de la inflamación”, fue defendida por Don Santiago el 26 de junio de 1877<sup>(1)</sup>.

Era un ejemplar en tamaño cuartilla (la mitad de un folio) de solo cuarenta y dos páginas, totalmente manuscrito y sin una sola cita bibliográfica. Imagínense el baño de humedad y reflexión a que me llevó su sola inspección visual. Qué lejos todo de nuestro ordenador y nuestro “Word”. Una autentica belleza, y lo digo yo que adoro todo lo que huelga a tecnología y que me moría por tener un coche con ventanillas eléctricas cuando eso suponía una auténtico lujo e innovación para cualquier coche.

Volviendo a D. Santiago Ramón Cajal que, por cierto, esos eran respectivamente su nombre y dos apellidos; la “y” la puso Don Santiago entre sus dos apellidos para que no se confundiera su primer apellido, Ramón, con un nombre compuesto.

Anécdotas aparte, nuestro premio Nobel de Medicina en 1906 fue premiado en reconocimiento de su trabajo sobre la estructura del sistema nervioso y su llamada “doctrina de la neurona”, donde sostenía que el tejido cerebral estaba compuesto por células individuales llamadas neuronas<sup>(2)</sup>. Madre mía, ¿se dan cuenta que hace

apenas poco más de 100 años que se estableció que la unidad funcional del sistema nervioso era la neurona?

Pero todavía es más curioso y hace más grande el hito que ese año el premio de Medicina fuera compartido con el mismísimo Camillo Golgi. Cajal, utilizó durante años el método de tinción propuesto por Golgi, la tinción con cromato de plata. Sin embargo, nunca estuvo de acuerdo con sus teorías, ya que Golgi defendía que el tejido nervioso era continuo. Hasta tal punto llegaba la inquina -sobre todo de Golgi contra Don Santiago- que se cuenta que durante la ceremonia de entrega de los Nóbel, Ramón y Cajal trató de manera exquisita a Golgi, pero que el italiano protagonizó una exhibición de soberbia, falta de categoría científica y humana en sus consideraciones hacia Cajal.

Pues bien, para ir centrando el tema, queridos asistentes o lectores, hace poco más de 100 años que establecimos que funciones como la inteligencia, dependían de ese tejido nervioso compuesto por unidades funcionales denominadas neuronas y ahora... tenemos otro tipo de inteligencia cuya estructura depende de “circuitos impresos” y nuestra preocupación es si dichos circuitos llegarán a someter al todo poderoso ser humano dotado de neuronas... ¡Si Don Santiago levantara la cabeza!

En cualquier caso, nadie mejor que uno de los protagonistas de esta nueva inteligencia para contestar, o no, a esta pregunta. Así que, en algún momento de esta disertación, elaboraremos un “*prompt*”, que es como se llaman las secuencias o instrucciones de comunicación con los “*chatbots*” y le preguntaremos al propio “*ChatGPT*” qué opina el ¿o es ella? ¿o elle? al respecto.

## DEFINICIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Corresponde ahora, para establecer el punto de partida de esta disertación, proceder a las definiciones de términos básicos implicados y que mejor para ello que recurrir a nuestro diccionario de la Real Academia Española (RAE) que define el término inteligencia<sup>(3)</sup> en sus tres primeras acepciones como:

1. *Capacidad de entender o comprender.*
2. *Capacidad de resolver problemas.*
3. *Conocimiento, comprensión, acto de entender.*

Y al añadir el término “artificial” para modular el tipo de inteligencia a la que nos estamos refiriendo, la RAE nos entrega la siguiente definición: “*Disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico*”.

Así pues, la propia Academia ya nos especifica de una manera clara qué es la inteligencia artificial (IA), y si se dan cuenta, al añadir el término “artificial” se pierde todo el componente espiritual y emocional que caracteriza a la inteligencia humana. De hecho, y de una manera más aséptica todavía, el propio “*ChatGPT*” en su versión 4.0 define la inteligencia artificial como la rama de la informática que busca desarrollar algoritmos, sistemas y técnicas que permitan a las computadoras realizar tareas que para los humanos requieren de inteligencia. Esto incluye aprender, razonar, resolver problemas, entender lenguaje natural, reconocer patrones, objetos, etc.<sup>(4)</sup>.

Establecido este marco conceptual y abordando, solo como primera reflexión, una de las actuales preocupaciones de muchos colectivos, dudo mucho que en ningún momento los recursos de inteligencia artificial logren controlar al ser humano. Para bien o para mal, por definición, la inteligencia artificial no deja de ser un recurso técnico para igualar y superar ciertas tareas que el ser humano realiza de una manera más limitada o lenta. En realidad, si nuestro cerebro tuviera la capacidad de almacenar el volumen de información que maneja cualquier programa de inteligencia artificial o pudiera utilizarla con la rapidez que caracteriza a los ordenadores le daría 500 vueltas, no tengan ninguna duda. En cualquier caso, en la parte final de esta disertación volveremos sobre este tema que, en la actualidad, parece tenernos tan preocupados y que es portada de periódicos y revistas a diario.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Casi todos los textos ubican las semillas de lo que hoy llamaríamos inteligencia artificial en el aceleramiento tecnológico provocado por las necesidades bélicas provocadas durante la Segunda Guerra Mundial.

Warren Mc Culluca y Walter Pitts desarrollaron un primer modelo matemático e informático en 1943 que es considerado en la actualidad como uno de los cimientos de las evoluciones posteriores de la IA, las redes neuronales profundas tan en auge en la actualidad.

Sin embargo, uno de los primeros antecedentes de la inteligencia artificial lo encontramos en el artículo que Alan Turing publicó en 1950 “*Computing Machinery and Intelligence*”<sup>(5)</sup>. En este artículo, el matemático británico describía un juego de análisis donde un ser humano debería ser capaz de distinguir si estaba manteniendo una conversación con una persona o con una máquina (teletipo). Es curioso que su aplicación inversa esté actualmente utilizándose bajo lo que todos conocemos hoy en día como CAPTCHA (*Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart*). Alan Turing, además, fue uno de los criptógrafos implicados en el descifrado del código enigma durante la Segunda Guerra Mundial, con lo de crucial tuvo este hecho para el desenlace de la guerra.

Desgraciadamente, una vez más, la incoherencia e infinita crueldad del cerebro humano llevó al gobierno británico en 1952 a que el brillante matemático fuera acusado de “incidencia grave y perversión sexual”, así como condenado a un año de prisión. Para evitar ir a la cárcel, Turing se sometió a una terapia de castración química para reducir la libido. Dos años más tarde, Turing se suicidó. En 2009, el primer ministro británico Gordon Brown pidió en nombre de su gobierno disculpas por el “*absolutamente injusto trato*” que se le proporcionó a Turing en vida tras sus grandes hazañas durante la guerra, así como en 2013 recibió el indulto real por parte de la reina Isabel II.

Aunque Alan Turing fue influyente en muchos de los aspectos posteriores del desarrollo de la IA, todas las fuentes coinciden en citar a John McCarthy como verdadero padre del término inteligencia artificial, que definió como “*la construcción de programas informáticos que se dedican a procesos mentales de alto nivel como: aprendizaje perceptivo, organización de la memoria y razonamiento crítico*”<sup>(6,7)</sup>.

Volviendo a los antecedentes de la IA, los primeros avances de lo que hoy realmente conocemos como inteligencia artificial fueron desarrollados por IBM cuando el ordenador “*Deep Blue*”, en mayo de 1997, ganó una partida de ajedrez contra el campeón mundial Garri Kaspárov. El funcionamiento de “*Deep Blue*” se basaba en el uso de un algoritmo sistemático donde se evaluaron y ponderaron todos los movimientos posibles<sup>(8)</sup>.

## **DEL ALGORITMO AL “BIG DATA”, BASES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Efectivamente, la inteligencia artificial basa su funcionamiento en la utilización de algoritmos. Dichos algoritmos se generan y se mejoran constantemente en función del entrenamiento previo al que se haya sometido al programa y a la cantidad de “*Big Data*” disponible para que el programa siga aprendiendo. Por esta razón, es básico para poder entender realmente cual es el funcionamiento de los sistemas de inteligencia artificial estos dos conceptos muy claramente: algoritmo y Big Data.

Una vez más, recurriendo al diccionario de la RAE, un algoritmo se define como: “*el conjunto finito y ordenado de operaciones que permite hallar la solución de un problema*”<sup>(9)</sup>. En realidad, la estructura de un algoritmo no deja de ser un árbol de toma de decisiones.

Un ejemplo simple, pero efectivo, para explicar cómo funciona la IA y el “*Machine Learning*” (ML), término que explicaremos en profundidad más adelante, sería decidir si en un determinado momento vas a jugar al tenis o no basándote en el clima. Para ello, lo primero que tendrías que hacer sería revisar y condensar la información disponible:

1. Tienes datos sobre factores que influyen como: ¿Está nublado? ¿Hay probabilidad de lluvia? ¿Cuál es la humedad? ¿Hace viento? Y para cada combinación de estos factores tienes una decisión tomada anteriormente: jugar o no jugar.
2. Un árbol de decisión tomará estos datos y generará una estructura de árbol donde las ramas representan decisiones basadas en esos factores y las hojas representan los resultados (jugar o no jugar).
3. Luego, con este árbol ya formado, si tienes un nuevo día y quieres saber si jugar al tenis o no, simplemente sigues las decisiones del árbol basadas en las condiciones actuales del clima y llegas a una decisión.

Pero, para que el algoritmo sea efectivo e incluso se mejore día a día necesita ser entrenado con casos de los que tengamos lo que se denomina “*ground truth*”, es decir, la veracidad de algo. Después de eso, el programa será capaz de pasar a una segunda fase donde los propios nuevos datos con los que le alimentamos harán que vaya mejorando su capacidad diagnóstica, predictiva, operativa, etc., en función del software del que estemos hablando.

