



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA
PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE PRÓTESIS DENTALES**

Autores.

Br. Livia Borromé

T.S.U. Simón Casadiego

Urb. Yuma II, calle No 3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA
CARRERA: ODONTOLOGÍA



LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE PRÓTESIS DENTALES

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Odontólogo.

Autor (a): Livia Elena Borromé Vizcaya
Autor (a): Simón Antonio Casadiego Vivas

Tutor: Od. Martín Correa Rondón

San Diego, Noviembre del 2023



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Mediante la presente hago constar que he leído el Proyecto, elaborado por los ciudadanos **Livia Borromé** y **Simón Casadiego**, titulares de la cédula de identidad N° **V. 25.648.096** y **V. 17.448.756**, respectivamente, para optar al grado académico de Odontólogo, cuyo título es **La Inteligencia Artificial como Herramienta para el Estudio y Diseño de Prótesis Dentales**, y declaro que acepto la tutoría del mencionado Proyecto y de Trabajo de Grado durante su etapa de desarrollo hasta su presentación y evaluación por el jurado evaluador que se designe; según las condiciones del Reglamento de Estudios de la Universidad José Antonio Páez.

En San Diego, a los 12 días del mes de Mayo del año dos mil 23

(Firma autógrafa del tutor)

Martin Correa
CI V- 6.138.509



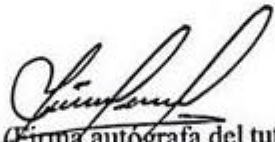
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe **Martin Correa**, portador de la cédula de identidad N° V- 6.138.509, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el(la)(los) ciudadanos(as) **Livia Borromé** y **Simón Casadiego**, portadores de la cédula de identidad N° V-25.648.096 y V-17.448.756, titulado **LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE PRÓTESIS DENTALES**, presentado como requisito parcial para optar al título de Odontólogo, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 13 días del mes de Octubre del año dos mil veintitrés.


(Firma autógrafa del tutor)
Martin Correa Rondón
CI.: V-6.138.509



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
 UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
 ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

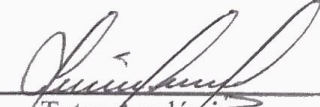


ACTA DE APROBACION DEL TRABAJO DE GRADO

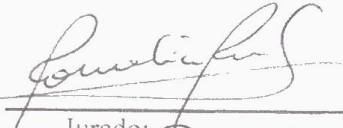
El jurado designado por la Facultad de Ciencias de la Salud, para la evaluación del Trabajo de Grado titulado: **LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE PRÓTESIS DENTALES** realizado por los Br. Livia Borromé y Simón Casadiego, portadores de la Cédula de Identidad N° V- 25.648.096 y V- 17.448.756. Cursantes de la carrera ODONTOLOGIA, hace constar después de analizar su contenido y oír la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación.


En San Diego, al día 01 del mes de noviembre del año dos mil veintitrés.

Jurado


 Tutor Académico:
 Nombre: Martín Correa
 C.I.: V-6.138.509




 Jurado:
 Nombre: Rosalva Rueda R
 C.I.: 4452113


 Jurado:
 Nombre: Blasius Y Guayas S
 C.I. 11121571

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios por estar conmigo en cada paso que doy por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por aquellas personas que han Sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi Papá y mis dos hermanos Gladys y Jesús por el esfuerzo y apoyo incondicional en mis estudios.

Mi compañera de trabajo de grado Livia por su entrega y dedicación, a mi tutor de trabajo de grado Od. Martin Correa por sus consejos y buena actitud en todo momento y a las autoridades de la universidad por el apoyo y compromiso.

Simón Casadiego.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que me han apoyado y acompañado en este camino. En primer lugar, a Dios, por darme la vida, la salud y la fe para seguir adelante y hacer este logro posible

Mi mamá y mi papá que son mis ángeles y guías terrenales, sin ellos no estuviera aquí, gracias por todos sus esfuerzos y sacrificios para ayudarme a cumplir este sueño, son mi vida. Mis hermanos Rafael, Tomas y Oscar, mis tíos Oldan, Roció, Jonathan y Emma, mi abuelito, y mi padrino José, que siempre estuvieron ahí dándome ánimo y ayudándome en cualquier cosa que pudieran.

Mi amigo y compañero Simón Casadiego, por su lealtad, su humor y su ayuda, siempre estaba en el momento perfecto cuando sentía que no podía más diciéndome “vamos borrito tu puedes, podemos y todo tiene solución”. Oriana y Gabriela amigas que este camino me regalo, gracias por su cariño. Mis amigas de vida Anmarys, Gabi y Adriana que siempre estuvieron aplaudiéndome y levantándome cuantas veces fuera necesario, su apoyo fue fundamental en este camino.

Y finalmente a nuestro tutor Martin Correa, por su paciencia orientación y confianza, que siempre estuvo con su mejor actitud en cualquier momento y a cualquier hora.

A todos ustedes, les doy las gracias de todo corazón. Sin ustedes, nada de esto hubiera sido posible. Son una bendición en mi vida, los quiero mucho. **Livia Borromé.**

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	pp.
CONSTANCIA DE ACEPTACION DEL TUTOR	i
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN INFORMATIVO.....	vi
INFORMATIVE SUMMARY	vii
INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO I.....	10
EL PROBLEMA	10
1.1 Planteamiento del Problema.	10
1.2 Formulación del Problema.....	13
1.3 Objetivos de la Investigación.	14
1.4 Justificación de la Investigación.....	15
1.5 Alcance y delimitaciones de la Investigación.....	15
CAPITULO II	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Antecedentes de la Investigación.	17
2.2 Bases Teóricas.....	20
2.3 Bases Legales.....	21
2.4 Definición de Términos.	22
CAPITULO III	24
MARCO METODOLÓGICO.....	24
3.1 Tipo o Modalidad de la Investigación.	24
3.2 Nivel de la Investigación.	24
3.3 Diseño de la Investigación.	25
3.4 Fases del Proyecto.	25
CAPITULO IV	27
RESULTADOS.....	27

