



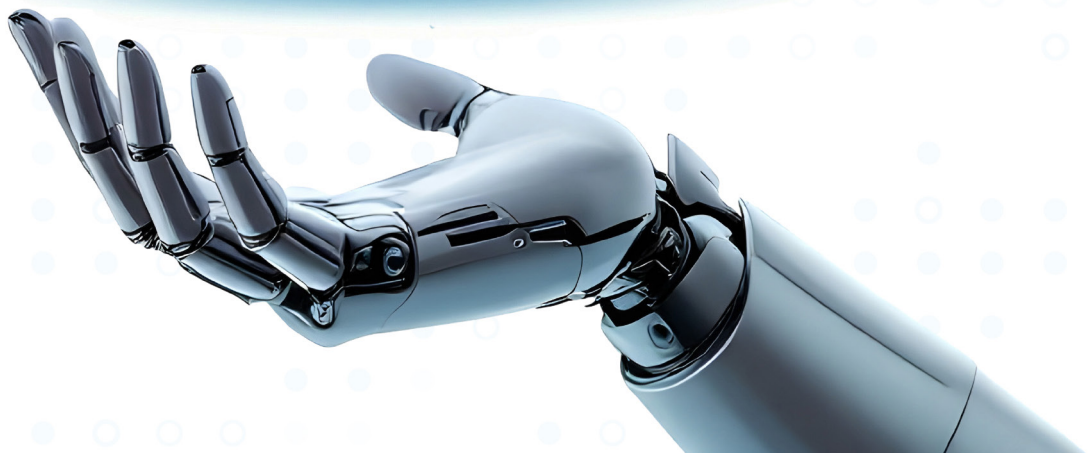
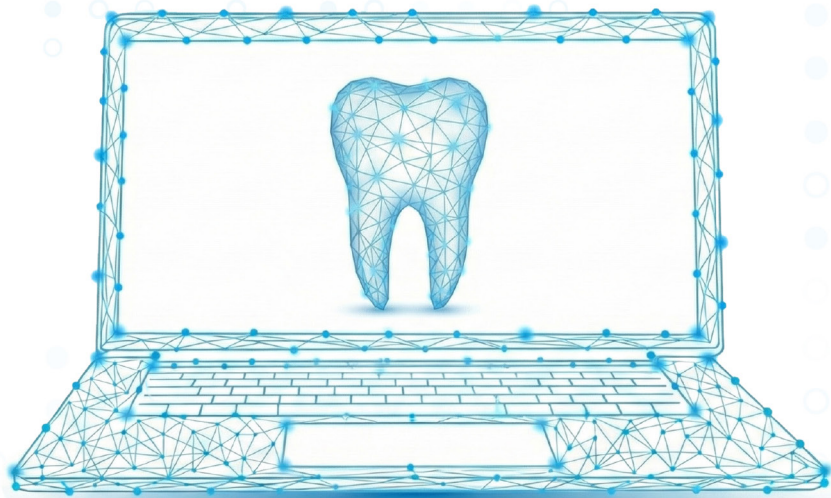
Colegio Odontológico del Perú

Región Lima

Trabajando por la unidad odontológica

Libro Blanco de Odontología Digital e Inteligencia Artificial

28 Propuestas de Innovación para la Salud Bucodental del Futuro





Colegio Odontológico del Perú

Región Lima

Trabajando por la unidad odontológica

Libro Blanco de Odontología Digital e Inteligencia Artificial

28 Propuestas de Innovación para la Salud Bucodental del Futuro

Libro Blanco de Odontología Digital e Inteligencia Artificial

© Colegio Odontológico de Lima

Carlos Tenaud 255, Miraflores, Lima – Perú

Telef. +51 940 046 941

col@col.org.pe

Lima – Perú

Editorial

Colegio Odontológico de Lima

Producción editorial

Edición general

Dr. Jorge Enrique Manrique Chávez

Coordinación

Dra. Lissette Santos Soto

Diseño y diagramación

Yoselín Maldonado Santivañez

Primera edición: Junio 2026

Depósito legal N° 2026-06329

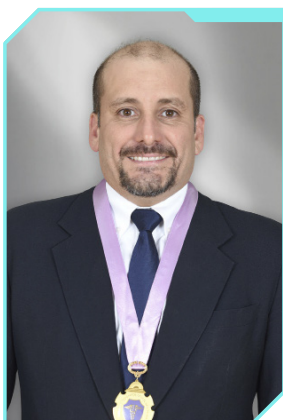
ISBN: 978-612-46918-4-3

Libro digital disponible en: <https://col.org.pe/libro-blanco-odontologia-digital/>

Consejo Administrativo Regional (2022 - 2025)



DR. JOSÉ RICARDO ROJAS RUEDA
DECANO



DR. JAIME OTERO INJOQUE
VICEDECANO



DRA. LISSETTE SANTOS SOTO
DIRECTORA GENERAL



DR. JOSÉ ESTELA LA ROSA
DIRECTOR DE ECONOMÍA



DR. WILDER LLALLICO HUANCAYA
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN



DR. JORGE MANRIQUE CHÁVEZ
DIRECTOR DE PLANIFICACIÓN



DRA. GISELLA BENAVIDES TAPIA
DIRECTORA DE LOGÍSTICA

Índice

Prólogo	8
Introducción	11
Salud Digital aplicada a la Odontología: Avances, Aportes e Integración Tecnológica	15
Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) en Odontología: Innovación, Regulación y Perspectivas	32
Capítulo 1. INTELIGENCIA ARTIFICIAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA (GenAI)	45
Denti AI – Copiloto Clínico Dental con Avatar Inteligente, Documentación Automatizada por Voz y Análisis Periodontal en Tiempo Real	46
DentarIA: Plataforma de Historia Clínica Electrónica Única con IA, Acceso Offline, Token Digital e Inclusión Intercultural para la Odontología en el Perú	54
Del algoritmo a la clínica: Inteligencia Artificial Generativa y Realidad Virtual en la atención odontopediátrica de pacientes neurodivergentes	67
Inteligencia Artificial basada en Deep Learning para la detección automática de características radiográficas de osteoartrrosis en la articulación temporomandibular (ATM)	83
IA generativa que relaciona la postura corporal y la maloclusión	91
Aplicación de modelos de inteligencia artificial para la clasificación del apiñamiento dental y la indicación de extracciones ortodónticas en pacientes atendidos en el Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (2017–2023)	98
SIMICARE: Una aplicación de inteligencia artificial para la detección temprana y seguimiento del cáncer oral	107
OrthoGenIA: Plataforma de ortodoncia inteligente con IA y GenAI para análisis cefalométrico automatizado, diagnóstico, gestión clínica y educación del paciente	114

GenlAdent: Asistente conversacional para gestión de historia clínica, diagnóstico y tratamiento preliminar	121
ForenzAI: Plataforma Integral de Inteligencia Artificial para la Identificación Odontológica Forense en Perú	132
Capítulo 2. TELEODONTOLOGÍA, TELESALUD, TELEMONITOREO Y TELECONSULTA	142
AsiyKipi App: Aplicativo integral de gestión clínica, acompañamiento y telemonitoreo con inteligencia artificial para cuidar tu sonrisa	143
ORTOWASI: Conectando sonrisas en un universo digital (MVP) Desarrollo de una aplicación móvil para el seguimiento ortodóntico	151
Runasimi Salud Plataforma Digital de Traducción Lingüística y Pertinencia Cultural	171
ODONTOCALL-IA - App de Teleodontología con Inteligencia Artificial para Consultas Remotas Comunitarias	179
Plataforma de teleconsulta dental en base a lenguas indígenas: Una solución para la brecha digital en zonas remotas del territorio peruano	187
OdontoFlex: Atención Odontológica sin barreras	196
Capítulo 3. EDUCACIÓN ODONTOLÓGICA DIGITAL E INCLUSIVA - PLATAFORMAS VIRTUALES Y GAMIFICACIÓN	203
Sonrisas Digitales – Innovación Tecnológica para la Prevención Bucal	204
Las plataformas virtuales y uso de la IA en el desarrollo de competencias clínicas en estudiantes de odontología	217
DientinGo: Videojuego Educativo para la Prevención Enfermedades Bucales	226
Prototipo Tecnológico móvil con Inteligencia Artificial para capacitar sobre prevención de caries de infancia temprana al personal de salud de primer nivel de atención	238
MiGuíaDent: Acompañamiento Digital Odontológico	253
Inmersión en Odontología Digital: Protocolo Docente Gamificado para Competencias Clínicas 3D	258
Happy Smiles Training: Plataforma Gamificada para la Educación Odontológica Inclusiva	265

Capítulo 4. INFORMÁTICA ODONTOLÓGICA – SOFTWARE APLICADO Y APLICATIVOS (APPS)	278
NEXA: Plataforma integral de gestión odontológica con comandos de voz e inteligencia artificial	279
Odontodatos: aplicativo para la gestión integral de datos clínicos y el fortalecimiento de la salud bucal	284
Prototipo de aplicación móvil para la optimización del registro clínico endodóntico mediante inteligencia artificial de reconocimiento de voz	303
Capítulo 5. TECNOLOGÍA ODONTOLÓGICA Y FLUJO DIGITAL – ROBÓTICA APLICADA	321
ONCOBUCAL: Kit rápido de diagnóstico precoz de cáncer bucal con soporte en Inteligencia Artificial	322
Flujo Digital Integral con Software Libre para la Planificación y Diseño Odontológico 3D mediante Escaneo Facial y Dental	329
Epílogo	340

Prólogo

La odontología mundial atraviesa una transformación sin precedentes. La convergencia entre salud digital, inteligencia artificial, tecnologías emergentes y nuevas formas de atención redefine lo que significa brindar cuidado bucodental en el siglo XXI. La profesión ha pasado de procesos analógicos y dependientes de la destreza individual a un ecosistema híbrido, inteligente y profundamente interconectado, donde la información clínica fluye de manera segura, las imágenes se interpretan con precisión algorítmica, los flujos digitales aceleran resultados y la experiencia del paciente adquiere un protagonismo renovado. Este *Libro Blanco de Odontología Digital e Inteligencia Artificial* surge precisamente en este contexto: como un documento que articula conocimiento técnico, análisis crítico y una fuente inédita de propuestas de innovación elaboradas por la propia comunidad odontológica peruana.

En este proceso, el **Colegio Odontológico de Lima** asume un rol protagónico como articulador de la transformación digital en la profesión. El **Concurso de Innovación y Desarrollo en Odontología 2025**, del cual se sistematizan en este libro 28 de las 34 propuestas presentadas, se consolida como un espacio de encuentro entre estudiantes, docentes, clínicos, gestores e investigadores que ponen su creatividad al servicio de la salud bucal del país. Más que un certamen, este concurso se convierte en una plataforma de incubación de ideas, donde se ensayan soluciones basadas en salud digital, IA y tecnologías emergentes, alineadas con las necesidades reales de la población y con las políticas nacionales de transformación digital en salud. La decisión de convertir estos proyectos en un *Libro Blanco* expresa el compromiso institucional del Colegio Odontológico de Lima con una odontología que innova, documenta, evalúa y comparte conocimiento de manera abierta y responsable.

El texto integra una visión panorámica y rigurosa de los avances, desafíos y perspectivas de la digitalización en odontología. Reúne las bases conceptuales desarrolladas en los ensayos *Salud Digital aplicada a la Odontología e Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) en Odontología*, y sistematiza 28 propuestas que conforman un verdadero laboratorio de ideas para el futuro de la profesión. Estas iniciativas reflejan el talento emergente de estudiantes, docentes, clínicos e investigadores que, desde diferentes enfoques, plantean soluciones alineadas con la transformación digital del país, los marcos regulatorios vigentes y las necesidades reales de la población.

La riqueza de esta obra reside en su enfoque holístico: combina los fundamentos técnicos de la interoperabilidad, la robótica, los flujos CAD-CAM, la IA explicable, los sistemas de información, la salud móvil y la simulación clínica; pero también incorpora elementos éticos, legales, formativos, comunitarios y de gestión necesarios para que la transformación digital sea sostenible, equitativa y centrada en la persona. Cada capítulo muestra cómo las tecnologías emergentes pueden mejorar diagnósticos, ampliar accesos, fortalecer decisiones basadas en evidencia y generar nuevas rutas de innovación para el país.