Por lo tanto, el despegue y la potenciación que la IA ha tenido desde, aproximadamente, el año 2010 se basa en dos factores:

1. La mejora en la eficiencia de los procesadores y en especial de las tarjetas gráficas. Esto ha permitido que los algoritmos de aprendizaje que antes tardaban semanas en realizar determinados cálculos ahora lo hagan en minutos o segundos.

2. La facilidad de acceso a grandes cantidades de volúmenes de datos (Big Data). Por poner un ejemplo sencillo, si se está trabajando sobre un algoritmo de clasificación y reconocimiento de imágenes de animales, por ejemplo, de perros, hoy en día en una búsqueda simple en el navegador *Google Chrome* se pueden obtener millones de dichas imágenes.

Además, como veremos a continuación, el enfoque es mucho más inductivo y ya no hace falta codificar tantas reglas, sino que los ordenadores las descubran solos por correlación y clasificación de las propias bases de datos<sup>(10)</sup>.

## CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En la actualidad, los distintos tipos de recursos técnicos utilizados en los sistemas de inteligencia artificial incluyen la realización o facilitación de tareas que pueden incluir el razonamiento lógico, la percepción visual, el reconocimiento de voz, la toma de decisiones y la traducción de idiomas, entre otros.

La IA es un campo vasto y multidisciplinar que ha evolucionado a lo largo de los años, existiendo múltiples clasificaciones de los protocolos de trabajo. Además, muchas de las categorías que incluyen se solapan o complementan unas con otras. Por dicha razón, en las siguientes líneas vamos a presentar una clasificación muy genérica de las principales disciplinas y subdisciplinas de la IA que centren un poco más su utilización en Ciencias de la Salud y dejaremos para el lector más adelantado otra más exhaustiva en el Anexo I al final de este mismo documento.

### *1. Machine Learning (ML):*

Es una subdisciplina de la IA que se centra en el diseño y desarrollo de algoritmos y modelos que permiten a las máquinas aprender de los datos sin ser programadas explícitamente para ello. En otras palabras, ML permite que las máquinas mejoren su rendimiento a medida que se exponen a más datos. El típico ejemplo sería el algoritmo de regresión lineal que busca establecer una relación entre variables para hacer predicciones. Dentro de ella se establecen distintos niveles en función del grado de “supervisión que se hace de los datos” y si existe o no refuerzo en la toma de decisiones con “recompensas” o “castigos”. En función del grado de supervisión se clasifican en supervisadas y no supervisadas. En el caso de las supervisadas, la veracidad sobre una circunstancia, diagnóstico, cumplimiento de un requerimiento, etc., es supervisada por el investigador, lo cual aporta una “ground truth” (verdad contrastada) o “input” al programa que cuenta con la respuesta correcta aportada externamente. En las no supervisadas, la respuesta la ofrece el propio sistema sin supervisión humana.

### *2. Deep Learning (DL):*

En realidad, sería una subcategoría del ML que utiliza redes neuronales con muchas capas, llamadas redes neuronales profundas, para analizar diversos tipos de datos<sup>(11)</sup>. Trabajaría en un entorno parecido al cerebro humano. El DL es especialmente bueno en tareas como el

reconocimiento de imágenes y voz, ya que puede detectar características en los datos con muy poco preprocesamiento. Un claro ejemplo de este tipo de “*Deep Learning*” serían las redes neuronales convolucionales<sup>(12)</sup>.

### 3. *Computer Vision (CV)*:

Permite que las máquinas procesen e interpreten visualmente, reconociendo e identificando distintos objetos en imágenes o realizando reconocimiento facial para identificar y/o verificar a una persona a partir de su rostro<sup>(13)</sup>.

Estás serían, en mi opinión, las categorías o disciplinas básicas que suponen los cimientos de la IA. Sin embargo, clasificando los tipos de inteligencia artificial en función de su capacidad y aplicabilidad, la IA se estructuraría en tres categorías: débil o estrecha, general y superinteligente. Paradójicamente, aunque la clasificación contempla tres categorías en la actualidad, solo se considera alcanzada la denominada estrecha o “*narrow*”, es decir, la orientada a una tarea específica como, por ejemplo, los asistentes virtuales como Siri o Alexa. La general o “*strong*”, considerada como aquella capaz de hacer cualquier tarea intelectual que un ser humano pueda hacer, aún no se ha alcanzado, y mucho menos la denominada superinteligente, capaz de superar la capacidad cognitiva humana en todas las áreas<sup>(14)</sup>.

En momentos posteriores de esta presentación analizaremos, por tanto, esta clasificación y veremos su relación con las limitaciones de la IA. Mientras tanto, vayamos acercándonos a las posibilidades de la IA en el entorno médico y, por ende, en el odontológico.

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN MEDICINA

El uso de recursos de IA aplicados al campo de la Medicina es, sin duda alguna, cada día más utilizado. Su campo de aplicación principal se enfoca a la detección, diagnóstico y clasificación de todo tipo de patologías mediante el uso de algoritmos entrenados para evaluar los distintos signos y síntomas de cualquier cuadro que presente un paciente. Además, una vez discriminados y asociados, permite ofrecer un diagnóstico certero y, en general, la mejor propuesta terapéutica disponible en cada momento. Este tipo de softwares son claramente utilizados hoy en día en el campo de la Medicina Interna, la Cardiología, la Traumatología, etc.<sup>(15-18)</sup>.

Los datos analizados pueden estar constituidos por valores de parámetros cuantitativos, como los ofrecidos por un análisis sistemático de sangre u orina, por las gráficas obtenidas de un electrocardiograma, por las imágenes radiológicas correspondientes o por un conjunto de todas ellas. En el campo de aplicación de la evaluación de fotografías o imágenes radiológicas, la utilización de redes neuronales convolucionales junto con las técnicas de “*Computer Vision*” están proporcionando un avance cada vez más rápido en este campo y la Dermatología sería el ejemplo más representativo de ello<sup>(19,20)</sup>.

De hecho, y sin ir más lejos, con un simple formato de aplicación de móvil todos los meses yo mismo me someto a la evaluación de un software de IA que chequea un nevus y una mancha pigmentada que tengo respectivamente en mi hombro y en mi brazo izquierdo, monitorizando la situación de estos. Se considera que esta aplicación tiene una fiabilidad del 90%<sup>(21)</sup>.

En cualquier caso, siempre que hablamos de recursos de inteligencia artificial debemos tener en cuenta que no solo los grandes o específicos softwares de diagnóstico implementan este tipo de recursos, sino que, en realidad, la inteligencia artificial se haya ya en el interior de cualquier instrumento de aplicación médica mejorando su funcionamiento intrínseco mediante distintas tareas de optimización de este. Sirvan como ejemplo los robots quirúrgicos como Hugo, Luna, Mako, Rosa o la propia evolución del casi ya clásico Da Vinci, ahora en su versión Xi. Este robot, desarrollado por la empresa *Intuitive Surgical*, ha liderado durante años el área de los robots quirúrgicos asistiendo a las manos del cirujano y filtrando mediante inteligencia artificial sus limitaciones hasta convertirlas en el máximo exponente de la precisión especialmente en el campo de la Urología<sup>(22,23)</sup>. Me he permitido también añadir en el Anexo I un poco más de información sobre estos dispositivos.

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ODONTOLOGÍA

Sin duda alguna, uno de los campos donde la inteligencia artificial está teniendo gran desarrollo y de manera muy eficaz es en Odontología. Las principales aplicaciones van desde el diagnóstico de patologías como la caries mediante fotografía<sup>(24,25)</sup>, la eliminación de áreas no deseadas durante el uso del escáner intraoral para determinados procedimientos<sup>(26,27)</sup>, softwares de evaluación radiológica<sup>(28,29)</sup>, propuestas automáticas de planificación quirúrgica de implantes<sup>(30)</sup> o los tratamientos con alineadores<sup>(31,32)</sup>. En este sentido, los tratamientos ortodóncicos han sufrido un profundo cambio en su vertiente terapéutica desde la aparición de estos softwares. La capacidad de realizar la segmentación automática de las coronas de los dientes, simular sus movimientos virtualmente y terminar aplicando dicha previsión al diseño y fabricación individualizada de alineadores capaces de expresar dichos movimientos es ahora un procedimiento cotidiano. La mejora de los propios algoritmos que se van entrenando y modificando precisamente gracias al “*Big Data*” que van generando los nuevos casos tratados ha ido optimizando estos softwares. Es claro que el tratamiento con alineadores no es todavía un tratamiento previsible al 100%, pero, sin duda, es un claro exponente de cómo la inteligencia artificial puede cambiar la manera de afrontar protocolos y técnicas de tratamientos. A este respecto, la posibilidad de alineación de los archivos STL (*Standard Triangle Language*) del paciente junto con los DICOM (*Digital Imaging and Communication In Medicine*) provenientes de la exploración radiológica tridimensional ha supuesto un nuevo avance en el campo de la inteligencia artificial, ya que la segmentación ahora ya no se limita a la corona del diente, sino a la corona y la raíz, pudiendo evitarse consecuencias importantes como la exposición de la raíz del diente fuera de las corticales óseas o su interacción con otras raíces que producirían reabsorciones<sup>(33-35)</sup>.

Como adelantábamos anteriormente, el análisis de imágenes fotográficas con un simple móvil empieza a dar también resultados a la hora de diagnosticar caries, gingivitis, detección del color dental, ajuste de los alineadores, etc., y aunque aún tiene resultados de sensibilidad, especificidad, *FI score* y otros parámetros de evaluación mejorables, sin duda esta línea de trabajo está evolucionando bien y rápido.