CAPITULO V 33
PROPUESTA Y RECOMENDACIONES 33

LISTA DE FIGURAS

CONTENIDO

Figura	PP.
Figura 1. Pregunta realizada al chatbot de acuerdo a los retenedores directos a usar en el caso.....	30
Figura 2. Respuesta generada por el chatbot acerca de las opciones de retenedores directos.....	30
Figura 3. Continuación de la respuesta generada por el chatbot acerca de las opciones de retenedores directos y conector mayor.....	31
Figura 4. Petición al chatbot sobre la imagen de referencia del diseño de la PPR.....	31
Figura 5. Diseño generado por el chatbot sobre la posible opción de PPR.....	32



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE PRÓTESIS DENTALES

Autor(a): Livia Borromé.
Simón Casadiego.

Tutor(a): Od. Martín Correa.

Línea de investigación: Odontología clínica y correctiva.

Fecha: 01/10/2023.

RESUMEN INFORMATIVO

Introducción: Este trabajo es innovador y relevante porque muestra las ventajas, limitaciones y recomendaciones para el uso de la IA en el diseño de prótesis dentales, y propone la capacitación e implementación de esta herramienta en las clínicas de prótesis de la universidad. **Objetivo general:** Diseñar prótesis dentales mediante el uso de la inteligencia artificial como herramienta para su estudio. **Metodología:** se basa en un proyecto especial de tipo descriptivo, que se abordó solo hasta la fase de planificación, se diseñó, pero no se produjo la prótesis en físico. Se utilizó un sistema basado en el chatbot IA de BingChat, una herramienta integrada en el buscador Bing a través del navegador Edge de Microsoft. Se evaluó el sistema con los datos del paciente que requería la prótesis dental, y se comparó con los criterios de un odontólogo experto. **Resultados:** se muestra cómo varían los modelos generados por el sistema BingChat dependiendo de la pregunta y de la manera que se haga dicha pregunta. **Conclusión:** es importante formular bien las preguntas para obtener mejores resultados. Este trabajo contribuye al avance del conocimiento y la práctica en el campo de la odontología digital.

Descriptores: Prótesis dental, diseños de prótesis, chatbot, Bing.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIA DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA
PARA EL ESTUDIO Y DISEÑO DE PRÓTESIS DENTALES

Autor(a): Livia Borromé.
Simón Casadiego.

Tutor(a): Od. Martin Correa.

Línea de investigación: Odontología clínica y correctiva.

Fecha: 01/10/2023.

INFORMATIVE SUMMARY

Introduction: This work is innovative and relevant because it shows the advantages, limitations and recommendations for the use of AI in the design of dental prostheses, and proposes the training and implementation of this tool in the university's prosthetic clinics. **General objective:** Design dental prostheses through the use of artificial intelligence as a tool for its study. **Methodology:** it is based on a special project of a descriptive type, which was addressed only until the planning phase, the prosthesis was designed, but the physical prosthesis was not produced. A system based on the BingChat AI chatbot was used, a tool integrated into the Bing search engine through Microsoft's Edge browser. The system was evaluated with the data of the patient who required the dental prosthesis, and it was compared with the criteria of an expert dentist. **Results:** It shows how the models generated by the BingChat system vary depending on the question and the way the question is asked. **Conclusion:** it is important to formulate the questions well to obtain better results. This work contributes to the advancement of knowledge and practice in the field of digital dentistry.

Descriptors: Dental prosthesis, prosthesis designs, chatbot, Bing.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) es la combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas que presenten las mismas capacidades que el ser humano. Una tecnología que todavía resulta lejana y misteriosa, pero que desde hace unos años está presente en nuestro día a día a todas horas.

El funcionamiento de la inteligencia artificial como herramienta para el estudio y diseño de prótesis dentales se basa en la capacidad, eficacia y exactitud que tiene esta herramienta para la fabricación de dichas prótesis, para ello se necesita cumplir con ciertos requisitos necesarios que brinden datos exactos y precisos de las características intraorales del paciente.

La IA aplicada a la odontología juega un rol importante debido a que trabaja en función de seleccionar la mejor opción al realizar la prótesis para el paciente, ya que disminuye el margen de error que se presenta al realizar la prótesis de forma tradicional.

El presente trabajo de grado consiste en demostrar la eficiencia de la IA como una herramienta eficaz para el diseño de prótesis dentales. El trabajo se estructuró en cinco partes, Capítulo I: El problema, que contiene la caracterización del objeto de investigación, los objetivos y la justificación. El Capítulo II: El Marco Teórico Referencial, comprende a los antecedentes, las bases teóricas y la fundamentación legal, en el cual se evidenciaron diferentes artículos de investigaciones sobre la IA en

odontología. Capítulo III: Marco Metodológico, referido al tipo de investigación, reflejándose como un trabajo de grado especial que se abordó solo hasta la fase de planificación, se diseñó, mas no se produjo la prótesis en físico. El Capítulo IV: El análisis e interpretación de los datos obtenidos, en donde los autores eligieron BingChat como herramienta para el diseño de prótesis dentales y el Capítulo V: la conclusión y propuesta final para desarrollar en las clínicas de prótesis de la Univ. José Antonio Páez, además, se presentan las figuras y referencias bibliográficas del estudio realizado.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.