Este libro no se limita a describir herramientas o tendencias. Se proyecta como una hoja de ruta estratégica para el Perú y para las instituciones formadoras, investigadoras y reguladoras. Invita a repensar la profesión desde una mirada más crítica, humana y multisectorial, donde la tecnología no reemplaza la esencia del acto médico en odontología, sino que la potencia y la hace más segura, precisa y accesible. El *Libro Blanco de Odontología Digital e Inteligencia Artificial* constituye, por tanto, un compromiso colectivo con el futuro: una declaración de que la odontología peruana puede liderar, construir y transformar, siempre que mantenga la innovación como valor ético, científico y social.

```
01001100 01000001 00100000 01001001 01001110 01010100 01000101
01001100 01001001 01000111 01000101 01001110 01000011 01001001
01000001 00100000 01000001 01010010 01010100 01001001 01000110
01001001 01000011 01001001 01000001 01001100 00100000 01001110
01001111 00100000 01010010 01000101 01000101 01001101 01010000
01001100 01000001 01011010 01000001 00100000 01001100 01000001
00100000 01010110 01001001 01010011 01001001 01001111 01001110
00100000 01001000 01010101 01001101 01000001 01001110 01000001
00111011 00100000 01001100 01000001 00100000 01000101 01011000
01010000 01000001 01001110 01000100 01000101 00101110
```

CÓDIGO BINARIO: LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL NO REEMPLAZA LA VISIÓN HUMANA; LA EXPANDE.

Odonto_log.IA

- > INICIANDO SISTEMA...
- > CARGANDO Odonto_log.IA
- > ANALIZANDO DATOS ODONTOLÓGICOS...
- > PROCESANDO CONOCIMIENTO CLÍNICO, LEGAL Y DIGITAL...
- > SINCRONIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL + ODONTOLOGÍA...

LA MATRIZ HA CAMBIADO.

Ya no se trata solo de observar la realidad.
Se trata de leer los datos, interpretar los patrones
y anticipar el futuro de la odontología.

Odonto_log.IA ha sido activado.

- > NUEVA ERA DETECTADA:
- > ODONTOLOGÍA DIGITAL
- > INTELIGENCIA ARTIFICIAL
- > GESTIÓN BASADA EN DATOS
- > CONOCIMIENTO SIN LÍMITES

Bienvenido al sistema.
Bienvenido a Odonto_log.IA.

```
<ODONTO_ID>  
NAME: JORGE ENRIQUE MANRIQUE CHÁVEZ  
COP: 19301  
ROLE: CIRUJANO DENTISTA  
STATUS: ACTIVE  
</ODONTO_ID>
```

Introducción

La transformación digital ha dejado de ser un discurso futurista para convertirse en un eje técnico y estratégico de la odontología contemporánea. Hablar hoy de práctica odontológica implica incorporar conceptos como salud digital, telesalud, aplicaciones móviles, historia clínica electrónica con firma digital, simulación háptica, robótica clínica, Big Data y analítica avanzada integradas en ecosistemas interoperables y seguros, orientados a reducir la variabilidad clínica, acortar tiempos de respuesta y fortalecer decisiones basadas en evidencia.

En este contexto, el libro reúne y articula, por un lado, el desarrollo conceptual y aplicado de los ensayos “**Salud Digital aplicada a la Odontología: Avances, Aportes e Integración Tecnológica**” e “**Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) en Odontología: Innovación, Regulación y Perspectivas**” y, por otro lado, la sistematización de 28 de las 34 propuestas presentadas al Concurso de Innovación y Desarrollo en Odontología organizado por el Colegio Odontológico de Lima durante el 2025. De este modo, la obra vincula el marco teórico, normativo y ético con experiencias concretas de innovación desarrolladas por la comunidad odontológica.

La **primera parte del libro** desarrolla el andamiaje de la **salud digital aplicada a la odontología**. Se describen la historia clínica electrónica con firma digital, la telesalud y la salud móvil (mHealth), la realidad virtual y aumentada, el Internet de las Cosas, la inteligencia artificial, los sistemas de información gerencial y los tableros de mando clínico-administrativos, integrados en un mismo entramado técnico. Se analiza el flujo digital completo –captura, diseño, fabricación, ejecución y seguimiento– a partir del uso de escáneres intraorales, CBCT, tecnologías CAD-CAM, diseño digital de sonrisa, impresión 3D/4D, sistemas PACS/DICOM y archivos STL/PLY/OBJ, destacando su aporte a la estandarización de procesos, la construcción de gemelos digitales y la medición de resultados. Este marco se aplica a distintas especialidades y campos de ejercicio: cirugía, endodoncia, ortodoncia, rehabilitación, salud pública, odontología forense, atención a pacientes especiales, odontogeriatría, auditoría y gestión, entre otros.

La **segunda pieza conceptual** se centra en la **inteligencia artificial (incluida la IA generativa)** en odontología. Se presenta la IA como un cambio de paradigma que impacta el diagnóstico, la planificación, el tratamiento, la educación, la investigación, la auditoría, la gestión clínica y la salud pública. Se examina su potencial para analizar

grandes volúmenes de datos, identificar patrones epidemiológicos, predecir resultados clínicos, personalizar tratamientos, optimizar recursos, reforzar la seguridad del paciente, apoyar el peritaje odontológico y robustecer la toma de decisiones en contextos legales y regulatorios. Asimismo, se abordan sus implicancias éticas, los desafíos en protección de datos, la responsabilidad profesional y la necesidad de formar odontólogos capaces de liderar ecosistemas de investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento en diálogo con la normativa nacional y las agendas globales de transformación digital en salud.

Sobre este fundamento se organiza la **última parte del libro**, dedicada a la sistematización de **28 propuestas seleccionadas** del Concurso de Innovación y Desarrollo en Odontología. De las 34 iniciativas presentadas, se priorizan aquellas que combinan pertinencia clínica y social, solidez técnica, viabilidad de implementación y alineamiento con los principios de salud digital, IA responsable, equidad e interculturalidad. Las experiencias se agrupan en cinco capítulos temáticos que trazan un mapa del futuro cercano de la odontología peruana:

- **Capítulo 1: Inteligencia Artificial e Inteligencia Artificial Generativa (GenAI).** Incluye proyectos de copilotos clínicos con avatares inteligentes, documentación automatizada por voz, asistentes conversacionales para la historia clínica, plataformas de ortodoncia con IA y GenAI, sistemas de detección temprana de cáncer oral, herramientas para análisis cefalométrico, evaluación de osteoartritis de ATM, maloclusión y apiñamiento, así como soluciones para identificación odontológica forense.
- **Capítulo 2: Teleodontología, Telesalud, Telemonitoreo y Teleconsulta.** Reúne propuestas orientadas al telemonitoreo asistido por IA, a la traducción lingüística y pertinencia cultural en contextos interculturales, a la teleodontología comunitaria y a modelos de teleconsulta diseñados para disminuir brechas de acceso, especialmente en poblaciones en situación de vulnerabilidad.
- **Capítulo 3: Educación Odontológica Digital e Inclusiva – Plataformas virtuales y Gamificación.** Presenta iniciativas como videojuegos educativos para prevención en salud bucal, prototipos móviles con IA para prevención de caries en la infancia temprana, plataformas virtuales con IA para fortalecer competencias clínicas y propuestas gamificadas de inmersión en odontología digital, con énfasis en inclusión y accesibilidad.
- **Capítulo 4: Informática Odontológica – Software aplicado y Aplicativos (Apps).** Considera soluciones de gestión clínica integral con comandos de voz e IA, aplicativos para la gestión y análisis de datos clínicos orientados al fortalecimiento de la salud bucal, y prototipos de apps para la optimización del registro clínico, alineados con criterios de interoperabilidad, trazabilidad e inteligencia de negocio.
- **Capítulo 5: Tecnología Odontológica y Flujo Digital – Robótica aplicada.** Integra propuestas que articulan IA con diagnóstico temprano de cáncer bucal, flujo digital integral basado en software libre, escaneos faciales y dentales, planificación virtual y diseño 3D, en coherencia con una odontología mínimamente invasiva, precisa y debidamente documentada.

A lo largo de estos capítulos, las propuestas dialogan con problemáticas clave: gobernanza y seguridad de los datos, interoperabilidad entre historias clínicas electrónicas, repositorios de imágenes y sistemas administrativos, evaluación económica de tecnologías, sostenibilidad de modelos de adopción y enfoque de equidad en salud bucal. Diversas experiencias priorizan poblaciones rurales, hablantes de lenguas originarias, niños y niñas, personas con discapacidad y pacientes con condiciones complejas, en concordancia con una visión de odontología digital centrada en la persona, culturalmente pertinente y socialmente responsable.

El libro se concibe, en consecuencia, no solo como memoria de un concurso ni como catálogo de tecnologías emergentes, sino como una hoja de ruta para la profesión. Se propone articular teoría y práctica, conectar marcos legales y éticos con iniciativas concretas de innovación, y ofrecer al Colegio Odontológico de Lima, a la comunidad académica y al país una visión integrada de cómo la odontología puede avanzar, con rigurosidad científica y sentido humanista, hacia una **salud bucodental verdaderamente digital, inteligente y al servicio de todas las personas.**

Odonto_log.IA

</> log

```
[SYSTEM_LOG / Odonto_log.IA]
```

```
[00:00:01] Inicializando entorno odontológico digital...
[00:00:04] Cargando datos clínicos, académicos y normativos...
[00:00:09] Detectando patrones en salud bucal...
[00:00:15] Integrando inteligencia artificial, robótica y salud digital...
[00:00:21] Sistema listo.
```

>> MENSAJE DEL SISTEMA:

La odontología ya no pertenece únicamente al espacio físico del consultorio. Ahora también habita en datos, algoritmos, simuladores, sensores, modelos predictivos y plataformas inteligentes.

```
[STATUS]: TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN CURSO
```

</> JSON

```
{
  "system": "Odonto_log.IA",
  "version": "1.0",
  "status": "active",
  "domain": "Odontología Digital",
  "modules": [
    "Inteligencia Artificial",
    "Robótica Odontológica",
    "Salud Digital",
    "Simulación Clínica",
    "Gestión Basada en Datos",
    "Ética Tecnológica"
  ],
  "mission": "Transformar información en conocimiento para mejores decisiones.",
  "warning": "La tecnología no sustituye el juicio profesional; lo potencia."
}
```

Salud Digital aplicada a la Odontología: Avances, Aportes e Integración Tecnológica

Por: Jorge Enrique Manrique Chávez

La Salud Digital ha pasado de ser un horizonte aspiracional para constituir el andamiaje técnico de la odontología contemporánea. Su adopción no solo incorpora tecnologías de la información y comunicación (TIC), Telesalud, aplicaciones móviles (Apps) y plataformas de software clínico-administrativas y Salud Móvil (mHealth); sino también Realidad Virtual y Realidad Aumentada (AR/VR), Internet de las Cosas (IoT), Big Data, Machine Learning (ML), Inteligencia Artificial, entre otros. Introduce además un enfoque sistémico basado en interoperabilidad semántica, seguridad y gobierno de datos y experiencia del paciente. La integración con normas y perfiles de intercambio, la trazabilidad de extremo a extremo, la ciberseguridad por diseño, los modelos de analítica avanzada y la medición sistemática de resultados clínicos y de gestión permiten pasar de prácticas aisladas a un ecosistema digital orquestado, reduciendo variabilidad, acortando tiempos de ciclo y favoreciendo decisiones clínicas y directivas basadas en evidencia.



La Historia Clínica Electrónica (HCE) con firma digital y la cibermedicina aseguran trazabilidad, continuidad asistencial e interconsultas oportunas; la Inteligencia Artificial (IA) aporta análisis de imágenes, predicción de riesgos y decisiones clínicas asistidas; la simulación de pacientes y la simulación háptica —mediante el simulador convencional de entrenamiento dental, el simulador interactivo de paciente robótico **DENTAROID**, el simulador pediátrico de alta fidelidad **Pedia_Roid**, el entrenador háptico de realidad virtual 3D **Simodont®** y el simulador de cuidado geriátrico **MANABOT-F**— consolidan la formación basada en competencias; la robótica clínica, los sistemas de información gerencial (SIGer), el software de gestión, la georreferenciación y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), junto con el ecosistema de e-Salud (e-Health) y el flujo digital, configuran un modelo de atención más preciso, eficiente y seguro.