La inteligencia artificial asociada a aparatología aparentemente tan simple como un cepillo de dientes ha sido protagonista de importantes hitos al mostrarse determinante en las UCIs, especialmente durante el tiempo de pandemia. Los pacientes intubados tenían una clara tendencia a que su boca se llenase de bacterias que podían empeorar dramáticamente el pronóstico de las neumonías que sufrían. En este sentido, que el personal auxiliar o de enfermería realizase un correcto cepillado era de gran importancia y la asociación de Apps de inteligencia artificial en el móvil, capaces de comunicarse con los cepillos electrónicos, ha supuesto una herramienta perfecta para lograr estos objetivos y disminuir las infecciones en estos pacientes.

Nuestro propio grupo de investigación lleva ya años trabajando en una línea de inteligencia artificial aplicada a la evaluación de softwares capaces de realizar diagnósticos automatizados de distintas patologías sobre radiografías periapicales y panorámicas<sup>(28,29)</sup>. Los resultados evaluados y publicados son muy aceptables en algunas variables como la localización de implantes, detección de coronas protésicas, etc., con resultados comprendidos entre el 90 y el 100% de precisión y sensibilidad, pero todavía con resultados de entre un 40 y un 60% de sensibilidad en otras, como la detección de restauraciones con composite o confusión entre dientes. Así pues, existe todavía un amplio rango de mejora en el que ya estamos colaborando precisamente con las propias empresas desarrolladoras. Una vez más, la inteligencia artificial es un niño pequeño que hay que ir educando y, por primera vez, la falibilidad de estos softwares introduce el título de esta ponencia: ¿Es realmente tan inteligente?

Una parte muy importante de esta eficacia, como ya hemos ido señalando, es el entrenamiento de la red neuronal, ya que, aunque la red puede aprender sola, normalmente aprende más y mejor si la alimentamos nosotros. El problema de dicho entrenamiento es que requiere de un diagnóstico considerado como verdad absoluta “*ground truth*” que no siempre se tiene. Otras veces, aunque se tenga, es claro que requiere tiempo y medios el poder obtenerlo. Por ejemplo, en los softwares en los que nosotros estamos trabajando, la simple anotación, detección del objeto y segmentación de este conlleva un tiempo realmente muy elevado. Por otra parte, el simple hecho de buscar a los pacientes que van a formar parte del estudio, pasar los comités éticos de ensayos clínicos, etc., supone también un importante esfuerzo que retrasa mucho los estudios y los avances. Para solventar este problema, a nivel de investigación se han buscado varias soluciones, una de ellas sería la utilización de bancos de datos públicos, en este caso imágenes, por ejemplo, de radiografías panorámicas de pacientes. Esta opción acelera mucho la obtención de la “*data*” y, por tanto, también disminuye los costes del estudio, pero también cada día es más criticada porque al final las redes neuronales son entrenadas con los mismos datos una y otra vez, lo cual no deja de ser un sesgo porque el programa no puede mejorar su aprendizaje. Distintos son los proyectos en relación con el concepto de “*Federated Learning*”, en este caso lo que se comparte es la propia red neuronal de tal manera que, de manera anonimizada e independiente, cada centro perteneciente a la red está trabajando con su propio “*dataset*”, pero los resultados y entrenamiento de la red van a un solo servidor, por lo que el software aprende mucho más rápido y de manera mucho más eficaz. Sin duda, el futuro de la investigación en IA está en este tipo de propuesta de trabajo.

Con respecto a la utilización de “*chatbots*” en Odontología, esta es una tecnología que avanza de una manera muy rápida y con múltiples indicaciones: desde atender automáticamente una solicitud de cita de un paciente; establecer de manera automática los protocolos de urgencias odontológicas; realizar la elección de un fármaco determinado, una vez analizada las interacciones en la medicación y patología de base de un paciente; o indicarle a los padres los cuidados sobre los tratamientos odontológicos de sus hijos<sup>(36-38)</sup>.

Así pues, aunque en tareas muy específicas, la inteligencia artificial en Odontología se encuentra a un buen nivel, aunque todavía presenta un rango muy amplio de mejora que conlleva que debamos de ser prudentes a la hora de su aplicación, sobre todo en tecnología de diagnóstico. Lógicamente, estos errores que comete la inteligencia artificial no solo están relegados al ámbito de la Odontología, sino que aparecen en nuestro día a día. Veamos algunos de ellos que no por parecer graciosos son poco relevantes.

## ERRORES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN NUESTRO DÍA A DÍA

Uno de los campos más trabajados hoy en día en inteligencia artificial es la IA generativa. En este sentido, un claro ejemplo de ella podría ser la receta que obtuvo Janelle Shane, una reputada investigadora en el campo de la inteligencia artificial en Óptica, cuando tras preparar un programa de IA de generación automática de recetas basado en la introducción previa de 30.000 recetas de cocina, al pedirle que generase una receta nueva obtuvo este resultado:

*“Beothurtreed Tuna Pie”:*

- *1 mayonesa de manzana dura cocida.*
- *5 tazas de grumos, en rodajas finas.*
- *Rodear con 1½ docena de agua pesada por alto, y escurrir y cortar en ¼ en el resto de la sartén.*

Sin duda, succulenta receta, ¿no?<sup>(39)</sup>

Por otra parte, investigadores de la Universidad Carnegie Mellon no solo demostraron que se puede eludir el reconocimiento facial por inteligencia artificial, sino que también se puede imitar a una persona y dar como resultado su cara poniendo a su avatar unas gafas con la impresión de unos patrones específicos. De esta manera, un hombre moreno con ojos oscuros pelo negro y barba podía ser identificado/confundido por el sistema como una mujer rubia con ojos azules<sup>(40)</sup>.

Más cómico parece como trabaja la inteligencia artificial cuando se programa a las cámaras de televisión de un partido de fútbol para que sigan de manera automática y constante al balón. Hasta aquí todo correcto y muy práctico, salvo que algún jugador o el propio árbitro como es el caso, por ejemplo, del gran Pierluigi Collina sea calvo, porque en ese caso las cámaras seguirán constantemente los movimientos del alopécico referí.

Ya no hace tanta gracia cuando, simplemente “customizando” una señal de stop, el sistema de inteligencia artificial del coche entiende que puede avanzar a una

velocidad de 40 km/h, imaginemos las posibles consecuencias de este sistema de asistencia autónoma.

Por último, y a modo de ejemplo entre lo gracioso y lo surrealista, ¿qué les parecería si aceptando que la conducción autónoma ha llegado a tal nivel que los coches pueden circular a modo de taxis directamente sin conductor, la policía trata de pedir la documentación a uno de estos vehículos aparcados? Pues eso fue lo que le pasó a un policía de San Francisco cuando no podía creer que un coche que acababa de parar delante de él y al que pretendía pedirle la documentación no llevaba ningún ocupante.

La cosa no terminó ahí, pues cuando el policía se dirigió a su propio coche para hacer una consulta por radio, se encontró que el taxi se puso en marcha y aparcó unos 20 metros más allá, nuevamente, encendiendo las luces de emergencia. La incidencia se solucionó cuando llamando a la compañía de taxis, se le informó de que el taxi había actuado de manera correcta, ya que su programación entendía que la zona donde había sido detenido no era correcta y para aumentar la seguridad vial se había dirigido a un nuevo emplazamiento más seguro. Hasta ahí todo bien, pero, ¿tanta inteligencia artificial y la natural no se había encargado de decirle a los policías que por su ciudad estaban transitando ya de manera legal, coches totalmente autónomos? ¿Es posible que la inteligencia artificial esté inhabilitando el más básico sentido común?<sup>(41)</sup>

## DE LOS CHATBOT A LOS ASISTENTES PERSONALES

Unas de las aplicaciones de inteligencia artificial más populares hoy en día son, sin duda alguna, los asistentes personales y “*chatbots*”. En realidad, es difícil separar un concepto del otro porque los asistentes personales son “*chatbots*” que pueden aceptar instrucciones auditivas, escritas o ambas. Esas instrucciones reciben el nombre de “*prompt*” y dependiendo de la claridad con que los pronunciemos o de la correcta exposición gramatical de la pregunta que tengamos, el resultado será bueno, excelente o realmente desastroso. Esta tecnología es la que asiste a *Siri*, *Cortana*, *Alexa*, etc., así como a todos los asistentes de voz de muchas marcas de coches. Pero, sin duda alguna, todos ellos están quedando eclipsados por el “*chatbot*” del momento: “*ChatGPT*”.

“*ChatGPT*” es un modelo de lenguaje basado en la arquitectura GPT (*Generative Pre-trained Transformer*) desarrollado por la empresa OpenAI y lanzado en 2022. OpenAI fue fundada en diciembre de 2015 como una organización de investigación en inteligencia artificial. Inicialmente, operó como una organización sin ánimo de lucro que pretendía avanzar en el campo de la IA de manera segura y beneficiosa para la humanidad, pero en 2019 creó una entidad limitada para atraer capital sin sacrificar su misión central. El desarrollo de

“*ChatGPT*”, tal como hoy lo conocemos, tiene sus antecedentes en GPT, lanzado en 2018, marcando un hito en el campo de la inteligencia artificial por su capacidad para generar texto coherente y contextualmente relevante. Desde entonces, OpenAI lanzó varias actualizaciones, incluyendo GPT-2 y GPT-3, cada una significativamente más poderosa que la anterior, hasta que ChatGPT fue presentado en 2022. Este año, GPT-4 ha sido implementado y representa la iteración más avanzada hasta la fecha,

ofreciendo una mayor precisión, capacidad de respuesta y entendimiento del contexto en una amplia gama de tareas, desde la redacción de textos hasta la resolución de consultas complejas.