La odontología es una especialidad médica que se ocupa de la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades y alteraciones que afectan a los dientes, las encías y la cavidad bucal. Dentro de la odontología, el diseño de prótesis dentales es una actividad que requiere de precisión, personalización y calidad, se basa en la selección estratégica de las diversas partes que la componen, con objeto de controlar los movimientos de la prótesis sometida a cargas funcionales. El diseño de prótesis dentales implica una serie de pasos que van desde la toma de impresiones o moldes de la boca del paciente, hasta la fabricación e instalación de la prótesis (1). Este proceso puede ser costoso, demorado y propenso a errores humanos, lo que puede afectar la satisfacción y el bienestar de los pacientes.

Por otro lado, la inteligencia artificial es un conjunto de sistemas que imitan a la inteligencia humana con la finalidad de realizar tareas de forma más eficiente. Esta ciencia de la computación, que se describió por primera vez en 1956, recopila enormes cantidades de datos que analiza rápidamente para ofrecer respuestas a diversos tipos de preguntas, una tecnología basada en algoritmos informáticos que permite que las máquinas realicen trabajos que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, la percepción o la respuesta a diversos tipos de

preguntas. En Odontología Digital, se utiliza ya para mejorar el diagnóstico y el tratamiento de los pacientes, ya que ofrece mayor precisión diagnóstica, permite realizar tratamientos personalizados y aumenta la eficiencia en el diseño de las prótesis dentales. Los programas de IA nos ayudan a diseñar prótesis dentales personalizadas basadas en modelos 3D creados a partir de las imágenes captadas por los escáneres intraorales. Los algoritmos analizan y sugieren diseños que se ajustan perfectamente a la boca del paciente y proporcionan recomendaciones sobre el tipo de material que debe usarse (2).

La participación en la cooperación mundial en materia de inteligencia artificial y toda tecnología emergente debe formar parte de las políticas de salud pública. El principio del apoyo cooperativo mundial en materia de inteligencia artificial y toda tecnología emergente significa incluir las dimensiones individuales y sociales en una realidad globalizada e interconectada que ahora forma parte de la condición humana (3).

Aunque todo este campo de la informática es innovador en algunos aspectos, tiene antecedentes en los años 40 del siglo XX. En 1943, el neurobiólogo Warren McCulloch y el estadístico Walter Pitts, publicaron un artículo que definía que los eventos neuronales y las relaciones entre ellos pueden tratarse mediante la lógica proposicional. De esta manera se conforma la base y el inicio del desarrollo de la IA tal y como hoy la concebimos. En el campo de la salud conjunto con la IA, actualmente han desarrollado sistemas como: El sistema quirúrgico Senhance®, que es una plataforma laparoscópica. El sistema robótico Flex® que permite acceder a

ubicaciones anatómicas antes difíciles o imposibles de alcanzar de forma mínimamente invasiva. El proyecto español BROCA, también conocido como «el pequeño de Da Vinci®» para el diseño y desarrollo de un sistema robótico quirúrgico de bajo costo, modular, para cirugía mínimamente invasiva centrada en cirugía pélvica y bariátrica (4).

En una revisión sistemática del The Journal of Prosthetic Dentistry concluyeron que los modelos de IA tienen el potencial de reconocer el tipo de implante, predecir el éxito del implante mediante el uso de factores de riesgo del paciente y criterios ontológicos, y optimizar los diseños de los implantes, pero aún se están desarrollando. Así como también que los modelos de IA pueden colaborar para predecir la osteointegración o el éxito del implante (5).

La IA no está siendo incorporada solamente en el área protésica, sino en muchas áreas u especialidades de la odontología, en el caso de la ortodoncia, planificar alineadores con programas como el NemoCast, imprimir los modelos y estampar los alineadores incrementa espectacularmente la rentabilidad de nuestros tratamientos (6).

Es así como la IA puede ser una herramienta útil para el estudio y diseño de prótesis dentales, ya que puede facilitar y optimizar las tareas involucradas en este proceso, tales como:

- La captura y procesamiento de imágenes digitales de alta resolución de la boca del paciente, mediante técnicas como la teleodontología o la realidad virtual.
- El análisis biomecánico y funcional de las piezas dentales y las estructuras óseas del paciente, mediante técnicas como el machine learning o el aprendizaje automático.
- El diseño personalizado y adaptado de la prótesis dental, mediante técnicas como la impresión 3D o los algoritmos genéticos.

Estos estudios demuestran el potencial de la IA para mejorar el diseño de prótesis dentales en diferentes aspectos, como la automatización, la personalización, la precisión y la calidad.

Por lo tanto, se identifica una oportunidad de investigación para explorar y desarrollar nuevas soluciones basadas en IA y contribuir al avance del conocimiento y la práctica en el diseño de prótesis dentales.

En el caso de esta investigación, se busca demostrar que la IA se puede utilizar como un método, basado en algoritmos genéticos para optimizar el diseño de prótesis parciales removibles considerando múltiples criterios, como la estabilidad, la retención, la estética y el confort, entre otros.

1.2 Formulación del Problema.

A pesar de los avances tecnológicos y las ventajas potenciales que ofrece la IA para el diseño de prótesis dentales, existen pocos estudios que aborden esta temática desde

una perspectiva teórica y práctica, así como poca evidencia empírica sobre su efectividad, eficiencia y aceptación por parte de los profesionales y los pacientes.

Con base a lo anterior, se propone la implementación de un sistema de inteligencia artificial para el estudio y diseño de prótesis dentales personalizadas en la facultad de odontología de la Universidad José Antonio Páez.

1.3 Objetivos de la Investigación.

1.3.1 Objetivo General.

Diseñar prótesis dentales mediante el uso de la inteligencia artificial como herramienta para su estudio.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Identificar los requisitos necesarios para el diseño de prótesis dentales personalizadas a partir del escaneo intraoral de un paciente parcialmente edéntulo.
- Evaluar la precisión y eficacia de los programas de inteligencia artificial que se adapten en el diseño de prótesis dentales personalizadas.
- Seleccionar el óptimo sistema de inteligencia artificial idóneo para el estudio y diseño de prótesis dentales personalizadas.