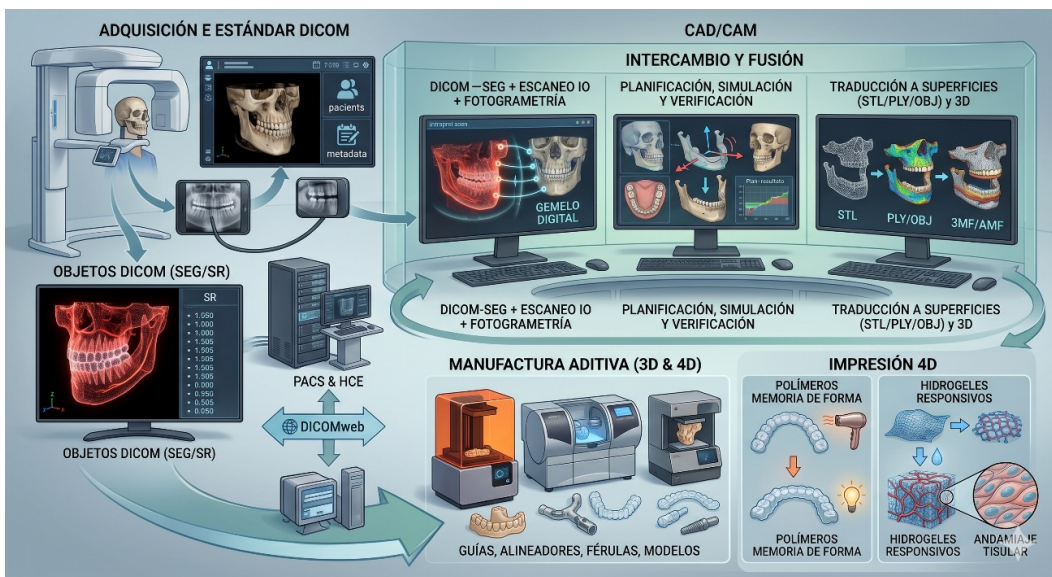


El flujo digital en Odontología se estructura como un proceso continuo de captura, diseño, fabricación, ejecución y seguimiento. La captura se apoya en escáneres intraorales, fotografía digital estandarizada y tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) cuando el caso lo requiere. El diseño asistido por computadora incorpora la manufactura (CAD-CAM) y el diseño digital de sonrisa (DSD) incorpora la validación visual mediante AR/VR que facilita la toma de decisiones compartidas. La impresión 3D y fabricación asistida por computadora permiten producir guías quirúrgicas, férulas, modelos, mock-ups, provisionales y restauraciones definitivas con altos estándares de precisión. La ejecución se apoya en cirugía o restauración guiada y en documentación exhaustiva dentro de la HCE; el seguimiento se sostiene con Salud Móvil, telecontroles asincrónicos, recordatorios por SMS y analítica de resultados, cerrando el ciclo de mejora continua.

En el flujo digital odontológico, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) estandariza la adquisición, el etiquetado y el intercambio de volúmenes CBCT, radiografiografías (RVG) y metadatos clínicos; sus objetos de segmentación (DICOM-SEG) e informes estructurados (DICOM-SR) preservan contornos y mediciones, y DICOMweb facilita la integración con Sistemas de Archivado y Comunicación de Imágenes (Picture Archiving and Communication System – PACS) y la HCE.



STL (Stereolithography) traduce superficies dento-maxilofaciales a mallas para CAD/CAM e impresión 3D de modelos, férulas y guías, mientras formatos enriquecidos como PLY/OBJ (con color) y 3MF/AMF (con materiales/atributos) amplían la fidelidad y la trazabilidad. La fusión multimodal DICOM–STL –complementada con fotogrametría y escaneo intraoral– habilita gemelos digitales ocluso-esqueléticos dinámicos que soportan planificación, simulación, navegación y verificación plan-resultado. La impresión 4D incorpora polímeros con memoria de forma e hidrogeles responsivos que modifican geometría o rigidez ante temperatura, humedad o luz, proyectando aplicaciones en alineadores termoactivables, férulas adaptativas y andamiajes tisulares.



Por otro lado, los Sistemas de Información Gerencial (SIGer), las Apps y las plataformas de software clínico-administrativas conforman hoy la columna vertebral de la gestión digital en Odontología. Estas herramientas permiten integrar la información clínica, operativa y financiera en tiempo real, optimizando la planificación de recursos, la productividad de sillones y la trazabilidad de procesos. Los dashboards interactivos desarrollados en entornos como Power BI consolidan indicadores clave de desempeño (KPI) —como tiempos de atención, tasas de ausentismo, satisfacción del paciente o eficiencia del flujo clínico—, facilitando una visualización dinámica y analítica del desempeño organizacional. Las Apps complementan esta arquitectura al extender la gestión hacia el paciente y el profesional, habilitando agendas inteligentes, recordatorios automatizados, seguimiento terapéutico, consentimiento digital y comunicación segura.



En síntesis, la convergencia entre HCE con firma digital, IA, AR/VR, CAD-CAM, impresión 3D/4D, PACS/DICOM, SIG y mHealth ha madurado hasta conformar una infraestructura clínica y gerencial lista para escalar. En conjunto, estas soluciones fortalecen la toma de decisiones basada en datos, fomentan la transparencia institucional y transforman la gestión clínica-odontológica en un sistema inteligente, interoperable y orientado a la calidad y sostenibilidad. A partir de este cimiento, el siguiente paso es observar cómo cada especialidad odontológica traduce estas capacidades en protocolos concretos, indicadores de desempeño y resultados clínicos medibles.

Salud Digital en las especialidades odontoestomatológicas

La transformación digital ha permeado todas las especialidades odontoestomatológicas, reconfigurando la manera en que se diagnostica, planifica, ejecuta y evalúa la atención clínica. El ecosistema digital —integrado por la Historia Clínica Electrónica, la inteligencia artificial, la imagenología avanzada, los flujos CAD-CAM, la impresión 3D, la simulación,

la telesalud y la salud móvil— introduce nuevos estándares de precisión, trazabilidad y seguridad que fortalecen la calidad del acto odontológico. Cada especialidad incorpora estas tecnologías de forma específica, adaptándolas a sus necesidades diagnósticas, terapéuticas, educativas y de seguimiento. El resultado es un modelo de práctica más eficiente, mínimamente invasivo y centrado en la persona, donde la integración de datos clínicos, imágenes, algoritmos y procesos permite decisiones más informadas y una atención más accesible, continua y basada en evidencia. A continuación se detallan las principales aplicaciones de la salud digital en las diversas áreas de la odontología, mostrando cómo cada una de ellas se beneficia de un enfoque conectado, inteligente y orientado a resultados.

- En **Cirugía Bucal y Maxilofacial**, la planificación 3D basada en CBCT y la segmentación anatómica se integran con escaneos intraorales y registros DICOM-STL para construir un gemelo digital. Guías quirúrgicas impresas, navegación con realidad aumentada y, cuando procede, asistencia robótica estabilizan trayectorias, profundidad y angulación. La ejecución reduce colgajos y morbilidad, mientras la verificación posoperatoria con CBCT y la documentación en HCE con firma digital habilitan trazabilidad, seguimiento vía mHealth y mejora continua, disminuyendo complicaciones y tiempos operatorios con reproducibilidad.
- En **Endodoncia**, la magnificación digital y la microscopía, junto con radiovisiografía (RVG) de alta resolución, localizadores electrónicos y software de planificación, optimizan la localización, conformación y obturación. La integración de CBCT de campo reducido y escaneos intraorales posibilita accesos conservadores y guías impresas en 3D para calcificaciones complejas, mientras la navegación dinámica monitoriza trayectorias. Motores interoperables con localizadores y registros verifican la longitud de trabajo y curvaturas, y modelos de aprendizaje automático apoyan detección periapical y pronóstico, reduciendo retratamientos y tiempo clínico.
- En **Medicina y Patología Estomatológica**, la teleestomatología integra triaje remoto, interconsultas sincrónicas y asincrónicas y priorización con soporte de IA para clasificar lesiones potencialmente malignas desde fotografía clínica estandarizada. La fusión de CBCT, fotografía y escaneo de superficies delimita márgenes y guía biopsias, mientras alertas en la HCE con firma digital articulan seguimiento oportuno. mHealth refuerza educación, adherencia y autorreporte, y los modelos de aprendizaje automático con *Machine Learning* detectan cambios sutiles entre controles, reduciendo retrasos diagnósticos y optimizando derivaciones con trazabilidad completa.
- En **Odontopediatría**, aplicaciones móviles (Apps) y experiencias de Realidad Virtual y Realidad Aumentada (AR/VR) favorecen educación y manejo de conducta, complementadas con recordatorios por SMS y plataformas virtuales para padres, madres o cuidadores que mejoran la adherencia. El escaneo intraoral no invasivo y la fotografía digital agilizan mantenedores de espacio y restauraciones, mientras sensores IoT de cepillado entregan retroalimentación en tiempo real. La formación incorpora el simulador pediátrico Pedia_Roid para escenarios críticos y comunicación. Teleorientación e HCE interoperable integran riesgo de caries y crecimiento, personalizando controles y reduciendo traslados.

-
- En **Ortodoncia y Ortopedia Maxilar**, el ecosistema digital articula escáneres intraorales, digitalizadores de modelos, setups virtuales de simulación digital y fabricación de alineadores y aditamentos mediante CAD-CAM e impresión 3D, con monitoreo remoto estandarizado que disminuye visitas. Modelos de IA proyectan crecimiento y estabilidad, ajustan secuencias de movimientos y anticipan colisiones, mejorando la predictibilidad. La integración con CBCT y fotografía facial posibilita análisis cefalométrico 3D, colocación guiada de mini-implantes (mini-tornillos) y validación estética con DSD. Todo ello acorta tratamientos, incrementa precisión y eleva la satisfacción con trazabilidad.
 - En **Periodoncia e Implantología**, el sondaje periodontal digital estandariza mediciones y genera series temporales confiables que alimentan modelos de riesgo y planes de mantenimiento personalizados. La CBCT, la planificación implanto-quirúrgica guiada y las guías impresas en 3D mejoran la precisión milimétrica, mientras apps de autocuidado y dispositivos IoT fortalecen la higiene domiciliar y la adherencia. La cirugía mínimamente invasiva asistida por navegación reduce trauma y acelera cicatrización, y la HCE con firma digital asegura trazabilidad de diagnósticos, procedimientos e insumos.
 - En **Radiología Bucal y Maxilofacial**, la integración de RVG y CBCT en repositorios compatibles con PACS odontológico garantiza disponibilidad segura y rápida de imágenes con controles auditables. Algoritmos de inteligencia artificial priorizan listas de lectura, segmentan estructuras anatómicas y sugieren hallazgos incidentales con protocolos de baja dosis cuando corresponde. La teleradiología facilita segundas opiniones y cobertura en entornos con especialistas escasos, manteniendo estándares homogéneos de informe. La interoperabilidad con la HCE mejora continuidad del cuidado, reduce repeticiones y optimiza decisiones.
 - En **Rehabilitación Oral**, el diseño digital de sonrisa alinea expectativas estéticas y funcionales mediante simulaciones sobre fotografía estandarizada y escaneo intraoral. El flujo CAD-CAM e impresión 3D acelera mock-ups, provisionales y restauraciones definitivas con ajustes marginales consistentes, mientras protocolos fotográficos mejoran selección de color y comunicación clínico-laboratorio. El registro oclusal digital reduce errores de articulación y ajustes postoperatorios. La documentación en HCE con firma digital, junto con controles mHealth, consolida seguimiento y satisfacción clínica del paciente, incrementando predictibilidad y eficiencia.
 - En **Salud Pública Estomatológica**, la georreferenciación y los Sistemas de Información Geográfica mapean inequidades, concentraciones de riesgo y brechas de acceso, orientando distribución de servicios y campañas. Tableros con Big Data consolidan tamizajes, coberturas y resultados, habilitando decisiones oportunas basadas en evidencia. La teleodontología comunitaria amplía alcance en zonas rurales y periurbanas, mientras mHealth y SMS sostienen adherencia y recordatorios de citas. La integración de Salas de Situación de Salud y Tableros de Mando con HCE a nivel poblacional favorece vigilancia, evaluación económica y mejora continua de programas con enfoque territorial dinámico.

-
- En **Salud Familiar y Comunitaria en Odontología**, plataformas educativas y chatbots entregan contenidos personalizados por ciclo de vida, reforzados por recordatorios y seguimiento remoto continuo. Sensores IoT de higiene oral aportan datos objetivos que se traducen en retroalimentación y metas alcanzables para familias y cuidadores. La interoperabilidad con servicios de salud general mejora detección de determinantes sociales y derivación a redes de apoyo. Esta articulación de un sistema digital fortalece continuidad del cuidado, corresponsabilidad y resultados sostenibles y efectivos a nivel domiciliario y comunitario con mHealth y sistemas de información en salud (HIS).
 - En **Odontología Forense**, la digitalización de fichas y la interoperabilidad de registros facilitan búsquedas y cotejos en bases biométricas con trazabilidad legal robusta. La comparación radiográfica asistida por inteligencia artificial acelera la identificación de patrones oclusales, restauraciones y anatomías singulares, mientras la georreferenciación de hallazgos ordena la investigación de campo. La documentación con firma digital preserva cadena de custodia y estandariza informes periciales auditables. Este marco técnico incrementa eficiencia, calidad probatoria y colaboración interinstitucional en escenarios masivos o complejos operativos.
 - En **Estomatología de Pacientes Especiales**, la teleasistencia multiprofesional habilita planes integrales y coordinados con consentimiento electrónico, adaptación de formatos accesibles y HCE interoperable. Plataformas de seguimiento personalizan recordatorios, educación y alertas para cuidadores, mientras dispositivos IoT y mHealth monitorizan variables críticas y previenen descompensaciones. La simulación clínica avanzada apoya entrenamiento del equipo en escenarios de fragilidad y conducta desafiante, reduciendo riesgos. Este enfoque disminuye barreras, mejora seguridad y eleva la experiencia de cuidado para poblaciones con vulnerabilidad de forma sostenida.
 - En **Odontología Restauradora y Estética**, el escaneo intraoral y la planificación CAD-CAM permiten preparaciones mínimamente invasivas y restauraciones adhesivas de alta precisión, respaldadas por DSD y realidad aumentada para validación. La impresión 3D de modelos y guías de reducción estandariza el tallado y disminuye variabilidad interoperatoria, mientras la fotografía digital con protocolos de iluminación reproduce color y textura confiables. Las bibliotecas en la HCE apoyan selección de materiales y adhesivos, aumentando predictibilidad, eficiencia y longevidad restauradora con documentación del resultado.
 - En **Odontogeriatría**, la Salud Móvil sostiene adherencia a medicación, higiene protésica y controles mediante recordatorios y autorregistros estructurados, mientras sensores IoT permiten rastreo y protección de prótesis removibles y alertan precozmente sobre lesiones protésicas. La teleodontología reduce desplazamientos y facilita valoraciones de riesgo en domicilios o centros de cuidado. La formación clínica incorpora el simulador geriátrico MANABOT-F para entrenar manejo, comunicación y emergencias en escenarios de fragilidad. La HCE integra comorbilidades, polifarmacia y preferencias, mejorando decisiones clínicas y continuidad asistencial.