“*ChatGPT*” ha evolucionado para interactuar y complementarse con otras tecnologías avanzadas de inteligencia artificial. Una de las integraciones más notables es con DALL-E, un modelo de IA desarrollado también por OpenAI que genera imágenes a partir de descripciones textuales. Esta sinergia entre *ChatGPT* y DALL-E ha abierto nuevas posibilidades, permitiendo a los usuarios, no solo generar texto, sino también crear visualizaciones gráficas únicas basadas en sus solicitudes de texto.

Además, “*ChatGPT*” se ha integrado en diversas aplicaciones y plataformas, ampliando su uso en campos como la educación, donde asiste en la tutoría y la generación de material didáctico; en negocios, para automatizar la atención al cliente y redactar documentos; y en el desarrollo de software, donde ayuda en la generación de código y la solución de problemas de programación. Estas aplicaciones demuestran la versatilidad de “*ChatGPT*” y su creciente impacto en diferentes sectores.

En enero de 2023, la compañía estaba valorada en 29 mil millones de dólares, el doble de su valor en 2021<sup>(42)</sup>.

## HABLEMOS CON CHATGPT SOBRE LOS RIESGOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL SER HUMANO

Para sacar el mayor de los partidos a “*ChatGPT*” es muy importante que la elaboración de los “*prompts*” sea correcta, lo cual implica informar al software sobre el rol que debe de tomar para que el nivel de competencia de la respuesta se adecúe a dicho rol. No es lo mismo que en la pregunta formulada a “*ChatGPT*” le establezcas, por ejemplo, que su rol en ese momento es el de un profesor de universidad o el de un profesor de primaria. Igualmente, debes advertirle de quien será el receptor del mensaje para que adecúe su lenguaje y profundidad de la respuesta al mismo; es decir, tienes que comunicar claramente al software que quieres de él.

Pues bien, como ejemplo pongamos que le pregunto a “*ChatGPT*” acerca de la preocupación de la sociedad actual sobre el potencial de la inteligencia artificial para terminar dominando a la humanidad.

Elaboremos los “*prompts*”:

Profesor Pradiés: *Imagina que eres un profesor de universidad de la rama de Ciencias de la Salud, ¿lo has entendido? Contesta sí o no.*

Chat GPT: *Sí, lo he entendido, soy un profesor de Educación Superior de Ciencias de la Salud, ¿qué puedo hacer por ti?*

Profesor Pradiés: *Durante una ponencia en un congreso sobre inteligencia artificial has sido preguntado sobre las posibilidades de que las máquinas terminen controlando al ser humano. Por favor, argumenta de manera estructurada en cuatro puntos, de no más de tres o cuatro renglones cada uno y un resumen final, tus consideraciones sobre este tema.*

ChatGPT: *De acuerdo, soy un profesor de universidad de Ciencias de la salud, realizando consideraciones argumentadas sobre el tema de las máquinas tomando el control y sometiendo a los humanos.*

*Este es un tópico popular tanto en la ciencia ficción como en ciertos círculos académicos y tecnológicos. Sin embargo, hay varios factores importantes a considerar:*

- *Estado actual de la IA. La inteligencia artificial actual es “estrecha” o “débil”, lo que significa que es muy buena en tareas específicas como jugar ajedrez o reconocer imágenes, pero carece de la comprensión general, la conciencia y la empatía que un ser humano tiene. No tiene deseos, metas propias ni la capacidad para formar intenciones.*
- *Desarrollo responsable. Muchos expertos y organizaciones están trabajando en pautas éticas para el desarrollo de la IA. El objetivo es asegurar que, incluso si llegamos a crear una IA “fuerte” o “general” que tenga habilidades cognitivas similares a las humanas, esta se desarrolle de una manera que sea segura y beneficiosa para la humanidad.*
- *Incertidumbre tecnológica. Aunque la IA está avanzando rápidamente, aún no sabemos si será posible crear una forma de inteligencia que pueda superar la inteligencia humana en todos los aspectos. Y si llegamos a ese punto, no sabemos cuánto tiempo llevará llegar allí.*
- *El desarrollo de la IA no ocurre en el vacío. Está sujeto a la opinión pública, a la regulación gubernamental y a una variedad de intereses en juego. Estos factores pueden servir como frenos adicionales a cualquier desarrollo que se considere peligroso.*

*En resumen, aunque es un área que requiere vigilancia y consideración cuidadosa, la idea de que las máquinas tomarán el control y someterán a los humanos es más una preocupación especulativa en este momento que una certeza. Es un escenario que muchas personas trabajan activamente para evitar, y hay muchos pasos que se pueden tomar para mitigar estos riesgos.*

Bien, esta es la propia argumentación de “ChatGPT” con respecto a su propio desarrollo futuro.

Como se puede observar, una de las características básicas de este software, al igual del resto de los que existen en la actualidad, es que tiene una excelente capacidad de argumentación, pero le cuesta tomar partido. Esta característica es básica, por ejemplo, para los docentes que queremos detectar si un trabajo ha sido realizado realmente por un alumno o si por el contrario procede de un sistema de IA generativa.

Aún así, según mejora el desarrollo de este “chatbot” y sobre todo si pasamos a la versión de pago, el 4.0, el software se “moja” más y si le fuerzas sobre la pregunta anterior miren lo que contesta:

Profesor Pradiés: *Contéstame sí o no a esta pregunta, ¿crees que la inteligencia artificial llegará un momento que será capaz de tomar decisiones y sensaciones humanas?*

ChatGPT: *No.*

Prof. Pradiés: *¿Por qué?*

ChatGPT: *Aunque la IA puede simular la toma de decisiones basándose en una amplia gama de datos y algoritmos avanzados, no posee conciencia, emociones ni sensaciones humanas. La IA no tiene experiencia subjetiva y no puede sentir emociones o sensaciones, ya que estas son cualidades intrínsecas a los seres conscientes y biológicos, como los humanos.*

*Aunque la IA puede imitar comportamientos humanos o tomar decisiones basadas en patrones y aprendizaje automático, esta imitación no es indicativa de una comprensión o experiencia interna real.*

*En resumen, mientras la IA puede continuar avanzando en complejidad y utilidad, la experiencia de sensaciones y emociones humanas está más allá de su alcance como entidad no consciente y no biológica.*

## **DEL PRINCIPIO DE PETER AL EFECTO DUNNING KRUGER**

Llegado este punto, me gustaría incluir en esta ponencia dos fenómenos que, no sé por qué, o quizás sí, cada vez que hablo de inteligencia artificial, no puedo evitar que vengan a mi cabeza: el Principio de Peters y el efecto Dunning-Kruger.

Con respecto al primero, el Principio de Peter<sup>(43)</sup>, formulado por Laurence Johnston Peter en su libro *The Peter Principle* de 1969, es una teoría sobre la gestión y administración de empresas. El Principio de Peter surgió de la observación de Peter sobre cómo funcionan las jerarquías en las organizaciones. Observó que, en muchas organizaciones, los empleados tienden a ser promovidos por su competencia en su trabajo actual, en lugar de por sus habilidades para el rol al que están siendo ascendidos.

El principio central es que *“En una jerarquía, todo empleado tiende a ascender hasta su nivel de incompetencia”*. Esto significa que, eventualmente, son promovidos a un puesto en el que no pueden trabajar de manera competente. El resultado de estos ascensos basados en el rendimiento en roles anteriores y no en las habilidades para roles futuros lleva a una disminución general en la eficiencia y efectividad de la organización.

En cierta manera, el Principio de Peter es una crítica satírica a las prácticas tradicionales de gestión y promoción en las organizaciones. Destaca la importancia de evaluar adecuadamente las capacidades de un empleado para un nuevo rol antes de promoverlo para que no termine afectando negativamente la eficacia de la organización.

¿Encuentran alguna similitud con lo que está ocurriendo actualmente con la inteligencia artificial?

Por otra parte, el efecto Dunning-Kruger es un fenómeno psicológico que fue identificado y descrito por David Dunning y Justin Kruger en su estudio de 1999<sup>(44)</sup>. Los principios básicos de este efecto son:

- Falta de autoconciencia de la incompetencia: las personas con habilidades limitadas en una determinada área tienden a sobreestimar su propia competencia en

esa área. Esto se debe a que su deficiencia en habilidades les impide reconocer su propia incompetencia. Además, esta incompetencia los lleva también a ser incapaces de reconocer la verdadera competencia en otros.

- **Contraste con expertos:** curiosamente, los expertos en un campo tienden a subestimar su competencia porque asumen que las tareas que encuentran fáciles también son fáciles para otros.

Nuevamente, queridos asistentes o lectores, ¿encuentran alguna similitud con lo que está ocurriendo actualmente con la inteligencia artificial?

## CONCLUSIONES

Así pues, y a modo de conclusiones de esta ponencia, la IA ha pasado de ser la mejor jugadora de ajedrez a diagnosticar certeramente enfermedades complejas e infrecuentes, pero no olvidemos que todavía nuestros asistentes virtuales cuando les solicitamos que “*llamen a Mamá*” nos contestan que no han encontrado ninguna calle con ese nombre en los alrededores del móvil.

La Medicina ha adoptado la IA como una herramienta con potencial para transformar la atención sanitaria, pero no olvidemos que con cada nuevo triunfo tenemos a un paciente recibiendo resultados de pruebas de otra persona debido a un error de IA.

*Siri, Alexa* y otros se han convertido en nuestros cómplices tecnológicos, pero también en la fuente de carcajadas o frustraciones constantes. En una ocasión, un “chat-bot” de inteligencia artificial, cuando se le preguntó sobre un procedimiento dental, se embarcó en un monólogo sobre filosofía existencial.