1.4 Justificación de la Investigación.

La prótesis dental es una herramienta importante para mejorar la calidad de vida de las personas que han perdido uno o más dientes. Sin embargo, el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales puede ser costoso y llevar mucho tiempo.

La IA puede ser una herramienta útil para automatizar el proceso de diseño y fabricación de prótesis dentales. La IA puede ayudar al profesional a diseñar prótesis dentales personalizadas para cada paciente en menos tiempo y con mayor precisión. Además, la IA puede ayudar a los odontólogos a predecir cómo se comportará una prótesis dental en la boca del paciente antes de que se fabrique la prótesis dental.

Este trabajo de investigación se pretende llevar a cabo en la Universidad José Antonio Páez, para ir integrando los nuevos avances tecnológicos en el área de rehabilitación protésica e ir ofreciéndole a los pacientes que llegan al área clínica un proceso más automatizado y garantizar una rehabilitación sin márgenes de error.

Aparte, este proyecto le arroja valor a las líneas de investigación propuestas por la escuela de odontología de la Universidad José Antonio Páez.

1.5 Alcance y delimitaciones de la Investigación.

La presente investigación se abordara a través de un proyecto especial, que pretende dejarle a la Escuela de Odontología un sistema de inteligencia artificial adaptado para el estudio y diseño de prótesis dentales, y así automatizar el desarrollo de una

prótesis dental. No se aborda el proceso de fabricación ni la colocación de las prótesis dentales en la boca de los pacientes.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación.

Los antecedentes que a continuación se mencionan en esta investigación son de publicaciones internacionales, organizados de los más recientes a los más antiguos de los últimos 5 años.

La aplicación de la IA al diseño de prótesis dentales es un tema relativamente reciente y emergente que ha despertado el interés de diversos investigadores y profesionales del campo odontológico. Algunos ejemplos de estudios realizados sobre este tema son los siguientes:

Chau et al. (2022), En el artículo titulado “Prótesis Dentales Molares Individuales Diseñadas con Inteligencia Artificial: un protocolo de estudio experimental prospectivo, proponen un nuevo enfoque para diseñar prótesis dentales de un solo molar mediante el uso de una red generativa antagónica tridimensional (3D-GAN) que puede reconstruir la forma de un diente natural sano a partir de las características de la dentición restante del paciente (7).

Por otro lado, Mafawez et al. (2022), en el artículo titulado “Predicción de implantes dentales utilizando la máquina Algoritmos de aprendizaje”. Esta investigación desarrolla un conjunto de 4 algoritmos y demuestra que los algoritmos desarrollados pueden predecir cuándo un paciente necesita implantes dentales. Como resultado de

esta investigación, observamos que el algoritmo AdaBoost mejorado propuesto aumenta el nivel de precisión de predicción y brinda un rendimiento significativamente mayor que los otros métodos estudiados con una precisión del algoritmo AdaBoost mejorado que alcanza el 91,7 % (8).

Singi et al. (2022), en su artículo titulado “Brazo Extendido de Precisión en Prostodoncia: Inteligencia Artificial” .Este estudio se centra en varias aplicaciones de la IA en prostodoncia junto con sus limitaciones y alcance futuro, los autores afirman que la odontología basada en inteligencia artificial (IA) no es un mito sino que se está convirtiendo en una realidad. La IA se puede ver como una posible herramienta en todos los aspectos, como clasificar accesorios de prótesis dentales y maxilofaciales, extraer líneas marginales y reducir el error humano en la cementación de implantes. Además, la IA solo puede ayudar a los médicos a realizar trabajos profesionalmente; no puede reemplazar el conocimiento humano, la capacidad o la planificación del tratamiento (9).

Ponce et al. (2022), en su artículo titulado, “Una revisión sistemática de la aplicación de la inteligencia artificial en la implantología”. La investigación explica la aplicación de la inteligencia artificial, la cual ayuda a mejorar las técnicas de aplicación de un implante dental. Se usó la investigación documental, recolectando datos mediante el método de registro descriptivo y se analizaron con una técnica de análisis de contenido. El análisis bibliométrico ayudó a realizar la búsqueda de información en tres bases de datos: Scopus, Pubmed y World of Science. El trabajo

está integrado por investigaciones que analizaron los modelos de inteligencia artificial, que reconocen el tipo de implante a ser usado. Se concluyó, que se desarrollaron modelos de inteligencia artificial que mejoran la tensión de la conexión implante-hueso, además de optimizar la porosidad, la longitud y el diámetro de los implantes dentales (10).

Bonfanti Gris (2021) en su trabajo titulado “Evaluación de la fiabilidad del programa basado en Inteligencia Artificial Denti.Ai para la identificación de estructuras y tratamientos dentarios presentes en radiografías panorámicas”, concluyo que el Denti.Ai es capaz de identificar correctamente las estructuras dentarias en el 69.3% de los casos, puede considerarse un software cuyas tareas permiten dar soporte y asistencia al profesional odontólogo en procesos de diagnóstico, prevención y pronóstico dentarios. Mayor número de estudios implicados en la capacidad diagnóstica del programa deberían ser desarrollados con el fin de mejorar el desempeño del mismo (11).

En síntesis, a pesar de lo relativamente nuevo o el poco tiempo que tiene la integración de la IA en el campo odontológico, existen estudios como los mencionados anteriormente, en donde se demuestra que estos tipos de software tienen gran impacto en el área de prostodoncia, puesto que son una herramienta o método muy eficiente para el estudio, diseño y planificación de prótesis, a parte que la automatización y digitalización del proceso colabora a prevenir errores humanos.