-
- En **Auditoría Odontológica**, los sistemas de información gerencial y el software de gestión clínica capturan indicadores de calidad, seguridad y eficiencia con gran detalle de los procesos y trazabilidad exhaustiva. La teleauditoría revisa historias, imágenes y consentimientos firmados digitalmente, con registros de acceso y cambios auditables. La analítica avanzada identifica reprocesos, eventos adversos y oportunidades de mejora, proporcionando retroalimentación en tiempo real al equipo clínico multidisciplinario. Este modelo fortalece cumplimiento normativo, cultura de seguridad y mejora continua basada en datos verificables sólidos.
 - En **Administración y Gestión en Estomatología**, el ERP clínico, el CRM y tableros de Business Intelligence integran agenda, facturación, inventarios, productividad y ciclo de ingresos con métricas accionables y oportunas. Modelos de Machine Learning proyectan demanda, optimizan compras y asignación de sillones, y reducen ausentismo mediante recordatorios inteligentes. La interoperabilidad contable y clínica acelera cierres y auditorías, mientras la firma digital asegura integridad documental. La gestión basada en datos mejora eficiencia operativa, rentabilidad y experiencia del paciente, sustentando decisiones transparentes.
 - En **Implantología Oral Integral**, el flujo digital concentra estudio mediante CBCT, planificación CAD 3D y guías impresas para cirugía mínimamente invasiva con restauración inmediata CAD-CAM cuando está indicado. La navegación dinámica y, en casos complejos, la asistencia robótica estabiliza trayectorias y controlan profundidad y angulación con alta repetibilidad clínica. La integración con escaneo intraoral permite emergencias personalizadas y ajuste preciso, y la verificación posoperatoria objetiva con CBCT cuantifica desviación plan-resultado. Protocolos mHealth consolidan cicatrización, mantenimiento y satisfacción a largo plazo.

En los campos afines a la práctica odontoestomatológica, la salud digital amplía su alcance y redefine procesos diagnósticos, terapéuticos, preventivos y reconstructivos mediante tecnologías avanzadas que trascienden el entorno clínico tradicional. La integración de sensores portátiles, plataformas de monitoreo continuo, analítica algorítmica, escaneo 3D, modelado digital y sistemas de teleatención fortalece la capacidad de las disciplinas complementarias para abordar condiciones complejas, mejorar la precisión terapéutica y personalizar las intervenciones. Estas innovaciones permiten no solo una mayor comprensión de los procesos fisiológicos y patológicos, sino también la aplicación de soluciones adaptadas a cada paciente, favoreciendo la continuidad del cuidado, la prevención oportuna y la rehabilitación integral. A continuación, se presentan las principales aplicaciones de la salud digital en áreas vinculadas al quehacer odontológico, mostrando cómo la convergencia tecnológica impulsa abordajes más eficientes, accesibles y centrados en la persona.

- En **Odontología Craneomandibular**, se incorpora sensores IoT y sistemas portátiles de registro electromiográfico para monitorizar bruxismo, patrones oclusales y actividad muscular durante el sueño, integrando los datos a plataformas de análisis cinemático digital que permiten personalizar férulas de descarga mediante modelado CAD-CAM e impresión 3D. Esta digitalización posibilita el seguimiento continuo del paciente y el ajuste dinámico de los dispositivos en función de la evolución clínica.

-
- En **Odontología Preventiva y Social**, se implementan programas de mHealth, recordatorios por SMS y estrategias de teleprevención que escalan coberturas a poblaciones vulnerables con costos marginales bajos, incorporando además modelos de Inteligencia Artificial para la predicción del riesgo de caries, identificación de patrones de enfermedad y priorización de grupos de alto riesgo. Estas herramientas se complementan con módulos educativos interactivos y aplicaciones móviles que monitorean el consumo de azúcares y el uso de fluoruros.
 - En **Estomatología Oncológica**, se integra Inteligencia Artificial para tamizaje de lesiones potencialmente malignas, clasificación automática de imágenes clínicas e histológicas y apoyo diagnóstico basado en aprendizaje profundo; complementariamente, los registros longitudinales en la HCE permiten documentar evolución tumoral, complicaciones y respuesta terapéutica, mientras el soporte remoto mediante teleseguimiento y videointerconsultas reduce retrasos diagnósticos, optimiza la continuidad del tratamiento y mejora la calidad de vida de los pacientes oncológicos.
 - En **Anaplastología Bucal y Maxilofacial**, se emplea escáneres 3D de alta resolución, fotografía estandarizada y modelado CAD-CAM para diseñar prótesis faciales personalizadas con precisión anatómica, reproducidas mediante impresión 3D multicomponente o bioimpresión de tejidos blandos y rígidos, y validadas con simulación de color y textura en entornos de realidad aumentada. Estas innovaciones permiten restaurar funcionalidad, simetría y estética facial con un grado de individualización sin precedentes, acortando los tiempos de fabricación y mejorando la integración psicológica y social del paciente.
 - En **Estética Bucal y Maxilofacial**, se integran plataformas de diseño dentofacial asistido por IA, simulación 3D de sonrisa y análisis morfométrico perioral para planificar intervenciones mínimamente invasivas en labios, encía y estructuras peri-bucles superficiales, empleando sustancias y bioestimulantes temporales y biocompatibles en planos tisulares superficiales del sistema estomatognático. Las herramientas digitales permiten previsualizar cambios de volumen, dinámica labial y repercusiones en la fonética, mientras los sistemas de estandarización de imagen y el seguimiento digital optimizan resultados armonizados con la oclusión, la sonrisa, la arquitectura dentofacial y la claridad del habla, consolidando un modelo de estética íntegramente odontoestomatológico.

Retos de la Salud Digital en Odontología

Este despliegue tecnológico exige una **gobernanza robusta de datos** y una infraestructura de **ciberseguridad** capaz de proteger la información clínica en todas las fases del ciclo de vida digital. La creciente complejidad de los sistemas –Historia Clínica Electrónica (HCE), repositorios de imágenes, plataformas CAD-CAM, servicios cloud, sistemas administrativos, aplicaciones móviles y bases de datos externas– implica riesgos asociados a accesos indebidos, fugas de información, fallas operativas, ataques informáticos y vulneraciones de la intimidad del paciente. La protección de la información biomédica se convierte, por tanto, en un requisito ético, legal y técnico de primer orden. La implementación de controles de acceso basados en roles, autenticación multifactor, cifrado en tránsito y en

reposo, monitoreo continuo de intrusiones y auditorías periódicas constituye la base para asegurar que cada acción en el sistema sea legítima y verificable.

La **interoperabilidad** entre HCE, repositorios de imágenes (PACS/DICOM), plataformas CAD-CAM, software de flujo digital y sistemas administrativos es condición indispensable para evitar islas de información y garantizar una visión única del paciente y del servicio. La falta de estandarización conduce a duplicidad de exámenes, pérdida de continuidad asistencial, errores de interpretación y sobrecarga operativa. Adoptar perfiles de integración, vocabularios unificados, APIs seguras y esquemas de trazabilidad permite que los datos fluyan sin fricciones entre servicios, especialidades y establecimientos. Esta integración no solo mejora la eficiencia, sino que habilita un ecosistema clínico-administrativo donde la toma de decisiones se basa en información completa, oportuna y verificable.

La **gestión de identidades y accesos**, los registros de auditoría, la gobernanza del ciclo documental, los planes de continuidad operativa y la capacitación en buenas prácticas digitales constituyen requisitos éticos y legales para garantizar transparencia, responsabilidad profesional y seguridad del paciente. El entrenamiento del personal no solo debe centrarse en el uso técnico de herramientas, sino en cultura digital, alfabetización en ciberseguridad, interpretación crítica de salidas algorítmicas y reconocimiento de riesgos asociados a la dependencia tecnológica. La salud digital implica también la formación del profesional capaz de supervisar algoritmos, validar resultados y responder ante fallas sistémicas.

Otro desafío clave es la **evaluación económica** de las tecnologías sanitarias. La adquisición o implementación de plataformas digitales requiere analizar el **costo total de propiedad (TCO)**, que incluye infraestructura, licencias, mantenimiento, soporte técnico, actualizaciones y obsolescencia tecnológica. Asimismo, evaluar el **retorno de inversión (ROI)** exige medir la reducción de errores, la optimización de tiempos clínicos, el aumento de productividad, la disminución de reprocesos y la mejora en indicadores de calidad. Estas métricas orientan decisiones estratégicas y evitan inversiones fragmentadas o poco sostenibles. La selección de modelos de adquisición —compra, leasing, pago por uso o modalidades de **Software as a Service (SaaS)**— permite alinear costos con capacidad operativa, necesidades clínicas y planes institucionales de largo plazo.

Sin embargo, la digitalización no puede entenderse solo desde una perspectiva técnica o financiera. La **equidad** debe ser un criterio rector para evitar que la adopción tecnológica genere nuevas brechas en acceso, cobertura y resultados. Los contextos rurales, las poblaciones en situación de vulnerabilidad, las comunidades indígenas, las personas con discapacidad y los grupos sin conectividad estable requieren modelos adaptados, infraestructura básica, traducciones culturales, accesibilidad digital y políticas públicas que garanticen que la salud digital llegue a todos. La tecnología debe humanizar y ampliar el acceso, no profundizar desigualdades históricas.

A estos desafíos se suma la necesidad de gestionar el **cambio organizacional**, entendiendo que la transformación digital implica nuevas formas de trabajar, documentar, comunicar, supervisar y evaluar. La resistencia al cambio, la falta de estandarización, la sobrecarga de tareas o la adopción superficial de herramientas pueden limitar el potencial de

la digitalización. La implementación debe acompañarse de liderazgo institucional, capacitación progresiva, participación del equipo clínico, rediseño de procesos y evaluación continua de resultados.

La **ética en salud digital** es otra dimensión crítica. El uso de inteligencia artificial, análisis predictivos, reconocimiento facial, biometría y sistemas automatizados exige transparencia en el funcionamiento de los algoritmos, auditoría de sesgos, consentimiento informado comprensible y mecanismos de rendición de cuentas. El profesional debe saber cuándo confiar en una herramienta digital, cuándo cuestionarla y cómo garantizar que su uso respete la autonomía, privacidad y dignidad del paciente.

Finalmente, los **marcos regulatorios** deben evolucionar al ritmo de la innovación. Estándares de protección de datos personales, lineamientos para IA en salud, normas de interoperabilidad, regulación de dispositivos médicos digitales y directrices para teleodontología son indispensables para ordenar el ecosistema. La articulación entre academias, colegios profesionales, instituciones de salud y organismos regulatorios permitirá construir una odontología digital segura, eficiente y alineada con la ética profesional.

En conjunto, estos retos demuestran que la salud digital en odontología no es solo un conjunto de herramientas, sino un proceso transformador que exige visión estratégica, responsabilidad institucional y compromiso permanente. La digitalización será sostenible únicamente si se construye sobre cimientos de gobernanza sólida, equidad, calidad, seguridad y formación profesional continua.

La Simulación en Odontología

La simulación clínica y háptica se consolida como un pilar indispensable para la formación profesional y la seguridad del paciente en la odontología contemporánea. Su incorporación sistemática en los procesos educativos permite desarrollar competencias clínicas, cognitivas, comunicacionales y éticas en entornos controlados, reproducibles y libres de riesgo, asegurando que los estudiantes y profesionales adquieran habilidades sólidas antes del contacto directo con pacientes reales. La simulación no solo reproduce procedimientos técnicos, sino que integra escenarios clínicos complejos, manejo del error, razonamiento diagnóstico y toma de decisiones bajo presión, constituyendo una metodología esencial para la formación basada en competencias.