Y ya que hablamos de filosofía existencial, comenzábamos esta ponencia hablando de los trabajos de D. Santiago Ramón y Cajal y de su “doctrina de la neurona” como base de la neurociencia y de la inteligencia artificial. Recordemos ahora, para ir terminando, que D. Santiago mantuvo una muy estrecha relación de amistad y admiración mutua con D. José Ortega y Gasset, considerado como un claro referente de la filosofía humanista. Una vez más, ciencia y conciencia conviviendo juntas.

¿Sería pura coincidencia o dichos destinos caminaron juntos en paralelo por alguna razón?

No olvidemos una de las citas más famosas de la obra orteguiana que se convirtió en un pilar fundamental de su pensamiento filosófico: “Yo soy yo y mis circunstancias”.

Esta reflexión, aparecida en su libro *Meditaciones del Quijote* en 1914<sup>(45)</sup> refleja la idea central de su filosofía, donde enfatiza la importancia del contexto y las circunstancias en la formación de la identidad y la experiencia individual.

¿Estaremos promoviendo a la IA más allá de su nivel de competencia actual matizada por sus circunstancias?

Es esa ironía encantadora donde un sistema que puede analizar genomas humanos se queda perplejo ante la simple pregunta de un niño: “¿Por qué el cielo es azul?”. Estos sistemas no son infalibles. Son aprendices eternos navegando en un mundo que,

a menudo, los confunde. La misma IA que puede prever un brote epidémico puede confundir un cepillo de dientes eléctrico con un instrumento de tortura medieval.

Así que, una vez más queridos lectores o sacrificados asistentes a este acto, no apliquemos a la inteligencia artificial la más clara ejemplificación del Principio de Peter elevándola al máximo nivel de su incompetencia y tampoco dejemos que la propia inteligencia artificial se apropie del efecto Dunning-Kruger atribuyéndose ella misma capacidades que no tiene y que, Dios mediante, nunca tendrá.

He dicho.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ramón & Cajal S. Patología de la Inflamación [Internet]. [citado 23 de septiembre de 2023]. Disponible en: <http://webs.ucm.es/BUCM/med/14746.php>
2. Loren S. Ramón y Cajal: historia de una voluntad [Internet]. [citado 23 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.iberlibro.com/9788422614272/Ram%C3%B3n-Cajal-historia-voluntad-Santiago-8422614278/plp>
3. ASALE R, RAE. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 24 de septiembre de 2023]. inteligencia | Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/inteligencia>
4. ChatGPT [Internet]. [citado 2 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://chat.openai.com>
5. Turing AM. I.—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE. *Mind*. 1 de octubre de 1950; LIX (236): 433-60.
6. Nilsson NJ. The Quest for Artificial Intelligence [Internet]. 1.ª ed. Cambridge University Press; 2009 [citado 23 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9780511819346/type/book>
7. McCarthy J. WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE? Disponible en: <http://www-formal.stanford.edu/jmc/>
8. Newborn M. Kasparov versus Deep Blue [Internet]. Springer; 1997 [citado 24 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4612-2260-6>
9. ASALE R, RAE. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [citado 24 de septiembre de 2023]. algoritmo | Diccionario de la lengua española. Disponible en: <https://dle.rae.es/algoritmo>
10. School T. Tokio School. 2021 [citado 29 de octubre de 2023]. Los antecedentes de la inteligencia artificial | Tokio. Disponible en: <https://www.tokioschool.com/noticias/antecedentes-inteligencia-artificial/>
11. Vodanović M, Subašić M, Milošević D, Savić Pavičičin I. Artificial Intelligence in Medicine and Dentistry. *Acta Stomatol Croat*. marzo de 2023; 57 (1): 70-84.
12. Lee JH, Jeong SN. Efficacy of deep convolutional neural network algorithm for the identification and classification of dental implant systems, using panoramic and periapical radiographs: A pilot study. *Medicine (Baltimore)*. 26 de junio de 2020; 99 (26): e20787.
13. Ahmed N, Abbasi MS, Zuberi F, Qamar W, Halim MSB, Maqsood A, et al. Artificial Intelligence Techniques: Analysis, Application, and Outcome in Dentistry—A Systematic Review. *BioMed Res Int*. 22 de junio de 2021; 2021: 9751564.
14. What is Strong AI? | IBM [Internet]. [citado 2 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.ibm.com/topics/strong-ai>
15. Gomes RFT, Schuch LF, Martins MD, Honório EF, de Figueiredo RM, Schmith J, et al. Use of Deep Neural Networks in the Detection and Automated Classification of Lesions Using Clinical Images

- in Ophthalmology, Dermatology, and Oral Medicine-A Systematic Review. *J Digit Imaging*. junio de 2023; 36 (3): 1060-70.
16. Bazoukis G, Bollepalli SC, Chung CT, Li X, Tse G, Bartley BL, et al. Application of artificial intelligence in the diagnosis of sleep apnea. *J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med*. 1 de julio de 2023; 19 (7): 1337-63.
17. Sun L, Yin C, Xu Q, Zhao W. Artificial intelligence for healthcare and medical education: a systematic review. *Am J Transl Res*. 2023; 15 (7): 4820-8.
18. Pacurari AC, Bhattarai S, Muhammad A, Avram C, Mederle AO, Rosca O, et al. Diagnostic Accuracy of Machine Learning AI Architectures in Detection and Classification of Lung Cancer: A Systematic Review. *Diagn Basel Switz*. 22 de junio de 2023; 13 (13): 2145.
19. Neimy H, Helmy JE, Snyder A, Valdebran M. Artificial Intelligence in Melanoma Dermatopathology: A Review of Literature. *Am J Dermatopathol*. 14 de noviembre de 2023.
20. Brancaccio G, Balato A, Malveyh J, Puig S, Argenziano G, Kittler H. Artificial Intelligence in Skin Cancer Diagnosis: A Reality Check. *J Invest Dermatol*. 16 de noviembre de 2023; S0022-202X (23) 02964-0.
21. Nazari S, García R. Automatic Skin Cancer Detection Using Clinical Images: A Comprehensive Review. *Life Basel Switz*. 26 de octubre de 2023; 13 (11): 2123.
22. Yang W, Tang W, Zheng X, Zhang M, Lu X, Chen Z, et al. Combination of robot-assisted laparoscopy and ureteroscopy for the management of complex ureteral strictures. *BMC Urol*. 12 de octubre de 2023; 23 (1): 161.
23. Bravi CA, Mottaran A, Sarchi L, Piro A, Paciotti M, Nocera L, et al. Transitioning from Da Vinci Si to Xi: assessing surgical outcomes at a high-volume robotic center. *World J Urol*. 2 de noviembre de 2023.
24. Park EY, Cho H, Kang S, Jeong S, Kim EK. Caries detection with tooth surface segmentation on intraoral photographic images using deep learning. *BMC Oral Health*. 7 de diciembre de 2022; 22 (1): 573.
25. Kühnisch J, Meyer O, Hesenius M, Hickel R, Gruhn V. Caries Detection on Intraoral Images Using Artificial Intelligence. *J Dent Res*. febrero de 2022; 101 (2): 158-65.
26. Metzger Z, Colson DG, Bown P, Weihard T, Baresel I, Nolting T. Reflected near-infrared light versus bite-wing radiography for the detection of proximal caries: A multicenter prospective clinical study conducted in private practices. *J Dent*. enero de 2022; 116: 103861.
27. Michou S, Vannahme C, Bakhshandeh A, Ekstrand KR, Benetti AR. Intraoral scanner featuring transillumination for proximal caries detection. An in vitro validation study on permanent posterior teeth. *J Dent*. enero de 2022; 116: 103841.
28. García-Cañas Á, Bonfanti-Gris M, Paraíso-Medina S, Martínez-Rus F, Pradies G. Diagnosis of Interproximal Caries Lesions in Bitewing Radiographs Using a Deep Convolutional Neural Network-Based Software. *Caries Res*. 2022; 56 (5-6): 503-11.
29. Bonfanti-Gris M, Garcia-Cañas A, Alonso-Calvo R, Salido Rodriguez-Manzaneque MP, Pradies Ramiro G. Evaluation of an Artificial Intelligence web-based software to detect and classify dental structures and treatments in panoramic radiographs. *J Dent*. noviembre de 2022; 126: 104301.
30. Saeed A, Alkhurays M, AlMutlaqah M, AlAzbah M, Alajlan SA. Future of Using Robotic and Artificial Intelligence in Implant Dentistry. *Cureus*. agosto de 2023; 15 (8): e43209.
31. Homsí K, Snider V, Kusnoto B, Atsawasuwan P, Viana G, Allareddy V, et al. In-vivo evaluation of Artificial Intelligence Driven Remote Monitoring technology for tracking tooth movement and reconstruction of 3-dimensional digital models during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod*. noviembre de 2023; 164 (5): 690-9.
32. Alam MK, Kanwal B, Shquaidef A, Alswairki HJ, Alfawzan AA, Alabdullatif AI, et al. A Systematic Review and Network Meta-Analysis on the Impact of Various Aligner Materials and Attachments on Orthodontic Tooth Movement. *J Funct Biomater*. 10 de abril de 2023; 14 (4): 209.