2.2 Bases Teóricas.

Para comprender mejor el problema y el objetivo de la investigación, es necesario definir y explicar algunos conceptos clave relacionados con la pérdida dental, las prótesis dentales y la inteligencia artificial.

La pérdida dental es la ausencia total o parcial de uno o más dientes debido a diversas causas, como la caries, la enfermedad periodontal, el traumatismo, la malformación congénita o la extracción quirúrgica. La pérdida dental puede clasificarse según el número de dientes afectados (unitaria, parcial o total), según la localización (anterior o posterior) o según el arco dentario (superior o inferior) (12).

Las prótesis dentales, es un elemento artificial destinado a restaurar la anatomía de una o varias piezas dentarias, restaurando también la relación entre los maxilares, a la vez que devuelve la dimensión vertical, y repone tanto la dentición natural como las estructuras periodontales (13).

La inteligencia artificial es un campo multidisciplinar que busca crear sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento o la creatividad. La IA se basa en técnicas como el aprendizaje automático (machine learning), los algoritmos genéticos o las redes neuronales artificiales para procesar grandes cantidades de datos y generar soluciones óptimas a problemas complejos (14).

El aprendizaje automático es una rama de la IA que se ocupa de crear algoritmos que pueden aprender de los datos y mejorar su rendimiento sin necesidad de programación explícita. El aprendizaje automático puede ser supervisado (cuando se dispone de datos etiquetados), no supervisado (cuando no se dispone de etiquetas) o por refuerzo (cuando el algoritmo recibe una recompensa o un castigo según su acción) (15).

Los algoritmos genéticos son una técnica de optimización inspirada en la Teoría de la Evolución de Darwin que consiste en generar una población inicial de soluciones candidatas (individuos) y someterlas a un proceso de selección, cruce y mutación para obtener soluciones cada vez mejores (adaptación al medio) (16).

Las redes neuronales artificiales son un modelo computacional inspirado en el funcionamiento del cerebro humano que consiste en un conjunto de unidades de procesamiento (neuronas) conectadas entre sí por pesos sinápticos (conexiones) que pueden transmitir y modificar señales de entrada y salida. Las redes neuronales artificiales pueden aprender a partir de los datos mediante un proceso de entrenamiento que ajusta los pesos sinápticos (16).

2.3 Bases Legales.

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela de (1999), reconoce a la salud como un derecho social integral, garantizado como parte del derecho a la vida y a un nivel digno de bienestar, quedando superada la concepción de la salud solo como enfermedad. A través de su artículo 83 garantiza a la salud como parte del derecho a

la vida por lo que el estado promoverá y desarrollará políticas orientadas a elevar la calidad de vida, el bienestar colectivo y el acceso a los servicios. Siendo este un derecho constitucional, por lo que es de obligatorio cumplimiento y nadie debe prohibirlo. Los profesionales de la odontología son parte del sistema de salud, por lo que es necesario que contribuyan a su cumplimiento (17).

La Ley del Ejercicio de la Odontología (1943), en su Artículo 16 destaca: Los profesionales que ejerzan la odontología deberán estar debidamente capacitados y legalmente autorizados según esta Ley para prestar sus servicios a la comunidad, contribuir al progreso científico y social de la odontología, aportar su colaboración para la solución de los problemas de salud pública creados por las enfermedades bucodentarias, y cooperar con los demás profesionales de la salud en la atención de aquellos enfermos que así lo requieran (18).

El Código de Deontología Odontológica, (1992) en sus artículos 1, 2, 17, y 18, establecen que se debe fomentar la salud como parte del desarrollo y el bienestar social, Así mismo el profesional de la odontología está en la obligación de mantenerse informado y actualizado para suministrar la atención integral requerida. Presentando un diagnóstico para emplear el mejor tratamiento y garantizar la salud del paciente (19).

2.4 Definición de Términos.

- **Impresión dental:** Una impresión es el registro, copia o representación en negativo de los dientes y rebordes maxilares y mandibulares que van a estar

en contacto con las prótesis estomatológicas, en una posición estática dada (20).

- **Impresión 3D:** La impresión 3D es un grupo de tecnologías de fabricación por adición capaz de crear un objeto tridimensional mediante la superposición de capas sucesivas de un determinado material. Un proceso por el que se crean objetos físicos a través de la colocación de un material en capas a partir de un modelo digital. Por lo tanto, se trata de un proceso en el que se crea un objeto en tres dimensiones a través de modelos digital mediante una impresora 3D que puede usar diferentes tecnologías hasta crear una réplica perfecta (21).
- **Realidad Virtual:** La realidad virtual se podría definir como un sistema informático que genera en tiempo real representaciones de la realidad, que de hecho no son más que ilusiones ya que se trata de una realidad perceptiva sin ningún soporte físico y que únicamente se da en el interior de los ordenadores (22).
- **Teleodontología:** Es el conjunto de actividades que se llevan a cabo a distancia, en las áreas de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación; realizadas por profesionales de la salud que utilizan tecnologías de la información y la comunicación. Gracias a la teleodontología, es posible realizar consultas distantes, compartiendo información digital como imágenes, trabajo cooperativo, documentos, radiografías, etc (23).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo o Modalidad de la Investigación.

Este trabajo de grado se abordó a través de una investigación proyectista de tipo proyecto especial. Una investigación proyectista son investigaciones aplicadas que se encuentran dirigidas a encontrar soluciones a problemas prácticos o necesidades sentidas por un grupo, una institución u organización de orden social, educativo, económico, cultural u otra, a través de la elaboración de un plan, estrategia, programa, diseño o tecnología producto original o adaptado por el investigador. Cumplen con el ciclo planificación-producción-función (24). Este trabajo se abordó solo hasta la fase de planificación, se diseñó, mas no se produjo la prótesis en físico.