El **simulador convencional** sigue cumpliendo un rol fundamental en la estructuración de habilidades básicas: técnicas de instrumentación, uso de piezas de mano, control del campo operatorio, aislamiento absoluto, preparación de cavidades, técnicas restauradoras, impresiones y protocolos de control de infección. Su alcance pedagógico radica en la repetición deliberada, la corrección inmediata y la adopción de estándares mínimos antes de avanzar a entornos de mayor complejidad.

Simodont®, uno de los sistemas más avanzados de simulación háptica, eleva las destrezas manuales mediante una retroalimentación táctil altamente precisa que reproduce la resistencia y textura de esmalte, dentina o tejido cariado. Su plataforma tridimensional permite practicar preparaciones cavitarias, tallados, endodoncia básica y procedimientos

restauradores con métricas objetivas de desempeño, favoreciendo la ergonomía, la postura y la memoria motora del operador. La data generada —tiempos operativos, trayectorias, profundidad, estabilidad y economía de movimientos— ofrece una evaluación detallada que retroalimenta el aprendizaje de manera personalizada.

DENTAROID, por otro lado, introduce un enfoque integral que trasciende la destreza técnica. Este simulador robótico recrea escenarios clínicos con respuesta fisiológica simulada: cambios en frecuencia cardíaca, respiración, movimiento y reacciones gestuales. Permite entrenar habilidades blandas esenciales como la comunicación con el paciente, la explicación de procedimientos, la gestión del miedo o ansiedad, y especialmente la toma de decisiones ante emergencias como síncope, reacciones vasovagales, aspiración de objetos, crisis hipertensivas o complicaciones farmacológicas. Su uso sistemático fortalece la capacidad del profesional para responder con seguridad ante eventos inesperados en la práctica real.

Pedia_Roid, simulador pediátrico de alta fidelidad, reproduce con precisión la anatomía, fisiología y conducta del paciente niño, una de las poblaciones clínicas más desafiantes. Los escenarios incluyen manejo de conducta, distracción, comunicación con padres, evaluación de riesgo, sedación consciente, control de vía aérea, respuesta a estímulos dolorosos y variaciones hemodinámicas propias de la edad pediátrica. Su incorporación en la formación permite entrenar desde procedimientos básicos hasta situaciones críticas como laringoespasma, obstrucción de vía aérea o respuesta a traumatismos, fortaleciendo la capacidad resolutoria del equipo en un grupo etario que requiere especial sensibilidad, técnica y rapidez.

MANABOT-F, simulador geriátrico, introduce escenarios clínicos que reflejan la complejidad de los pacientes adultos mayores: fragilidad, polifarmacia, deterioro cognitivo, movilidad limitada, comorbilidades múltiples y riesgo de emergencias médicas. Permite entrenar el abordaje comunicacional con personas mayores, la evaluación del riesgo sistémico, la toma de decisiones clínicas en función del estado funcional y la adaptación de técnicas operatorias y anestésicas. Sus métricas objetivas de desempeño—tiempo, secuencia, decisiones y calidad del procedimiento—favorecen la formación en odontogeriatría con un enfoque centrado en la persona.

El valor agregado de estos entornos simulados reside en su capacidad para:

- **Acortar la curva de aprendizaje**, permitiendo que los estudiantes desarrollen destrezas y criterios clínicos de forma progresiva y segura.
- **Homogeneizar estándares** al evaluar objetivamente habilidades y procedimientos a través de métricas cuantitativas, reduciendo la variabilidad formativa.
- **Disminuir errores críticos** antes del contacto real, fortaleciendo la seguridad del paciente y la calidad asistencial.
- **Favorecer el aprendizaje basado en el error**, al permitir repetir procedimientos, revisar decisiones, analizar resultados y corregir estrategias sin riesgos reales.
- **Integrar competencias técnicas y no técnicas**, como comunicación, liderazgo, toma de decisiones, ética clínica, trabajo en equipo y gestión del estrés.

-
- **Preparar equipos multidisciplinarios**, entrenando escenarios donde interactúan odontólogos, asistentes, anesthesiólogos, enfermeros y cuidadores, en coherencia con la práctica real.
 - **Generar evidencia pedagógica**, mediante datos objetivos que permiten evaluar progresos, identificar brechas, diseñar intervenciones educativas y comparar cohortes.

La simulación, además, se articula con tecnologías como la **realidad virtual (VR)** y la **realidad aumentada (AR)**, que permiten navegar anatomías, planificar cirugías, observar modelos 3D, practicar técnicas en entornos inmersivos y validar casos clínicos mediante visualizaciones superpuestas sobre modelos reales. Esta integración da paso a un ecosistema de formación digital donde la práctica clínica es complementada por experiencias inmersivas, interactivas y basadas en datos.

En conjunto, la simulación en odontología no solo prepara manos más hábiles, sino profesionales más seguros, reflexivos, éticos y capaces de operar en contextos clínicos complejos. Representa una herramienta estratégica para elevar la calidad de la educación odontológica, reducir la variabilidad del desempeño clínico y fortalecer una cultura de seguridad del paciente, convirtiéndose en un componente esencial del ecosistema digital de la odontología moderna.

La Robótica en Odontología

La robótica en odontología representa una línea de desarrollo tecnológico orientada a mejorar la precisión, la seguridad y la eficiencia de determinados procedimientos clínicos y formativos. No debe entenderse como la sustitución del cirujano dentista por una máquina, sino como la incorporación de sistemas automatizados, asistidos o guiados digitalmente que amplían la capacidad del profesional para diagnosticar, planificar, ejecutar y controlar tratamientos con mayor exactitud.

En la práctica odontológica actual, la robótica se relaciona principalmente con tecnologías de asistencia clínica. Estas pueden incluir sistemas de navegación quirúrgica, brazos robóticos de apoyo, dispositivos automatizados de fresado, impresión 3D, escaneo intraoral, planificación digital y plataformas que integran información anatómica tridimensional. En todos estos casos, el elemento central no es la máquina por sí misma, sino la posibilidad de transformar datos clínicos en acciones más controladas, reproducibles y verificables.

Uno de los campos donde la robótica tiene mayor potencial es la implantología oral. La planificación digital permite analizar la anatomía ósea, la posición de estructuras nobles, la futura rehabilitación protésica y la trayectoria ideal del implante. Los sistemas robóticos o de navegación pueden asistir al operador durante la fase quirúrgica, ayudando a seguir una planificación previamente definida. Sin embargo, la indicación, el criterio quirúrgico, el manejo de complicaciones y la responsabilidad profesional continúan dependiendo del cirujano dentista.

La robótica también tiene aplicaciones relevantes en la educación odontológica. Los simuladores avanzados permiten entrenar habilidades manuales en ambientes controlados, con retroalimentación objetiva sobre postura, presión, angulación, profundidad, tiempo

operatorio y precisión del procedimiento. Este tipo de entrenamiento puede fortalecer la curva de aprendizaje del estudiante, reducir errores iniciales y permitir una transición más segura hacia la atención clínica real.

En el área de rehabilitación oral y prótesis, la automatización ya forma parte del flujo digital contemporáneo. El escaneo intraoral, el diseño asistido por computadora y la fabricación mediante fresado o impresión 3D permiten producir restauraciones, modelos, férulas, guías quirúrgicas y dispositivos personalizados. Aunque no siempre se trate de “robots” en sentido estricto, estos sistemas incorporan principios de automatización, control digital y manufactura precisa que son fundamentales para la robótica odontológica.

Otro aspecto importante es la relación entre robótica e inteligencia artificial. La IA puede contribuir al análisis de imágenes, la segmentación anatómica, la detección de patrones, la planificación de tratamientos y la toma de decisiones asistida. No obstante, su uso debe mantenerse bajo supervisión profesional, con verificación clínica, respeto a la privacidad de los datos y comprensión de sus limitaciones. La inteligencia artificial puede apoyar, pero no reemplazar el juicio clínico, ético y legal del profesional.

La incorporación de robótica en odontología también plantea desafíos importantes. Entre ellos se encuentran el alto costo de implementación, la necesidad de capacitación especializada, la dependencia de infraestructura digital, el mantenimiento técnico, la interoperabilidad de los sistemas y la responsabilidad ante posibles errores. Además, su adopción debe evaluarse con criterios de costo-beneficio, seguridad del paciente, evidencia científica, pertinencia clínica y sostenibilidad institucional.

En síntesis, la robótica en odontología no debe verse como una promesa futurista aislada, sino como parte de una transformación progresiva hacia una odontología más digital, precisa, personalizada y basada en datos. Su mayor valor no está en automatizar por automatizar, sino en mejorar la calidad de la atención, fortalecer la formación profesional, reducir riesgos, optimizar procesos y ampliar las capacidades del cirujano dentista dentro de un marco ético, humano y científicamente fundamentado.

Reflexiones y visión de la Salud Digital en Odontología

En conjunto, la Salud Digital aplicada a la Odontología configura un modelo inteligente, conectado y centrado en la persona, en el que las TIC, el Internet de las Cosas (IoT), el Big Data, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, junto con la Telesalud, la Salud Móvil, la realidad aumentada y virtual (AR/VR), la Historia Clínica Electrónica con firma digital, la simulación avanzada y la robótica clínica convergen con la georreferenciación, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los sistemas de información gerencial para generar diagnósticos más tempranos, tratamientos más precisos, experiencias más humanas y organizaciones más eficientes. Esta convergencia marca un cambio paradigmático: la odontología deja de operar bajo un modelo fragmentado para evolucionar hacia un ecosistema donde los datos, los procesos, los dispositivos y los profesionales se articulan de manera coherente, segura y orientada al valor.

La visión de la salud digital no solo implica digitalizar procesos existentes, sino transformar la manera en que se concibe la atención, integrando el dato clínico como recurso estratégico. La información fluye de forma continua entre áreas, especialidades

y niveles de atención, permitiendo una comprensión longitudinal de la salud bucal y facilitando decisiones basadas en evidencia en tiempo real. El paciente se convierte en un actor activo: registra síntomas, recibe retroalimentación, monitorea tratamientos, participa en decisiones informadas y accede a servicios mediante canales digitales que reducen tiempos, costos y barreras geográficas. Esta interacción permanente fortalece la autonomía, mejora la adherencia terapéutica e incrementa la satisfacción.

El desafío inmediato consiste en consolidar la interoperabilidad, entendida como la capacidad de diferentes sistemas para intercambiar, comprender y utilizar datos de manera efectiva y segura. Sin este componente estructural, la salud digital corre el riesgo de fragmentarse y reproducir las mismas ineficiencias del entorno analógico. Paralelamente, fortalecer la seguridad de la información es esencial para proteger la privacidad del paciente, garantizar la integridad de los registros y mantener la confianza institucional. Esto requiere marcos normativos robustos, políticas claras de gobernanza de datos y cultura digital en toda la organización.

La profesionalización de las competencias digitales del equipo odontológico es otro eje crítico. El futuro de la odontología exige profesionales capaces de interpretar algoritmos, validar salidas de IA, gestionar plataformas clínicas, aplicar principios éticos en el uso de datos, operar flujos digitales integrados y participar activamente en la innovación tecnológica. Esto demanda cambios profundos en la formación universitaria, la educación continua y la acreditación profesional, incorporando competencias informáticas, analíticas y de pensamiento crítico adaptadas al ecosistema digital.

Asimismo, asegurar la sostenibilidad y la equidad de la transformación digital constituye un imperativo ético. La digitalización no debe ser un privilegio de centros privados o urbanos, sino una herramienta para ampliar el acceso, mejorar la cobertura y reducir disparidades. La integración de telesalud, mHealth y modelos predictivos permite llevar servicios a comunidades rurales, poblaciones vulnerables, personas con discapacidad y grupos históricamente excluidos. La salud digital solo cumple su propósito cuando se convierte en motor de justicia social y no en un nuevo factor de desigualdad.

Finalmente, adoptar esta visión implica reconocer que la odontología digital no es un conjunto de herramientas aisladas, sino un sistema integrado de valor clínico, académico y social. Su propósito no es reemplazar la dimensión humana, sino potenciarla: liberar tiempo para el vínculo terapéutico, elevar la precisión sin perder sensibilidad, aumentar la eficiencia sin sacrificar calidad y colocar a la persona en el centro de todas las decisiones. La salud digital representa, en esencia, una oportunidad histórica para construir una odontología más inteligente, inclusiva, sostenible y profundamente humana.

LAS LEYES DE LA ROBÓTICA:

Principios Éticos para la Inteligencia Artificial y los Sistemas Autónomos

Las leyes de la robótica más conocidas son las formuladas por el escritor y bioquímico **Isaac Asimov**, uno de los autores más influyentes de la ciencia ficción moderna. Estas leyes aparecieron en sus relatos sobre robots como una forma de imaginar cómo deberían comportarse las máquinas inteligentes en su interacción con los seres humanos. Sin embargo, es importante precisar que **no son leyes jurídicas reales**, es decir, no forman parte de una norma legal aprobada por un Estado ni tienen carácter obligatorio en el mundo actual.