33. Alwafi AA, Hannam AG, Yen EH, Zou B. A new method assessing predicted and achieved mandibular tooth movement in adults treated with clear aligners using CBCT and individual crown superimposition. *Sci Rep.* 11 de marzo de 2023; 13 (1): 4084.
34. Staderini E, Guglielmi F, Cornelis MA, Cattaneo PM. Three-dimensional prediction of roots position through cone-beam computed tomography scans-digital model superimposition: A novel method. *Orthod Craniofac Res.* febrero de 2019; 22 (1): 16-23.
35. Hu X, Zhao Y, Yang C. Evaluation of root position during orthodontic treatment via multiple intraoral scans with automated registration technology. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* agosto de 2023; 164 (2): 285-92.
36. Suárez A, Díaz-Flores García V, Algar J, Gómez Sánchez M, Llorente de Pedro M, Freire Y. Unveiling the ChatGPT phenomenon: Evaluating the consistency and accuracy of endodontic question answers. *Int Endod J.* 9 de octubre de 2023.
37. Balel Y. Can ChatGPT be used in oral and maxillofacial surgery? *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* octubre de 2023; 124 (5): 101471.
38. Fuchs A, Trachsel T, Weiger R, Eggmann F. ChatGPT's performance in dentistry and allergy-immunology assessments: a comparative study. *Swiss Dent J.* 6 de octubre de 2023; 134 (5).
39. El Español [Internet]. 2017 [citado 2 de diciembre de 2023]. Esto es lo que ocurre cuando dejas que un ordenador diseñe una receta. Disponible en: [https://www.elespanol.com/cocinillas/actualidad-gastronomica/20170411/ocurre-dejas-ordenador-disene-receta/207729882\\_0.html](https://www.elespanol.com/cocinillas/actualidad-gastronomica/20170411/ocurre-dejas-ordenador-disene-receta/207729882_0.html)
40. Seguretat ND. Notes de seguretat. 2017 [citado 2 de diciembre de 2023]. ¿Se puede engañar a los sistemas de reconocimiento facial? Disponible en: <https://notesdeseguretat.blog.gencat.cat/2017/05/15/se-puede-enganar-a-los-sistemas-de-reconocimiento-facial/>
41. La policía de San Francisco detiene un vehículo autónomo [Internet]. 2022 [citado 2 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=h-vL6MrHvpQ>
42. elEconomista.es. elEconomista.es. 2023 [citado 3 de diciembre de 2023]. La Inteligencia Artificial cotiza en bolsa con un potencial alcista del 34%. Disponible en: <https://www.economista.es/mercados-cotizaciones/noticias/12108111/01/23/La-Inteligencia-Artificial-cotiza-en-bolsa-con-un-potencial-alcista-del-34.html>
43. Peter, L. J., & Hull, R. *The Peter Principle: Why Things Always Go Wrong.* William Morrow and Company; 1969.
44. Kruger J, Dunning D. Unskilled and unaware of it: how difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *J Pers Soc Psychol.* diciembre de 1999; 77 (6): 1121-34.
45. Ortega y Gasset J. *Meditaciones del Quijote.* Alianza Editorial; 1914.

## ANEXO I

### CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN FUNCIÓN DE SU PROGRAMACIÓN

**1. Machine Learning (ML):** como mencioné anteriormente, es el estudio de algoritmos y modelos que las máquinas usan para mejorar su rendimiento en una tarea específica a partir de datos:

- **Supervisado:** se entrena a la máquina con datos etiquetados.
- **No supervisado:** se usa cuando los datos no están etiquetados.
- **Por refuerzo:** el modelo aprende a tomar decisiones basándose en recompensas y castigos.

- 2. Deep Learning (DL):** es un subcampo de ML que utiliza redes neuronales profundas.
- **Redes Neuronales Convolucionales (CNN):** usadas principalmente para tareas de procesamiento de imágenes.
  - **Redes Neuronales Recurrentes (RNN):** adecuadas para secuencias de datos, como series temporales o texto.
  - **Autoencoders:** para reducción de dimensionalidad y tareas de generación.
  - **Redes Generativas Adversarias (GAN):** usadas para generar nuevos datos que se asemejan a algún conjunto de datos de entrada.
- 3. Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN):** se enfoca en la interacción entre las máquinas y el lenguaje humano.
- **Traducción automática:** convertir texto de un idioma a otro.
  - **Análisis de sentimientos:** determinar la emoción detrás de un fragmento de texto.
  - **Reconocimiento de voz:** convertir el habla en texto y viceversa.
- 4. Sistemas expertos:** son sistemas informáticos que emulan la toma de decisiones de un experto humano.
- 5. Robótica:** diseño, construcción y operación de robots.
- **Robots autónomos:** pueden realizar tareas sin intervención humana.
  - **Robótica de enjambre:** estudia cómo múltiples robots pueden coordinarse.
- 6. Visión por computadora:** permite que las máquinas procesen e interpreten visualmente el mundo.
- **Reconocimiento de objetos:** identificar y localizar objetos en imágenes.
  - **Reconocimiento facial:** identificar y/o verificar a una persona a partir de su rostro.
- 7. Sistemas de Recomendación:** sugieren elementos a los usuarios basados en datos recopilados.
- 8. Planificación y Scheduling:** estudia cómo diseñar sistemas que toman una serie de decisiones interdependientes para alcanzar un objetivo.
- 9. Agentes Inteligentes y Sistemas Multiagente:** se enfocan en sistemas autónomos que pueden actuar en un entorno para cumplir sus objetivos.
- 10. Razonamiento basado en casos:** es un proceso de resolución de problemas que utiliza experiencias o casos pasados.
- 11. Optimización:** utiliza algoritmos para encontrar la mejor solución a un problema.
- 12. Lógica Difusa:** permite modelar el razonamiento inexacto que se produce en la toma de decisiones humanas.

## CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN FUNCIÓN DE SU CAPACIDAD Y APLICABILIDAD

**1. IA Débil o Estrecha (Narrow AI):** especializada en una tarea específica. Ejemplo: asistentes virtuales como *Siri* o *Alexa*.

**2. IA General (AGI o Strong AI):** máquinas con la capacidad de realizar cualquier tarea intelectual que un ser humano pueda hacer. Aunque es un objetivo de la investigación en IA, aún no se ha alcanzado.

**3. IA Superinteligente:** se refiere a un tipo de IA que supera la capacidad cognitiva humana en prácticamente todas las áreas. Es un concepto teórico y futurista.

## PRINCIPALES SISTEMAS ROBÓTICOS EN MEDICINA CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Estos sistemas representan lo último en tecnología robótica quirúrgica, combinando innovaciones en inteligencia artificial, capacidad de maniobra y personalización para mejorar la precisión y eficacia de los procedimientos quirúrgicos.

**1. HUGO** - Desarrollado por Medtronic, HUGO es un robot quirúrgico de última generación que ha sido utilizado en cirugías oncológicas en España. Destaca por su consola abierta y una estructura modular, lo que mejora la precisión de las intervenciones. Además, incorpora un sistema de inteligencia artificial, ofreciendo una solución avanzada y madura en el escenario de la cirugía robótica.

**2. Luna** - Presentado por Asensus Surgical, Luna es una plataforma de cirugía robótica de próxima generación que ofrece una solución de cirugía digital integrada. Incluye instrumentos avanzados y proporciona inteligencia clínica intraoperatoria en tiempo real. El sistema utiliza aprendizaje automático para ofrecer información clínica relevante y está diseñado para reducir la variabilidad y la fatiga en los cirujanos.

**3. Mako** - Stryker ha desarrollado el sistema Mako para cirugías ortopédicas asistidas por brazo robótico. Recientemente, lanzaron Mako Total Knee 2.0, que incluye un diseño intuitivo y flujos de trabajo personalizables. Además, tienen planes para lanzar Mako Spine y Mako Shoulder en los próximos años.

**4. Rosa y ZBEdge** - Zimmer Biomet ha desarrollado el sistema Rosa para cirugías ortopédicas, junto con la plataforma ZBEdge Dynamic Intelligence para cirugías de cadera y rodilla. Rosa es una plataforma quirúrgica multiaplicación que permite a los cirujanos evaluar pantallas intraoperatoriamente sin necesidad de desviar la vista.

**5. Da Vinci Xi** - Intuitive Surgical sigue siendo un líder en el espacio de la robótica quirúrgica con su sistema Da Vinci Xi. La empresa planea lanzar productos y software compatibles con la próxima generación en 2023, continuando con sus innovaciones en el campo.

**6. Ottava** - A pesar de experimentar algunos retrasos en su desarrollo, Johnson & Johnson sigue comprometida con su programa Ottava, un sistema robótico para cirugía de tejidos blandos.

**7. Versius** - Este robot quirúrgico desarrollado por CMR Surgical ofrece libertad en la colocación de los puertos y se adapta a las necesidades de cada paciente, permitiendo a los cirujanos operar de manera similar a la laparoscopia, pero con las ventajas de la cirugía robótica.

**8. Maestro** - Maestro es un sistema robótico diseñado por Moon Surgical para apoyar a los cirujanos en procedimientos quirúrgicos de tejidos blandos. Ha recibido la aprobación 510(k) de la FDA y la marca CE.

**9. Carina** - Este sistema robótico modular, desarrollado por la empresa Ronovo Surgical con sede en Shanghai, ofrece asistencia robótica configurable para cirugías laparoscópicas en múltiples especialidades.



DISCURSO DE CONTESTACIÓN DEL  
**EXCMO. DR. D. JOSÉ MARÍA VEGA DEL BARRIO**  
AL DISCURSO DEL EXCMO.  
DR. D. GUILLERMO PRADÍES RAMIRO

Excelentísimo Sr. presidente de la Academia de Ciencias Odontológicas de España, Excelentísimos señoras y señores académicos, dignísimas autoridades, señoras y señores. En esta sesión solemne, y en este marco incomparable de la Real Academia de Farmacia, nuestra Academia de Ciencias Odontológicas de España acoge como nuevo académico de número, con la medalla número 20, en la sección de PREVENCIÓN, PROMOCIÓN DE LA SALUD Y GESTIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS SANITARIAS, al profesor D. GUILLERMO PRADÍES RAMIRO.