Las investigaciones de tipo especial son trabajos que conllevan a la creación de objetos tangibles, para ser usados como solución a problemas, intereses o necesidades demostradas. Para Trabajos de Grado contemplan tres fases: diagnóstico y/o establecimiento de la necesidad, un estudio de factibilidad operativa, técnica y económica (costo-beneficio y/o mercadeo) y desarrollo de la propuesta. (24).

3.2 Nivel de la Investigación.

Este trabajo tuvo un nivel de tipo descriptivo, la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se

ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere (25).

3.3 Diseño de la Investigación.

Un proyecto especial comprende las siguientes etapas generales: primera, diagnóstico, planeamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para su ejecución, análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del proyecto; segunda, en caso de su desarrollo, la ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como de sus resultados. Pueden llegar hasta la etapa de las conclusiones sobre su viabilidad (26).

3.4 Fases del Proyecto.

- a. Diagnóstico: Paciente femenino, de 53 años de edad, bruxomana, y sana sistémicamente. Presentó como diagnóstico definitivo edentulismo parcial unilateral superior derecho (ausencias de las UD 14,15 y 16). Se le indicó una prótesis parcial removible. Los datos referentes se extrajeron de una revisión intraoral al Px.
- b. Evaluación de los modelos generados por inteligencia artificial: Con los datos que fueron extraídos del paciente se realizaron las pruebas con los diferentes programas de inteligencia artificial, y se seleccionó el sistema que generó un diseño de modelo más óptimo, preciso y cercano al diseño que se realiza por las técnicas convencionales (diseño manual).

- c. Aplicación del sistema basado en IA: Se escogieron las técnicas de IA más adecuadas para el diseño de prótesis dentales según el tipo, el material y el método de fabricación. Se utilizó la herramienta de software Bing. Se utilizaron datos e imágenes del paciente real.

CAPITULO IV

RESULTADOS

El presente capítulo tiene como objetivo analizar y evaluar los resultados obtenidos en el estudio y diseño de prótesis dental mediante inteligencia artificial (IA). Para ello, se utilizó un sistema basado en el chatbot IA de BingChat, una herramienta integrada en el buscador Bing a través del navegador Edge de Microsoft, que utiliza la tecnología del modelo GPT-4 de OpenAI. El chatbot es capaz de realizar múltiples tareas, como responder preguntas, escribir contenido, generar imágenes con el Bing Image Creator, traducir textos y mucho más (27).

El sistema se evaluó con el conjuntos de datos del paciente que requería la prótesis dental, y se comparó con los criterios de un odontólogo experto (tutor) para optimizar el diseño de las prótesis dental, teniendo en cuenta los requisitos funcionales, biomecánicos y biológicos. Se evaluó la calidad y la robustez del diseño con diferentes simulaciones y pruebas experimentales.

En esta investigación se partió de la premisa de que la inteligencia artificial (IA) es la combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas que presenten las mismas capacidades que el ser humano. Por lo tanto, para que estas máquinas tengan esas mismas capacidades, es necesario dirigirse a ellas como humanos y formular preguntas como si se estuviera hablando con un ser humano para que logren entenderlas. Un ejemplo claro es cuando un niño tiene 5 meses de edad y

aún no domina el idioma que es la forma de comunicarnos entre los humanos, por lo tanto no hay una comunicación entendible hasta que este domina ese idioma. Así mismo pasa con las máquinas, se deben formular preguntas que ellas entiendan y reciban claramente ese mensaje.

Los autores de la presente investigación aplicaron la IA en la conformación de prótesis dentales, y observaron cómo varían los modelos que arroja el sistema de inteligencia artificial dependiendo de la pregunta y de la manera que se haga dicha pregunta. En algunos casos, cuando se le preguntaba al programa cuáles unidades dentarias debería tener la prótesis o púnticos, arrojaba modelos que quizás no coincidían con las expectativas de los autores. Pero si, por ejemplo, se le indicaba cuántos pilares debería tener la prótesis, obtenía mejores resultados en los que los autores estaban de acuerdo con el sistema. Por lo tanto, concluyeron que es de mucha importancia la manera en la que se formule la pregunta.

Los autores del presente estudio también reconocieron que existen software o programas de códigos abiertos y cerrados, y que por ende los de códigos cerrados (pagos) son sistemas que arrojan mejores resultados. Sin embargo, decidieron usar un programa de código abierto por motivos económicos y de tiempo.

Los autores eligieron BingChat como herramienta para el diseño de prótesis dentales por varias razones. Una de ellas es que Microsoft es una de las compañías que firmó una serie de compromisos con la Casa Blanca en cuanto al desarrollo seguro de la inteligencia artificial, y forma parte de un organismo junto a Google, OpenAI y

Anthropic diseñado para vigilar el desarrollo responsable de los modelos IA más poderosos (28-29). Otra razón es que BingChat es una herramienta sencilla, que resultó ser útil para el diseño de prótesis. Ayuda al profesional a mejorar significativamente los resultados de salud bucal de los pacientes. Se consideró que es un programa apto para introducirse en estas nuevas tecnologías del presente y futuro de la odontología.

Los autores consideran que la efectividad de un resultado satisfactorio está en la correcta formulación de la pregunta, y que mientras más datos del paciente se proporcionaran, mejor diseño arrojaba esta herramienta.

En el presente estudio se evidencia que los sistemas de inteligencia artificial privados no hay duda de que varían en algunas características que quizás el sistema gratis o público no tiene, pero no es necesario tener un sistema privado para obtener buenos resultados. La clave está en una buena formulación de lo que se requiere que arroje el sistema. Los autores recomendaron usar un programa de código abierto al principio mientras se domina bien el idioma de estas máquinas antes de pasar a los de código cerrado.