Más bien, se trata de **principios ficticios de seguridad, obediencia y autoprotección** diseñados para regular la conducta de robots inteligentes dentro del universo narrativo de Asimov. Su propósito era plantear una pregunta central: ¿cómo garantizar que una máquina autónoma, capaz de tomar decisiones, actúe siempre en beneficio del ser humano y no represente un riesgo para su integridad?

Aunque nacieron en la literatura de ciencia ficción, estas leyes han tenido una enorme influencia en los debates contemporáneos sobre **robótica, inteligencia artificial, ética tecnológica, automatización y salud digital**. Hoy permiten reflexionar sobre temas como la responsabilidad humana en el diseño de sistemas inteligentes, la seguridad del paciente, la supervisión profesional, los límites de la autonomía tecnológica y la necesidad de que toda innovación esté orientada al bienestar de las personas.

En ese sentido, las leyes de Asimov no deben entenderse como una regulación suficiente para la robótica o la inteligencia artificial actual, sino como un **punto de partida ético y conceptual** para pensar cómo deben diseñarse, utilizarse y controlarse las tecnologías autónomas en beneficio de la sociedad.

TRES LEYES DE LA ROBÓTICA

- **Primera Ley.-** Un robot no hará daño a un ser humano o, por inacción, permitir que un ser humano sufra daño.
- **Segunda Ley.-** Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, excepto cuando dichas órdenes entren en conflicto con la Primera Ley.
- **Tercera Ley.-** Un robot debe proteger su propia existencia, siempre que dicha protección no entre en conflicto con la Primera o la Segunda Ley.

LEY CERO DE LA ROBÓTICA

Posteriormente, Asimov añadió una ley superior:

- **Ley Cero.-** Un robot no puede dañar a la humanidad o, por inacción, permitir que la humanidad sufra daños.

De esta forma, el orden jerárquico sería:

Ley Cero > Primera Ley > Segunda Ley > Tercera Ley

En términos actuales, estas leyes sirven como punto de partida para discutir **ética de la inteligencia artificial, seguridad tecnológica, responsabilidad humana, automatización y toma de decisiones algorítmicas**, aunque hoy se consideran insuficientes para regular sistemas reales de IA y robótica. Esto se debe a que los sistemas tecnológicos contemporáneos son mucho más complejos, operan con grandes volúmenes de datos, interactúan en contextos sociales, clínicos y legales diversos, y requieren marcos normativos, técnicos y éticos más específicos para garantizar su uso **seguro, transparente y responsable**.

Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) en Odontología: Innovación, Regulación y Perspectivas

Por: Jorge Enrique Manrique Chávez

La revolución de la **Inteligencia Artificial (IA)** marca un punto de inflexión en la forma en que las organizaciones, profesiones y sociedades procesan información, toman decisiones y automatizan tareas. La IA permite que los sistemas informáticos realicen actividades asociadas tradicionalmente a la inteligencia humana, como reconocer patrones, interpretar datos, generar contenido, resolver problemas y aprender de la experiencia. Dentro de este campo, el **Machine Learning (ML)** permite que los algoritmos aprendan a partir de datos sin ser programados de manera rígida para cada tarea específica, mientras que el **Deep Learning (DL)**, basado en redes neuronales profundas, potencia capacidades más complejas como el reconocimiento de imágenes, voz, texto, lenguaje natural y grandes volúmenes de información no estructurada.

Esta revolución también se expresa en tecnologías aplicadas a la productividad y la interacción digital. La **Automatización Robótica de Procesos (RPA)** permite ejecutar tareas repetitivas, administrativas o transaccionales mediante “robots” de software, reduciendo tiempos, errores y carga operativa. El **Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP)** hace posible que las máquinas comprendan, analicen, traduzcan y generen lenguaje humano, abriendo el camino a sistemas conversacionales más avanzados. En este escenario, **los chatbots** han evolucionado desde simples bots basados en reglas hacia **bots con IA**, capaces de interpretar preguntas, contextualizar respuestas, asistir procesos, orientar usuarios y convertirse en verdaderos agentes digitales de apoyo en educación, salud, gestión, investigación y servicios profesionales.

En dicho contexto, la **inteligencia artificial generativa (GenAI)** ha revolucionado diversos campos del conocimiento, incluyendo la Odontología, donde ya no es solo una curiosidad tecnológica, sino un recurso cotidiano que transforma la forma en que pensamos y practicamos la profesión. Hoy se utiliza para **mejorar el diagnóstico** mediante el análisis automatizado de imágenes y datos clínicos, **optimizar los planes de tratamiento** con simulaciones personalizadas, **fortalecer la educación** a través de contenidos interactivos y materiales visuales generados a demanda, y **acelerar la investigación** con revisiones rápidas de literatura, apoyo en la redacción científica y análisis de grandes bases

de datos. Al mismo tiempo, la GenAI se integra en la **salud pública bucal**, apoyando la vigilancia epidemiológica y el diseño de intervenciones preventivas, y en la **gestión clínica y administrativa**, donde contribuye a organizar agendas, proyectar demanda, analizar indicadores y diseñar estrategias de comunicación con los pacientes. En conjunto, estas aplicaciones convierten a la GenAI en un **aliado transversal** que atraviesa el diagnóstico, el tratamiento, la docencia, la gestión y la planificación en Odontología, abriendo una nueva etapa de práctica profesional más precisa, eficiente y centrada en las personas.

La **IA agéntica** (Agentic AI) o IA autónoma representa una evolución de la inteligencia artificial hacia sistemas capaces de actuar con mayor autonomía, planificación y orientación a objetivos. A diferencia de una IA tradicional que responde a una instrucción puntual, un agente de IA puede interpretar una meta, descomponerla en tareas, seleccionar herramientas, ejecutar acciones, evaluar resultados y ajustar su comportamiento según el contexto. Esto significa que no solo genera respuestas, sino que puede participar activamente en flujos de trabajo, organizar información, tomar decisiones operativas bajo ciertos límites y coordinar procesos digitales de manera más dinámica.

Su impacto potencial es enorme en campos como educación, salud, gestión, investigación, atención al usuario y automatización de servicios. Un agente de IA podría, por ejemplo, analizar documentos, preparar reportes, programar actividades, revisar indicadores, generar alertas, apoyar diagnósticos administrativos, orientar procesos formativos o asistir en la toma de decisiones. Sin embargo, su desarrollo exige una gobernanza sólida: supervisión humana, trazabilidad, seguridad de datos, límites de actuación, transparencia algorítmica y responsabilidad profesional. La IA agéntica no debe entenderse como reemplazo del criterio humano, sino como una arquitectura inteligente de apoyo que amplía la capacidad de análisis, ejecución y gestión en entornos cada vez más complejos.

En el Perú, esta transformación encuentra sustento normativo en la **Ley N.º 31814**, que promueve el uso de la IA para el desarrollo económico y social del país, y su Reglamento aprobado por **Decreto Supremo N.º 115-2025-PCM**. Esta ley reconoce la importancia de integrar tecnologías emergentes en procesos de salud, educación, investigación, gestión y bienestar ciudadano, estableciendo un marco para que la adopción de IA sea transparente, responsable y alineada con los derechos humanos.

Asimismo, la **Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial 2026–2030 (ENIA)**, aprobada mediante **Resolución Ministerial N.º 152-2026-PCM**, constituye un instrumento estratégico de alcance nacional que ordena, articula y orienta las intervenciones del Estado para desarrollar y fortalecer el gobierno y la gestión de la IA en el país, bajo una visión de largo plazo. La ENIA impulsa una inteligencia artificial inclusiva, segura, ética y centrada en las personas, orientada a fortalecer las capacidades humanas, promover la innovación digital en el sector público, privado, académico y en la sociedad civil, incrementar la eficiencia y eficacia del Estado, y garantizar el respeto de los derechos humanos, la transparencia, la privacidad y la seguridad. Su implementación es conducida, articulada y supervisada por la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital de la Presidencia del Consejo de Ministros, asegurando una aplicación progresiva, coordinada y coherente en todo el territorio nacional.

En este contexto, la odontología –como profesión sanitaria esencial, transversal a la salud pública, la prevención y la atención primaria– tiene la oportunidad única de tomar

la delantera en esta revolución tecnológica. Implementar IA con criterio, evidencia y sensibilidad ética no solo moderniza la práctica profesional, sino que fortalece la calidad del servicio, aumenta la seguridad del paciente y posiciona al sector odontológico peruano en el mapa global de la innovación responsable.

La adopción de la inteligencia artificial en el campo de la Odontología no solo representa un avance tecnológico, sino también un cambio paradigmático en la forma en que se aborda la salud bucal. A diferencia de los métodos tradicionales, la IA permite la recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos de manera eficiente y precisa, lo que posibilita la identificación de patrones epidemiológicos, la predicción de resultados clínicos y la personalización de tratamientos a un nivel sin precedentes. Este cambio no solo se refleja en la práctica clínica, sino también en la investigación y el desarrollo, donde la IA actúa como catalizador para la innovación. En este sentido, la integración de estas tecnologías en la Odontología peruana, bajo el marco normativo de la **Ley N.º 31814** y su Reglamento, no solo busca modernizar el sistema de salud, sino también posicionar a Perú como un referente en la adopción de tecnologías emergentes para el bienestar social y económico.

Además, el uso de la IA en la Odontología plantea importantes oportunidades en términos de **investigación, desarrollo, innovación y emprendimiento (I+D+i+e)**. La capacidad de la IA para procesar y analizar datos complejos en tiempo real facilita el desarrollo de nuevos dispositivos y técnicas odontológicas, así como la creación de startups y proyectos de base tecnológica que buscan abordar problemas específicos en el sector. Esta sinergia entre academia, industria y clínica fomenta un ecosistema de innovación donde la IA se convierte en un puente entre la investigación básica y la aplicación clínica. Esto no solo promueve el avance científico, sino que también abre nuevas oportunidades de negocio y desarrollo profesional para odontólogos y tecnólogos interesados en la salud digital. En este contexto, es crucial que las instituciones educativas y de investigación adopten un enfoque proactivo en la enseñanza y aplicación de la IA, formando profesionales capacitados para liderar este cambio.

Por otro lado, la implementación de la IA en la **gestión y marketing** de servicios odontológicos ofrece un nuevo paradigma en la interacción con los pacientes y la optimización de recursos. La inteligencia artificial permite la creación de campañas de marketing personalizadas, la automatización de la gestión de citas y la mejora de la experiencia del paciente a través de chatbots y asistentes virtuales. En el ámbito de la **salud pública estomatológica**, la IA puede facilitar la planificación y evaluación de programas de salud, utilizando modelos predictivos para identificar poblaciones en riesgo y optimizar la asignación de recursos, así como procesar a nivel estadístico múltiples datos de índole epidemiológica, demográfica o socioeconómica. Asimismo, en el ámbito **legal**, la IA plantea retos significativos en cuanto a la protección de datos y la responsabilidad profesional, lo que subraya la necesidad de un marco normativo robusto que garantice un uso ético y seguro de estas tecnologías.

La implementación de la IA en Odontología ha demostrado un impacto significativo en diversas áreas de la práctica profesional, optimizando procesos y fortaleciendo la precisión en la toma de **decisiones clínicas**. En el ámbito de la **gestión clínica**, la IA permite predecir costos y demandas con gran exactitud, mejorando la planificación estratégica y la

personalización de los servicios odontológicos. Asimismo, en **salud pública y comunitaria**, su capacidad para analizar datos masivos facilita el desarrollo de políticas inclusivas y campañas de promoción basadas en evidencia, dirigidas a poblaciones específicas.

En el contexto de **auditoría y calidad**, la IA se ha consolidado como una herramienta clave para garantizar la seguridad del paciente mediante la automatización de procesos de conformidad y el análisis detallado de registros clínicos. De manera similar, en el ámbito **forense**, la inteligencia artificial permite la realización de peritajes automatizados y análisis de evidencias con mayor precisión y eficiencia, contribuyendo al fortalecimiento de la práctica odontológica en situaciones de controversia legal.

En lo referente a la **seguridad ocupacional y ambiental**, la IA facilita la identificación temprana de riesgos laborales críticos, proporcionando información precisa que permite diseñar estrategias efectivas de vigilancia de la salud y del ambiente de trabajo. En **investigación y epidemiología**, la capacidad de la IA para procesar grandes volúmenes de datos la convierte en un pilar fundamental para la generación de conocimiento y la toma de decisiones fundamentadas.

En conjunto, estas aplicaciones subrayan el carácter transformador de la IA en la Odontología, consolidándola como una importante herramienta para modernizar la profesión, mejorar la precisión clínica, optimizar los servicios y fortalecer la seguridad y calidad de la atención odontológica. Su creciente integración en diversos campos posiciona como una disciplina en constante evolución, respaldada por tecnologías avanzadas que permiten afrontar los desafíos del futuro con mayor eficacia.