### LAUDATIO

No es difícil presentar a una persona como la que acabamos de escuchar. Diré aquella célebre frase: “Por sus hechos los conoceréis”. Y hoy hemos conocido un poco más al profesor Guillermo Pradíes Ramiro. Primero, por su ajustada palabra y, segundo, por el contenido que ha expuesto con magistral destreza. Conozco al Prof. Guillermo Pradíes Ramiro desde hace 31 años. En 1992 tuve el placer de dirigirle la tesina de licenciatura, uno de los procedimientos existentes en aquella época para obtener el grado de licenciado, aunque ya nos conocíamos desde 1986.

Su título fue “*Materiales dentales radioopacos, conveniencia e interés diagnóstico y terapéutico*”.

### El profesor

Estamos ante una persona con una acendrada vocación docente e investigadora. Ha salido reseñado en la lista del TOP 2% Mundial del Ranking de Stanford. Y me atrevería a decir más, con mucha inquietud por difundir y extender el conocimiento de los avances en Odontología. Sobre todo, de las aportaciones de las ciencias aplicadas al campo odontológico mediante los diversos sistemas de digitalización e inteligencia artificial. Esto es muy necesario resaltarlo hoy día porque para la clase médica y para el gran público, en general, la Odontología sigue siendo una hermana “menor” o poco conocida de las ciencias de la salud, a pesar de sus profundos cambios y aportaciones. Esto es muy injusto.

El Prof. Pradíes puede ser considerado un promotor indiscutible, a nivel nacional e internacional, de la importancia de la moderna Odontología. En una entrevista que le realizaron en la revista iSANIDAD, con motivo del 52 Congreso Anual de SEPES en Valencia (12 al 14 de octubre de 2023), literalmente unas palabras suyas de enorme actualidad e interés fueron: “*A los odontólogos se nos ha pedido durante los últimos años que nos digitalizáramos e integráramos toda la tecnología digital dentro de la consulta. Ahora que ya somos digitales tenemos que saber cómo manejarlo*”. Más adelante profundizaremos un poco más sobre estos aspectos.

Terminó la licenciatura de Odontología en 1992. Obtuvo el máster en Prótesis Bucofacial por la Universidad Complutense de Madrid en 1994. Defendió su tesis doctoral en Odontología en 1996 (a cuyo contenido aludiré más adelante) con la calificación de sobresaliente “*cum laude*”. Desde entonces, su *curriculum vitae* puede resumirse en la siguiente manera: en el grado (licenciatura) de Odontología de la Facultad de Odontología de la UCM, fue profesor asociado desde 1997; actualmente, es profesor titular por concurso-oposición desde 2002. En el postgrado de Odontología es director del máster universitario en “*Odontología Restauradora basado en las nuevas tecnologías*” y del Diploma Universitario en “*Implantología Clínica*” de la UCM. Actualmente, es director del departamento de Odontología Conservadora y Prótesis Bucofacial de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

Ha sido vocal de Prótesis Estomatológica de la Comisión Científica del Ilustre Colegio Oficial de Odontólogos y Estomatólogos de la 1ª Región (Madrid). Fue vicedecano de Clínicas Odontológicas de la Facultad de Odontología de la UCM, durante ocho años. Desde 2018 es presidente de la European Prosthodontics Association (EPA Internacional). Ahora está en el *council*, siendo el primer español que obtuvo el Título de Especialista en Prótesis por la EPA. Es también presidente de la Sociedad Española de Prótesis Estomatológica y Estética (SEPES) desde abril del 2021 (reunión de Madrid). Es autor de alrededor de 150 publicaciones en revistas nacionales e internacionales, de las cuales unas 70 con factor de impacto; de tres libros, en español y de uno en inglés: *Digital Restorative Dentistry: a guide to materials, equipment and clinical procedures* (Ed. Springer 2019). Otros cargos y nombramientos que pueden consignarse son: en la EPA (European Prosthodontics Association) *Recognised Specialist in Prosthodontics*, editor asociado del “*Brazilian Dental Science Journal*” y *assistant editor* del “*European Journal of Prosthodontics & Restorative Dentistry*”. En la Consejería de Sanidad de la CAM colabora como miembro evaluador de actividades de formación continuada desde hace varios años.

Amable, cercano y cordial con todo el mundo, especialmente con sus alumnos. Con un verbo sencillo y claro, en todas sus actividades, apoyado en abundante iconografía en sus clases y conferencias. Posee la enorme virtud de poner en lenguaje sencillo y claro temas abstrusos y/o complejos. Puedo dar fe de lo dicho por apreciación personal y por los múltiples comentarios positivos que he oído a lo largo de todos estos años durante los que hemos compartido docencia, aunque en diferentes departamentos. Comunicativo, abierto y siempre dispuesto a ayudar y siempre sorprendiendo con el último conocimiento o noticia sobre aparatologías complejas relacionadas con nuevas aplicaciones de hallazgos informáticas o digitales en Odontología.

## **El clínico y el investigador**

Si se entra en cualquiera de los lugares donde el Prof. Pradíes exhibe su función docente, en la Facultad de Odontología de la UCM, tanto de pregrado como de postgrado (máster, doctorado, etc.) se advierten de inmediato cámaras intraorales aquí, diversos sistemas CAD-CAM más allá, láser para diferentes aplicaciones (clínicas o de laboratorio) acullá, fotocurado de resinas, etc. Durante muchos años ha apostado por el uso de nuevas tecnologías y la digitalización como motor de la transformación

de la Odontología. Ya por el año 1996 ofrecía un inicio de sus inquietudes hacia las nuevas tecnologías con su tesis doctoral defendida en la UCM titulada: *Estudio experimental con “anализador de imagen” del ajuste de espigas coladas realizadas mediante técnica directa e indirecta de confección de patrones*, dirigida por la Prof.<sup>a</sup> D<sup>a</sup> María Jesús Suárez García. Por entonces, todavía no se había divulgado el concepto de inteligencia artificial, aunque ya se manejaban algunos sistemas y programas basados en estas tecnologías. En 1996 ya presenta su primera publicación titulada *Localizadores en implanto-prótesis: el localizador maxilar “mixto”* (publicada en Archivos de Odontostomatología, ISSN 0213-4144, Vol. 12, N<sup>o</sup>. 4, 1996, págs. 177-184.). En 1999 codirige su primera tesis doctoral junto a la Prof.<sup>a</sup> María Jesús Suárez García, titulada *Estudio comparativo del ajuste marginal en coronas cerámicas*. También en 1999 aparece como director único su primera tesis doctoral, titulada *Estudio comparativo del ajuste marginal en coronas cerámicas*. A partir de aquí yo cuento 21 tesis doctorales dirigidas en cuyos contenidos se investigan diferentes aplicaciones y procedimientos de medición de diversos parámetros clínicos y/o de laboratorio, muchas de ellas mediante tecnología digital en sus distintas facetas.

Un tema al que el Prof. Pradiés hace alusión con frecuencia es el de la necesidad de formación o comunicación interdisciplinar de nuestros estudiantes y profesionales. En varias de las tesis doctorales mencionadas se comprueba la colaboración con otros departamentos o centros. Confirmamos la necesidad de dicha intercomunicación por experiencia personal. Por todo ello, es necesario que la formación pre y postgrado de nuestros alumnos contenga un nivel alto de contenidos de informática, biofísica, bioquímica, bioingeniería, biomecánica, bioestadística, etc., para poder hablar de Odontología del siglo XXI.

Actualmente, trabaja en una nueva línea de investigación en inteligencia artificial, aplicada en el campo radiológico mediante CBCT o Cone Beam Computed Tomography (Tomografía Computarizada de Haz Cónico) que en Odontología puede encontrar también muchas aplicaciones junto con radiografías en 2D, tanto periapicales como panorámicas. En el TAC convencional se utilizan varios ejes de rotación. Este nuevo sistema emplea un tipo especial de rayos X emitidos de forma cónica. Gracias a esta particularidad, con una única rotación de 360 grados se obtienen imágenes en 3D de los dientes y todas las estructuras que los rodean (huesos, tejidos blandos, nervios, etc.). Esto permite, desde la planificación automatizada de implantes, hasta la detección automática de caries, etc. Esta técnica, debido a su proyección de los Rx en forma de “abanico” (cónica) permite que las dosis de radiación recibidas por el paciente sean menores que con el TAC. Esperamos con mucha expectación qué nos dirá el futuro con estas técnicas.

## **La persona y sus circunstancias**

El premio Dentista del Año 2022, otorgado por el Consejo General de Dentistas de España, reconoce su dedicación de más de 30 años a sus actividades docente, formativa, divulgadora e investigadora, y habla por sí mismo. No obstante, hay ciertos rasgos y características personales de su biografía que me gustaría resaltar. Me atrevo a asegurar que una buena parte de sus facultades docentes vienen desde muy

antiguo, probablemente sea una vocación vital. Antes de estudiar Odontología el Prof. Pradíes era músico y fue director de una academia de música de grado medio que vendió cuando comenzó sus estudios de Odontología. ¿Qué le indujo a escoger esta carrera cuando podría parecer que su futuro personal estaba más o menos encaminado? Es muy probable que la trayectoria de su padre D. Ramón Pradíes, protésico dental, ya fallecido, haya tenido algo que ver. Pero el Prof. Pradíes es una caja de sorpresas. Además de lo comentado hasta aquí, es digno de resaltar su faceta de deportista. Es amante y practicante aficionado de diversas disciplinas deportivas entre las que se encuentran: escalada, vuelo con ultraligero, moto-cross, artes marciales, patinaje, vela y alguna otra. Repito, una auténtica caja de sorpresas.