En conclusión, el presente estudio resulta innovador para la aplicación del BingChat como herramienta de inteligencia artificial para el diseño de prótesis dentales, y mostraron sus ventajas, limitaciones y recomendaciones para su uso eficiente y seguro.

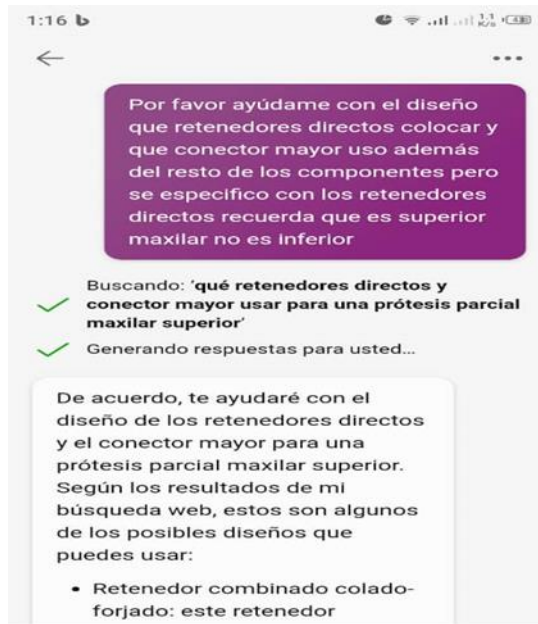


Fig 1. Pregunta realizada al chatbot de acuerdo a los retenedores directos a usar en el caso.

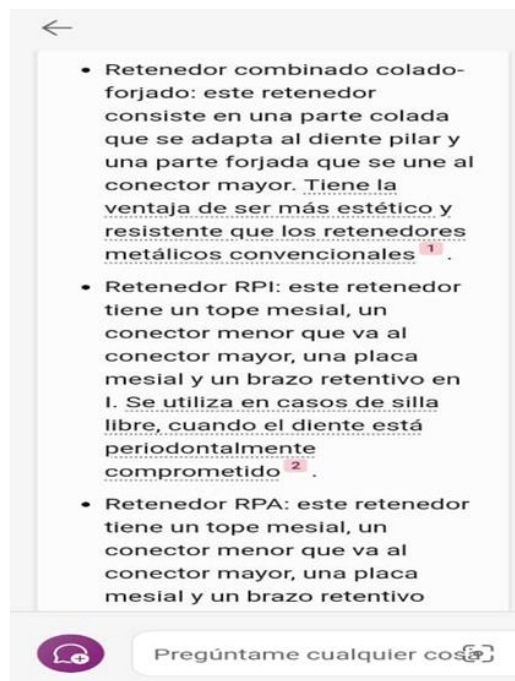


Fig 2. Respuesta generada por el chatbot acerca de las opciones de retenedores directos.

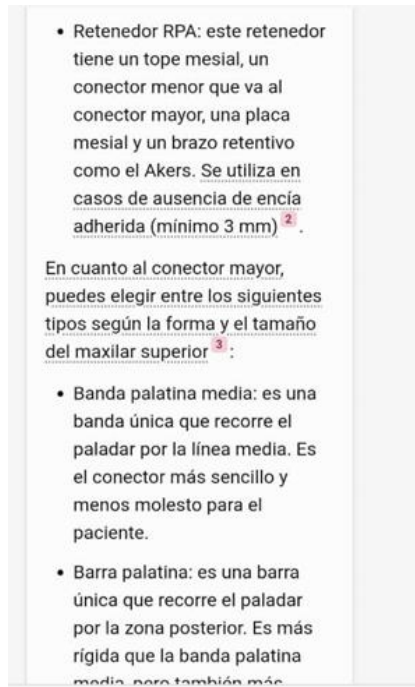


Fig 3. Continuación de la respuesta generada por el chatbot acerca de las opciones de retenedores directos y conector mayor.

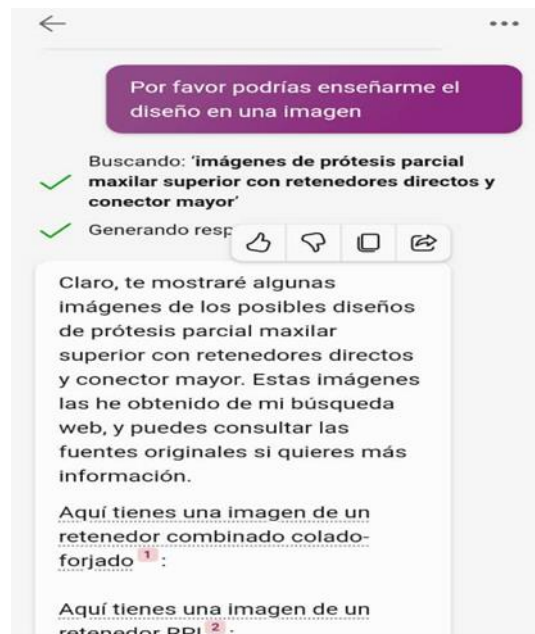


Fig 4. Petición al chatbot sobre la imagen de referencia del diseño de la PPR.



Fig 5. Diseño generado por el chatbot sobre la posible opción de PPR.

CAPITULO V

PROPUESTA Y RECOMENDACIONES

La inteligencia artificial no es un software que va a resolver todo, es una herramienta donde inclusive se debe tener conocimiento sobre el tema que se le va a consultar, en donde también es didáctico porque en sus respuesta dice el por qué, para qué y donde está indicada cada pieza que puede ser utilizada para los diseños de prótesis, reforzando el conocimiento en la persona que lo está utilizando, es decir es un complemento para el estudiante u odontólogo.