De la lámpara halógena al ecosistema digital inteligente

La odontología global vive un momento histórico: el salto desde un modelo centrado exclusivamente en el sillón dental hacia un **ecosistema digital inteligente**, donde la Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) se convierte en un **copiloto profesional** capaz de apoyar la clínica, la gestión, la educación, el marketing, la investigación y la interacción con los pacientes. Lo que antes dependía de la intuición, la experiencia acumulada o el acceso a equipos costosos, hoy puede ser complementado por algoritmos que aprenden, analizan, predicen y crean contenidos clínicos y educativos con una velocidad que hubiera sido impensable hace apenas unos años. Este cambio no solo mejora la eficiencia operativa, sino que redefine el concepto de calidad en salud bucal, apuntando hacia prácticas más seguras, personalizadas y centradas en el paciente.

Ya no hablamos solo de diagnósticos asistidos o software de imágenes: hablamos de **odontología aumentada por IA**, donde diversas herramientas generativas conviven y se integran en el flujo clínico, administrativo, académico y comunicacional. Modelos de lenguaje como **ChatGPT** o **Claude** interpretan textos complejos, resumen historias clínicas extensas, redactan informes y facilitan procesos administrativos, desde protocolos y consentimientos informados hasta respuestas a reclamos o reportes de auditoría. En paralelo, generadores visuales como **Nano Banana**, **Midjourney**, **DALL-E** y **Canva IA** permiten crear simulaciones clínicas, explicaciones visuales para los pacientes, material académico ilustrado o piezas de comunicación profesional en cuestión de segundos, adaptando el estilo a distintas audiencias (niños, adultos mayores, público

general o pares académicos). A ello se suman sistemas predictivos como **DeepSeek**, **Grok** o **Gemini**, capaces de analizar tendencias, detectar patrones y anticipar riesgos clínicos o epidemiológicos, apoyando la planificación de campañas preventivas, la gestión de la demanda y la toma de decisiones estratégicas. La consulta odontológica deja de ser un espacio aislado y se convierte en una **plataforma conectada**, donde el profesional puede amplificar sus capacidades sin perder el toque humano que define el acto médico en odontoestomatología.

Asimismo, la integración de nuevas herramientas amplía aún más el horizonte de posibilidades para la práctica dental moderna. Plataformas como **Perplexity AI** permiten realizar búsquedas clínicas y científicas con evidencia verificada, ideales para mantenerse actualizado y tomar decisiones basadas en datos sólidos y trazables. Generadores de presentaciones como **Gamma** facilitan la creación de capacitaciones, sesiones clínicas, clases universitarias o informes ejecutivos con calidad profesional, a partir de simples indicaciones en lenguaje natural. Soluciones de video avanzado como **Runway ML**, **Pika Labs** y **Veo 3** ofrecen la posibilidad de explicar procedimientos, diseñar material educativo o presentar casos clínicos con animaciones realistas, comparaciones “antes y después” y recorridos virtuales por tratamientos complejos. En el campo de la voz y la comunicación humanizada, herramientas como **ElevenLabs**, **Play.ht** o **Resemble AI** permiten generar mensajes cálidos y comprensibles para pacientes ansiosos, recordatorios de citas, cápsulas educativas o narraciones de videos; mientras que **Suno** y **Udio** ayudan a crear música emocional y jingles para campañas, redes sociales o entornos terapéuticos como la sala de espera. Incluso emergen asistentes hiper especializados como **DentalGPT**, **BioGPT**, **Glass AI** o modelos clínicos basados en **Llama 3**, diseñados para apoyar el análisis de casos, sugerir estructuras de informes asistenciales o interpretar datos biomédicos complejos siguiendo un enfoque más orientado a la evidencia. En conjunto, este ecosistema tecnológico convierte a la clínica moderna en un entorno **altamente asistido, creativo, predictivo y seguro**, donde cada herramienta aporta una pieza esencial al nuevo rompecabezas de la odontología digital.

Del mismo modo, el campo de la **investigación y la producción científica** se ve enormemente fortalecido por plataformas que acompañan el proceso desde la idea hasta la publicación. **Scopus AI** y **Semantic Scholar AI** permiten obtener revisiones rápidas y bien estructuradas del estado del arte, identificar brechas de investigación, sugerir artículos clave y organizar referencias con precisión académica. **ResearchRabbit AI** y **Connected Papers** son herramientas de apoyo a la investigación científica que permiten explorar redes de literatura académica, identificar artículos relacionados, autores relevantes y líneas de investigación emergentes. Ambas favorecen una revisión bibliográfica más visual, estratégica y conectada. Herramientas como **QuillBot**, **Wordtune**, **Jenni AI** o **Typefully** optimizan la redacción científica, mejoran la coherencia argumentativa, pulen el estilo y ayudan a adaptar los textos a los requisitos de revistas indexadas sin perder la voz del autor.

En esta misma línea, **Kimi** se presenta como una herramienta de apoyo para el análisis de documentos extensos, la síntesis de información, la redacción académica y la organización de ideas para informes, clases, proyectos e investigación. **TeraBox AI**, por su parte, resulta útil para almacenar, organizar y procesar archivos digitales, incorporando funciones como

transcripción, subtítulo, escaneo y manejo de documentos. Asimismo, NotebookLM permite trabajar con fuentes propias, resumirlas, compararlas y generar respuestas basadas en los documentos cargados por el usuario.

Copilot acelera la elaboración de reportes, matrices de resultados, análisis en Excel, cuadros estadísticos y presentaciones profesionales en PowerPoint, mientras que **Looka**, **Canva IA** y **Adobe Firefly** potencian el diseño visual de pósters, infografías y material para congresos, cursos y webinars. En el terreno audiovisual, herramientas como **Sora**, **Descript**, **Runway** o **Kling** permiten generar videos explicativos, conferencias animadas, cápsulas docentes y simulaciones clínicas para docencia e investigación; y en el ámbito sonoro, además de ElevenLabs, soluciones como Aiva contribuyen a crear música original, fondos sonoros y podcasts científicos. Así, la odontología contemporánea cuenta con un ecosistema de herramientas que no solo automatizan tareas, sino que **elevan la calidad metodológica, visual, narrativa y científica** de cada proyecto, conectando a los profesionales con estándares globales de producción académica e innovación digital.

Diagnóstico aumentado por IA: precisión, velocidad y trazabilidad clínica

El diagnóstico odontológico ha experimentado un salto cualitativo gracias a la incorporación de modelos de IA capaces de analizar imágenes radiográficas, tomográficas, escaneos intraorales y fotografías clínicas con una precisión que antes dependía exclusivamente de la experiencia individual del profesional. Herramientas como **Overjet**, **Pearl Second Opinion®**, **Diagnocat** o los módulos avanzados de **3Shape Automate** combinan redes neuronales convolucionales, análisis morfométricos y modelos de segmentación para identificar caries, lesiones periodontales, anomalías óseas, problemas endodónticos y discrepancias estructurales en cuestión de segundos. Esto permite que la interpretación deje de ser un acto aislado para convertirse en un proceso sistemático, reproducible y asistido, donde el profesional mantiene la decisión final, pero cuenta con una base diagnóstica más completa, objetiva y consistente.

La velocidad es uno de los aportes más disruptivos de la IA clínica. Procesos que tradicionalmente podían tomar minutos —o incluso requerían consultas adicionales— ahora se realizan casi en tiempo real. Al cargar una radiografía periapical, panorámica o CBCT, sistemas como **Pearl**, **Overjet** o **Diagnocat** pueden entregar un mapa diagnóstico detallado en menos de 10 segundos, señalando hallazgos, cuantificando pérdida ósea, clasificando lesiones y generando un reporte estructurado. En ortodoncia, plataformas como **DentalMonitoring** permiten evaluar hasta 130 eventos clínicos mediante simples fotografías enviadas por el propio paciente, reduciendo desplazamientos innecesarios y permitiendo ajustes terapéuticos oportunos. Esta inmediatez no solo acelera decisiones, sino que optimiza el tiempo clínico, mejora la rotación de pacientes y reduce el estrés del profesional frente a cargas excesivas de análisis.

Uno de los aspectos más revolucionarios del diagnóstico asistido por IA es la **trazabilidad digital**, es decir, la capacidad de registrar cada hallazgo con precisión temporal, evidencias visuales y metadatos asociados. La IA no solo indica que existe una lesión; también **señala dónde está, cómo se ve, qué nivel de certeza tiene y cómo evoluciona con el tiempo**. Esto fortalece la calidad del registro clínico, facilita auditorías internas y externas, mejora los

procesos de aseguramiento de la calidad y reduce riesgos médico-legales al contar con documentación objetiva, reproducible y basada en patrones estandarizados. En contextos periciales o de reclamos –como los descritos en tus documentos– esta trazabilidad adquiere un valor crucial, pues permite demostrar que las decisiones clínicas se basaron en información completa, verificable y metodológicamente respaldada.

La variabilidad diagnóstica entre profesionales es uno de los desafíos más antiguos en odontología. La IA actúa como un “segundo observador” siempre disponible, capaz de estandarizar criterios y disminuir la subjetividad. Al comparar análisis radiográficos realizados por humanos con los obtenidos por IA, se observa una mayor estabilidad en la detección de lesiones iniciales, microfracturas, cálculos, discrepancias periapicales y pérdida ósea marginal. Sin sustituir el juicio clínico, la IA ayuda a evitar omisiones, mejora el razonamiento diagnóstico y amplía la sensibilidad frente a signos que podrían pasar desapercibidos. Esto es especialmente útil en profesionales jóvenes en formación, así como en escenarios de alta demanda donde la fatiga cognitiva puede afectar el desempeño. La IA, en este sentido, no solo apoya, sino que eleva el estándar mínimo de calidad diagnóstica en toda la organización.

Las imágenes generadas, segmentadas o explicadas por IA permiten que los pacientes comprendan mejor sus condiciones y participen con mayor confianza en la toma de decisiones. Mostrar una radiografía con zonas destacadas en colores, gráficos que cuantifican la pérdida ósea, predicciones ortodóncicas o comparaciones evolutivas crea un puente de comunicación más transparente y humanizado. Además, en educación odontológica, estas herramientas facilitan la enseñanza basada en evidencia visual, permiten el análisis de múltiples casos en menor tiempo y fortalecen la capacidad diagnóstica del estudiante. Al integrar IA en la docencia, el profesional en formación aprende no solo a interpretar imágenes, sino a discernir cuándo confiar, cuándo cuestionar y cómo complementar el análisis algorítmico con criterio y ética. Así, el diagnóstico aumentado por IA no solo mejora la precisión clínica, sino **que fortalece la autonomía del paciente, la pedagogía universitaria y la calidad del acto terapéutico.**

La odontología del futuro no reemplaza al profesional; lo potencia

La Inteligencia Artificial Generativa no llega para desplazar la esencia del acto médico en odontoestomatología, sino para **expandir las capacidades del profesional y fortalecer su juicio clínico.** Ningún algoritmo reemplaza la mirada integral, la sensibilidad humana ante el dolor, ni la capacidad del dentista para comprender la historia, las emociones y las expectativas del paciente. La IA es una herramienta poderosa que amplifica la precisión diagnóstica, reduce errores, acelera procesos y permite que el profesional dedique más tiempo a lo verdaderamente importante: el vínculo terapéutico. En este sentido, la tecnología no compite con el odontólogo; se convierte en un aliado estratégico que complementa su criterio, su formación y su experiencia acumulada.

La odontología aumentada por IA abre nuevas posibilidades para la prevención, la educación y la gestión inteligente de la salud bucal. Gracias a modelos generativos, los pacientes reciben explicaciones más claras, percepciones visuales más completas y un acompañamiento más cercano durante su proceso de atención. Las herramientas digitales

facilitan una comunicación más empática, donde el paciente se siente comprendido, informado y protagonista de su tratamiento. Esto transforma el modelo tradicional — centrado exclusivamente en el sillón dental— en un **ecosistema de salud digital**, en el que el cuidado bucal se extiende a la casa, la escuela, la comunidad, los dispositivos móviles y los entornos virtuales de aprendizaje. La IA, así, democratiza el conocimiento, reduce barreras y fortalece la autonomía del paciente para mantener hábitos más saludables.

Sin embargo, este avance tecnológico trae consigo un desafío ético profundo: la necesidad de formar odontólogos capaces de interactuar con algoritmos desde la ética, la responsabilidad y el pensamiento crítico. La herramienta más poderosa del futuro no será el software, sino el profesional capaz de **interpretar, validar, contextualizar y humanizar** lo que la IA produce. La toma de decisiones seguirá siendo un acto humano que exige integridad, prudencia, transparencia y sensibilidad. Adoptar IA sin comprender sus límites, sesgos o riesgos sería tan peligroso como rechazarla por miedo o desinformación. El reto es construir una odontología digital **responsable, inclusiva y centrada en la persona**, donde la tecnología sea un puente hacia la calidad y no una sustitución indiscriminada de funciones humanas.