No quiero acabar estas notas sin mencionar la labor y la presencia en la vida del Prof. Pradíes de la Dra. Ana Laffond. Compañera, primero, y esposa y compañera, después, en la consulta privada. Destaca en las actividades de Odontopediatría y Ortodoncia. Juntos han creado el *Pradíes & Laffond Dental Institute* en cuya sede, además de la actividad clínica, poseen un aula de formación para alumnos postgraduados. Son padres de tres hijos, de los cuales dos ya están estudiando Odontología, a quienes deseo y auguro lo mejor en el terreno personal y profesional.

## REFLEXIONES SOBRE EL TEMA DE SU CONFERENCIA

El tema expuesto es de la máxima y rabiosa actualidad. Pero ello no ha sido producto de poco tiempo. Desde finales de la década de los ochenta del siglo XX, en la práctica odontológica nos hemos visto envueltos, y yo diría en ocasiones agobiados y “atropellados”, por múltiples desarrollos y novedades a todos los niveles. Ello ha supuesto no poca carga intelectual para estar al día, asistiendo a congresos, leyendo bibliografía, digiriendo todo ello y contextualizándolo todo. Por ejemplo, en mi caso, recuerdo el gran impacto que recibí al ver funcionar los primeros sistemas diseñados por ordenador (CAD) para, a continuación, obtener un objeto concreto (una corona cerámica) elaborado físicamente por una máquina (CAM).

Ya análogas sorpresas nos habían reparado sucesivamente los modernos sistemas de obtención de imágenes, incluyendo desde la ya casi “modesta” ortopantomografía hasta las más modernas Tomografía Axial Computarizada (TAC), la Resonancia Nuclear Magnética (RNM) o la Tomografía por Emisión de Positrones (PET). El hecho de convertir señales analógicas en señales digitales, lo que se denomina proceso de conversión analógica-digital para, posteriormente, aplicar sistemas de inteligencia artificial, destinados a gestionar mejor los modelos de gestión de pacientes parece casi “hechicería” o “ciencia ficción”. Como se ve, resulta muy evidente, por lo tanto, la necesidad de la “integración de archivos digitalizados”. Aspecto este en el que el Prof. Pradíes insiste continuamente y que vamos a concretar incluyendo la definición de digitalización que hace el Diccionario de la Real Academia Española en su segunda acepción: “Convertir o codificar en números, dígitos datos o informaciones de carácter continuo, como por ejemplo una imagen fotográfica, o un documento, o un libro. Casos específicos son la digitalización de documentos y la de películas o imágenes”.

En el mundo de la empresa la digitalización también ha transformado los negocios, habilitando y mejorando, no solo operaciones comerciales, sino también modelos de gestión de clientes y/o procesos de comunicación bidireccionales entre las demandas del consumo y la evolución de las investigaciones, merced a las nuevas aportaciones de las tecnologías digitales.

Me voy a permitir ahora unas reflexiones personales sobre lo que es, lo que podrá ser y, creo, lo que no podrá ser en el campo de la inteligencia artificial aplicada a la Odontología. Surge la ya vieja discusión de si una máquina podrá sustituir al hombre y pensar o tomar decisiones por sí misma. Una cosa es clara: el profesional sanitario no puede diagnosticar lo que no conoce. Un tema cada vez más complejo es el de los diagnósticos diferenciales. La inteligencia artificial ha ayudado mucho en este terreno, creando, mediante la mano del hombre, unas extensas listas de enfermedades, de signos, de síntomas, datos complementarios, etc. En definitiva, digitalizaciones, para después aplicar algoritmos que entrecruzan todo con todo y como resultado se obtienen uno o unos pocos diagnósticos de presunción que el clínico debe interpretar como enfermedad definitiva mediante un proceso cognoscitivo. Estas son aportaciones interesantísimas y fuera de toda discusión. Otro terreno, hoy muy odontológico, es de leer líneas, imágenes, diseños, objetos, fotografías, perfiles, caras, etc., tomar imágenes con cámaras especiales y transformarlas en una realidad virtual que permita tomar decisiones al profesional sobre un pronóstico, una predicción, una dirección terapéutica o enviarlos a una máquina. Según esto, ¿debería hablarse de inteligencia artificial? O, quizás mejor, ¿de hipermemoria, megamemoria o supermemoria artificial? Hago énfasis en ello porque el concepto INTELIGENCIA es algo muy complejo.

En el Diccionario de la Real Academia Española (ya citado por el Prof. Pradés) dice:

1. Capacidad de entender o comprender.
2. Capacidad de resolver problemas.
3. Conocimiento, comprensión, acto de entender.
4. Sentido en que se puede tomar una proposición, un dicho o una expresión.
5. Habilidad, destreza y experiencia.
6. Trato y correspondencia secreta de dos o más personas o naciones entre sí.
7. Sustancia puramente espiritual.

Yo pregunto: ¿Qué problemas hubiera podido resolver la inteligencia artificial en épocas no muy lejanas ante ciertos problemas de investigación? A lo largo de la historia de la Medicina y de la Odontología ha habido varios casos de descubrimientos accidentales o casuales. En el campo médico-quirúrgico hay un ejemplo típico con el descubrimiento de los antibióticos. Corría la década de los años 20 del siglo XX cuando Alexander Fleming descubrió, con muy poca diferencia de tiempo, dos sustancias la liozima la penicilina. La primera fue descubierta en 1922, casualmente, tras contaminarse por las mucosidades de un estornudo una placa de Petri que contenía un cultivo de gérmenes. A los pocos días se advirtió que alrededor de las gotitas

de moco había zonas claras de lisis bacteriana. Era la lisozima que, como es bien conocido, está presente en saliva, moco, lágrimas, leche humana, etc. La penicilina, más espectacular, tuvo un conocimiento parecido. Cierta día, en septiembre de 1928, Fleming observó que una placa de Petri que contenía cultivos bacterianos se había contaminado con cierto hongo (*penicillium notatum*) y a su alrededor habían surgido halos de inhibición de crecimiento de las colonias de gemenes (*Staphylococcus aureus*). ¡NUEVE AÑOS! más tarde (1937) junto a Chain y Florey ya se conocieron la composición y aplicaciones terapéuticas de la penicilina. Su uso generalizado no se produjo hasta la década de los cuarenta del siglo XX (especialmente durante la Segunda Guerra Mundial). ¿Qué hubiera ocurrido si se hubieran podido aplicar criterios de inteligencia artificial tras el descubrimiento de la penicilina? Seguramente, se hubieran salvado gran cantidad de vidas mucho antes. (Fleming, Chain y Florey fueron Premios Nobel de Medicina en 1945).

Vamos a acercarnos en el tiempo al mundo odontológico donde hay un descubrimiento trascendental con la osteointegración del titanio. Corría el año 1952 y Branemark (Universidad de Gotemburgo) investigaba la microcirculación sanguínea en huesos de la pata de conejo. Para inmovilizar el ocular del microscopio al hueso, aplicó una cámara óptica fabricada en titanio. A los pocos días, al querer retirar el dispositivo, se encontró con la sorpresa de que le costaba mucho trabajo despegar el titanio del hueso. Según leo en un documento de la empresa Nobelfarma - Nobel Biocare (Wikipedia octubre 2023), el primer implante de titanio se realizó en 1965. El primer trabajo publicado sobre la osteointegración lo realizó en 1969 (¡CUATRO AÑOS!). En 1989 se realizó la primera cofia CAD-CAM de cerámica. Véase cómo unos pocos años después del descubrimiento se empieza a desarrollar una complejísima labor de investigación basado en sistemas de inteligencia artificial. Hoy día, es incontable la cantidad de investigación en osteointegración gracias a los sistemas de digitalización e inteligencia artificial en tamaños, angulaciones, longitudes y, sobre todo, rugosidad de la superficie de los implantes ¿Cómo puede ayudar la IA a “presentir” los hallazgos casuales? ¿Llegaríamos a la conclusión de que es más creativo el azar que la inteligencia artificial? Personalmente, creo que la inteligencia artificial, por sí misma, no hubiera sido incapaz de descubrir la penicilina o la osteointegración.

## FUTURO

La historia de los implantes de materiales artificiales se acaba con el desarrollo de trasplantes de órganos que ha seguido un crecimiento lento, pero ascendente e imparable. Cuando terminé la carrera de medicina (1966) ya se hacían trasplantes de córnea (desde 1905) o de riñón (desde 1954), pero tan complejos como el de corazón, el de pulmón, hígado, etc., eran prácticamente impensables. Si se sigue esta progresión, ¿qué nos deparará el futuro en Odontología? Si nos apartamos del mundo de los biomateriales, es posible pensar en un futuro tendente a dejar de usar materiales artificiales para acudir a las ventajas que ya se apuntan para muchos elementos de origen biológico o natural, autoinjertos, homoinjertos, heteroinjertos o xenoinjertos. Por ejemplo, refiriéndonos al mundo de los auto y homoinjertos de folículos dentarios, ¿podría pensarse en bancos de folículos dentarios? O, ¿bancos de dientes

sanos: molares de juicio incluidos, caninos, y otras inclusiones, o xenoinjertos. ¿Será posible ver trasplantes de folículos dentarios de animales (cerdo, etc.) a personas? Tal vez, esto sea especular demasiado.

## CONCLUSIÓN

Opino que el término inteligencia artificial está magnificado, hipertrofiado y definido con un criterio demasiado especulativo, casi como de sensacionalismo periodístico. Sin quitar un ápice de su importancia, es un proceso de memoria artificial enormemente extenso, gracias a la moderna tecnología informática y a la digitalización. Surge la ya vieja típica y tópica discusión de si una máquina podrá sustituir al hombre y pensar o tomar decisiones por sí misma. A pesar de lo dicho, seguramente la inteligencia artificial podrá desempeñar papeles insospechados que, hoy por hoy, resultan difíciles de imaginar. HE DICHO.

oooooOooooo