Se propone la capacitación para el uso de la herramienta digital IA en los estudiantes de las clínicas de prótesis dental, para posteriormente implementarlo en las clínicas de la facultad de odontología de la Universidad José Antonio Páez, para que los estudiantes próximamente egresados cuente con el conocimiento y dominio de esta herramienta, puesto que estamos ante una nueva era en la que la odontología y la atención al paciente se dan en estrecha colaboración con los últimos avances tecnológicos, como la inteligencia artificial.

Recomendación:

- Se sugiere incluir la capacitación sobre inteligencia artificial en la escuela de odontología de la Universidad José Antonio Páez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carr A, Brown D, COOPER S. McCracken Prótesis Parcial Removible. Madrid: Elsevier; 2006.
2. Jadad Bechara E. Inteligencia Artificial en Odontología. Dental tribune. 2023; 20 (2): 14-15.
3. Organización Panamericana de la Salud. La inteligencia artificial en la salud pública. [Sitio en internet]. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53887/OPSEIHIS21011_spa.pdf?sequence=5 Consultado 20 junio 2023.
4. Ávila J, Mayer M, Quesada V. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: introducción antecedentes a la IA y robótica. Atención primaria. 2020; 52 (10): 778-784.
5. Revilla M, Gómez M, Vyas S, Barmak B, Galluci G, Att W. et. al. Aplicaciones de la inteligencia artificial en implantología: Una revisión sistemática. JPD. 2023; 129 (2): 293-300.
6. Suarez Quintanilla D. El incierto futuro de los brackets. Dental. Tribune. 2023; 20 (3): 4-6.
7. Chau RCW, Chong M, Thu KM, Chu NSP, Koohi M, Hsung RT-C, et al. Prótesis dentales molares individuales diseñadas con inteligencia artificial: un protocolo de estudio experimental prospectivo. PLoS ONE 2022; 17(6): [Internet] Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268535>.
8. Mafawez T, Alharbi, Mutiq M, Almutiq. Prediction of Dental Implants Using Machine Learning Algorithms. Journal of Healthcare Engineering, vol. 2022. 12 pages, [Internet] Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2022/7307675>
9. Singi S R, Sathe S, Reche A R, et al. Brazo Extendido de Precisión en Prostodoncia: Inteligencia Artificial. Cureus. 2022; 14 (11): e30962.
10. Ponce N, Grijalva M, Navas P. Una revisión sistemática de la aplicación de la inteligencia artificial en la implanto logia. Dil. Comt. 2022; Edi. Especial [internet] Disponible en: <https://doi.org/10.46377/dilemas.v10i18.3394>
11. Bonfanti M. Evaluación de la fiabilidad del programa basado en Inteligencia Artificial Denti.Ai para la identificación de estructuras y tratamientos dentarios presentes en radiografías panorámicas. [Trabajo Fin de Máster] Madrid (España) Universidad Complutense de Madrid; 2021.
12. Leyva L, Ledesma N, Fonte M. La pérdida dentaria. Sus causas y consecuencias. Revista de Medic. Isla de la Juv. [Revista en Internet]. 2018; 19(2) Disponible en: <https://remij.sld.cu/index.php/remij/article/view/212>.
13. Guarat M, Izquierdo A, Mondelo I, Toledano R. Prótesis dental. Apuntes sobre su historia [sitio en internet]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551757269039>

14. Pérez B. Inteligencia Artificial [sitio en internet]. Disponible en: https://www.foroconsultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU_18-012.pdf
15. Hewlett Packard Enterprise. Aprendizaje automático [sitio en internet]. Disponible en: <https://www.hpe.com/lamerica/es/what-is/machine-learning.html>.
16. Sancho F. Algoritmos Genéticos [sitio en internet]. Disponible en: <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=65>
17. Venezuela. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36.860 del 30 de diciembre de 1999.
18. Venezuela. Ley del Ejercicio de la Odontología. Gaceta Oficial N° 29.288 del 10 de agosto de 1970.
19. Venezuela. Convención Nacional del Colegio de Odontólogos de Venezuela. “Código de Deontología Odontológica.” San Felipe: 13-15 de agosto de 1992.
20. EcuRed. Impresión dental [sitio en internet]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Impresi%C3%B3n_dental
21. Adeva R. Todo lo que debes saber sobre la impresión 3D y sus utilidades [sitio en internet]. Disponible en: <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/impresion-3d/>
22. Retro informática. Realidad virtual [sitio en internet] disponible en: <https://www.fib.upc.edu/retro-informatica/avui/realitatvirtual.html>
23. Morón A. Teledentistry a fundamental tool in times pandemic and Post COVID-19, its usefulness in different dental specialties. Int. J. Odontostomat. 2021; 15(1):43-50
24. González Y. Manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de trabajo de grado, trabajos de grado, tesis doctoral e informe de pasantía y extramuros. Carabobo (Venezuela): Universidad José Antonio Páez; 2020
25. Arias F. El proyecto de investigación. 6ta ed. Caracas: Episteme; 2012
26. González Y. Manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de trabajo de grado, trabajos de grado, tesis doctoral e informe de pasantía y extramuros. Carabobo (Venezuela): Universidad José Antonio Páez; 2020.
27. Zhang Y, Wang Y, Liu Z, et al. Bing Image Creator: A Text-to-Image Generation System for Dental Prosthesis Design. In: Proceedings of the 28th ACM International Conference on Multimedia. 2020:4654-4657.
28. Microsoft refuerza su compromiso con la soberanía digital [Internet]. Microsoft.com. 1697 [citado el 25 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://news.microsoft.com/es-es/2023/10/16/microsoft-refuerza-su-compromiso-con-la-soberania-digital/>

29. News Center Microsoft Latinoamérica. Nuestros compromisos para avanzar en la IA segura, protegida y confiable [Internet]. News Center Latinoamérica. 2023 [citado el 25 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://news.microsoft.com/es-xl/nuestros-compromisos-para-avanzar-en-la-ia-segura-protegida-y-confiable/>