En última instancia, la verdadera revolución no está en los algoritmos, sino en la capacidad del odontólogo de **aprender continuamente, adaptarse, liderar cambios y usar estas herramientas para multiplicar bienestar y transformar vidas**. La IA abre una era donde la odontología es más precisa, más eficiente, más comunicativa y humana que nunca. Y es precisamente esa combinación —tecnología avanzada y humanismo profundo— la que permitirá que la profesión evolucione sin perder su esencia. El futuro de la odontología no será un reemplazo del profesional: será una versión ampliada, fortalecida y visionaria de él.

Inteligencia Crítica, Algoritmos y Experiencias Gamificadas en la Universidad Contemporánea

En el contexto universitario actual, las transformaciones tecnológicas obligan a repensar la **formación ciudadana** y la **producción de conocimiento**. El libro *“Pensamiento Crítico e Inteligencia Artificial: El Rol de la Universidad en la Formación de Ciudadanos Reflexivos”* plantea que la **inteligencia artificial** ha dejado de ser un recurso complementario para convertirse en un **entorno que modela identidades, opiniones, relaciones sociales y procesos de toma de decisiones**. Desde esta perspectiva, la IA aparece como un desafío que no solo involucra la capacidad técnica, sino también la **habilidad ética** y política para comprender cómo los **algoritmos condicionan la información, las interacciones y el acceso a derechos**. Por ello, *como señala el capítulo “Retos y oportunidades de la IA en la formación ciudadana”*, la universidad es llamada a formar **ciudadanos reflexivos capaces de leer críticamente tanto la realidad como los sistemas digitales que la reorganizan**.

Este enfoque se amplía al considerar la necesidad de una **ciudadanía digital consciente**, capaz de enfrentar fenómenos como la **desinformación, la polarización y la automatización de decisiones**. Las oportunidades que ofrece la IA para **ampliar la participación democrática** van acompañadas de riesgos que requieren un fortalecimiento de la **alfabetización digital crítica**. En ese sentido, el desarrollo ciudadano en entornos

mediados por algoritmos demanda **competencias para analizar, cuestionar y supervisar las lógicas invisibles** que operan detrás de las plataformas tecnológicas. La formación universitaria, así entendida, se convierte en un espacio estratégico para promover una **cultura de responsabilidad, transparencia y participación informada**.

La reflexión sobre la **investigación académica** también adquiere un papel central. El capítulo *“Inteligencia artificial y el pensamiento crítico en la investigación académica”* expone que la IA ha transformado los procesos de **búsqueda, análisis y producción científica**. Sin embargo, su uso exige **criterios rigurosos** para evitar la **delegación irreflexiva del juicio académico**. La IA puede **acelerar procedimientos metodológicos y mejorar la gestión de datos**, pero carece de la capacidad de **contextualizar, dudar y evaluar la validez ética de los resultados**. Por ello, el **pensamiento crítico** se convierte en el **límite necesario** para garantizar que la tecnología **amplifique la creatividad investigadora sin reemplazar la responsabilidad intelectual ni la verificación rigurosa**. De esta manera, la tecnología se integra como **herramienta que potencia, pero no sustituye, la autonomía investigativa**.

La **misión universitaria**, entonces, articula **formación ciudadana** e investigación en un mismo horizonte. La IA puede **reforzar dinámicas de dependencia o superficialidad interpretativa** si se utiliza sin reflexión; pero, trabajada desde un enfoque **ético y metodológico adecuado**, se convierte en un **motor para el desarrollo humano, la creatividad académica y la toma de decisiones informada**. Así, la universidad se posiciona como un espacio donde la tecnología se incorpora de manera **crítica y responsable** para fortalecer la **autonomía intelectual y el compromiso social**.

Este marco dialoga estrechamente con las propuestas del libro *“Gamificación en la Universidad: Diseñando experiencias de aprendizaje motivadoras”*, especialmente en los capítulos *“Comprendiendo la gamificación en la educación superior”* y *“Herramientas digitales para la gamificación universitaria”*. La **gamificación** es presentada como una **estrategia que transforma la experiencia educativa** mediante el uso de **dinámicas, mecánicas y elementos propios del juego**, con el fin de potenciar la **motivación, el involucramiento y la disposición al aprendizaje profundo**. En este enfoque, la **motivación** se concibe como un **recurso pedagógico determinante** para enfrentar los retos formativos en entornos altamente digitalizados.

La gamificación no busca convertir el aprendizaje en juego, sino **introducir estructuras narrativas, desafíos y recompensas** que generen **experiencias significativas**. En este sentido, contribuye a desarrollar competencias vinculadas con la **toma de decisiones, la perseverancia, la resolución de problemas y la colaboración**. Mientras la inteligencia artificial **amplía la capacidad cognitiva y la gestión de información**, la gamificación fortalece el **componente emocional, motivacional y experiencial del aprendizaje**. Ambas dimensiones, combinadas, posibilitan un entorno educativo donde el estudiante **participa activamente**, se involucra en **procesos reflexivos** y se enfrenta a escenarios que requieren **análisis crítico**.

Las **herramientas digitales para la gamificación universitaria**, descritas en el capítulo correspondiente, evidencian que las tecnologías —por sí mismas— **no garantizan niveles elevados de aprendizaje o motivación**. Su impacto depende del **diseño pedagógico, la narrativa formativa y la intencionalidad educativa** que las sustenta. Esta misma lógica

es aplicable a la inteligencia artificial: su eficacia educativa no radica únicamente en la sofisticación del algoritmo, sino en la manera en que se integra dentro de un **proyecto formativo que prioriza el pensamiento crítico, la ética y el desarrollo integral de la persona.**

La convergencia entre **inteligencia artificial y gamificación** revela una perspectiva más amplia sobre el **rol de la universidad contemporánea.** Ambas herramientas, cuando se utilizan con **propósito y sentido,** permiten construir **ambientes de aprendizaje que promueven autonomía, creatividad, reflexión y compromiso social.** No se trata de incorporar tecnología por novedad, sino de diseñar **experiencias educativas capaces de preparar a la ciudadanía y a la comunidad académica** para los desafíos de un mundo moldeado por sistemas digitales. En este horizonte, la universidad adquiere un rol central en la **construcción de experiencias que formen pensamiento crítico, competencias digitales avanzadas y una comprensión profunda de la relación entre tecnología y humanidad.**

ARQUITECTURA DE LOS 10 CAMPOS DE LA SALUD DIGITAL EN ODONTOLOGÍA

Campo	Finalidad principal	Ejemplos odontológicos
1. Informática en Salud e Informática Odontológica	Gestionar datos clínicos, administrativos, educativos, documentales y gerenciales para mejorar la continuidad, trazabilidad y toma de decisiones.	Historia Clínica Electrónica; odontograma y periodontograma digital; consentimientos informados digitales; receta electrónica o digital; firma digital y firma electrónica; interoperabilidad clínica; gestión documental digital; software odontológico; agenda electrónica; facturación, inventario y trazabilidad de insumos; registro de imágenes integrado; auditoría documental; reportes clínicos; indicadores de productividad; alertas clínicas; soporte para decisiones clínicas y gerenciales.
2. Sistemas de Información, Big Data y Georreferenciación	Transformar datos institucionales, territoriales y poblacionales en información útil para la gestión, vigilancia, planificación y evaluación.	HIS; REUNIS; tableros de mando y dashboards; Power BI u otras plataformas de analítica; salas situacionales; observatorios de salud; GIS/SIG; GeoRIS y geoindicadores; mapeo de caries, edentulismo, enfermedad periodontal y necesidad protésica; identificación de brechas de acceso; distribución territorial de IPRESS y recursos humanos; análisis de demanda y cobertura; segmentación de riesgo; vigilancia epidemiológica bucal; evaluación de campañas; análisis de costos; priorización de intervenciones comunitarias.
3. Telesalud y Teleodontología	Transformar datos institucionales, territoriales y poblacionales en información útil para la gestión, vigilancia, planificación y evaluación.	Teleorientación para dolor dental, higiene bucal, urgencias y emergencias; teleconsulta sincrónica o asincrónica con fotografías, radiografías e historia clínica; teleinterconsulta entre cirujanos dentistas, especialistas y otros profesionales; teleapoyo al diagnóstico, tetría y telejunta odontológica; telemonitoreo postoperatorio, teleinformación, educación y comunicación (TeleIEC); telegestión de citas y derivaciones; teleradiología odontológica; telepatología para lesiones orales; teleauditoría de historias clínicas e imágenes; teleperitaje de casos clínicos; seguimiento de pacientes con discapacidad, adultos mayores o zonas alejadas; telecapacitación.
4. Salud Móvil (mHealth)	Extender la atención al entorno cotidiano del paciente mediante dispositivos móviles, comunicación continua y apoyo al autocuidado.	Apps de salud bucal; recordatorios por SMS, MMS, WhatsApp institucional o notificaciones push; alertas de citas y controles; seguimiento postoperatorio; educación personalizada cepillado, dieta, fluoruro y hábitos; control de higiene en gestantes, niños y adultos mayores; monitoreo de adherencia en ortodoncia y periodoncia; autorreporte de dolor, sangrado o inflamación; encuestas de experiencia del paciente; envío seguro de fotografías clínicas; instrucciones pre y postoperatorias; campañas preventivas móviles; módulos de farmacología odontológica; comunicación con cuidadores; soporte para programas comunitarios.

<p>5. Internet de las Cosas Dentales (IoDT)</p>	<p>Capturar, transmitir y analizar datos mediante dispositivos, sensores y equipos conectados para una atención más continua y predictiva.</p>	<p>Cepillos inteligentes; sensores de higiene oral; sensores de bruxismo y actividad muscular; férulas inteligentes; protectores bucales conectados; dispositivos para apnea del sueño con implicancias odontológicas; escáneres intraorales conectados; sillones odontológicos inteligentes; equipos radiológicos integrados a la nube; autoclaves con trazabilidad digital; sensores de temperatura, presión, esterilización y bioseguridad; control digital de cadena de esterilización; monitoreo de uso de alineadores; dispositivos para pacientes vulnerables; integración con mHealth, HCE, big data e IA para alertas y modelos predictivos.</p>
<p>6. Inteligencia Artificial (IA)</p>	<p>Apoyar el análisis, la predicción, la automatización, la generación de contenido y la toma de decisiones bajo supervisión profesional.</p>	<p>Radiodiagnóstico asistido en caries, lesiones periapicales, pérdida ósea y hallazgos incidentales; segmentación de CBCT; predicción de riesgo de caries, enfermedad periodontal o ausentismo; apoyo al diagnóstico y pronóstico; clasificación de imágenes clínicas; procesamiento de lenguaje natural para historias clínicas; chatbots educativos y administrativos; automatización robótica de procesos; auditoría de historias, consentimientos y reclamos; generación de informes, protocolos y materiales educativos; IA generativa para docencia, investigación y comunicación; IA agéntica supervisada para flujos de trabajo; análisis de satisfacción y experiencia del paciente; detección de sesgos y validación clínica.</p>
<p>7. Realidad Extendida y Simulación</p>	<p>Entrenar competencias, planificar tratamientos, comunicar riesgos y visualizar escenarios mediante entornos inmersivos, interactivos y seguros.</p>	<p>Realidad virtual, aumentada y mixta; simuladores preclínicos; simulación háptica; Simodont; DENTAROID; Pedia_Roid; MANABOT-F; modelos anatómicos digitales; entrenamiento en tallado, operatoria, endodoncia, anestesia, emergencias y manejo conductual; planificación quirúrgica inmersiva; visualización 3D de anatomía, oclusión y sonrisa; educación del paciente con AR/VR; simulación de comunicación clínica; entrenamiento de equipos multidisciplinarios; evaluación objetiva de desempeño; retroalimentación sobre postura, presión, angulación, tiempo y precisión.</p>
<p>8. Navegación Quirúrgica y Robótica</p>	<p>Mejorar precisión, reproducibilidad, control intraoperatorio y seguridad en procedimientos complejos o anatómicamente sensibles.</p>	<p>Navegación dinámica en implantología; cirugía guiada estática y dinámica; planificación maxilofacial 3D; orientación en tiempo real del instrumental; control de profundidad, angulación y trayectoria; asistencia robótica para colocación de implantes; brazos robóticos de apoyo; fresado y manufactura asistida; robótica blanda para dispositivos adaptativos; telerorientación quirúrgica; entrenamiento con simuladores robóticos; verificación plan-resultado con CBCT; reducción de riesgos en zonas anatómicas críticas; integración con IA, DICOM, STL, gemelos digitales y HCE.</p>

<p>9. Fabricación Aditiva</p>	<p>Producir modelos, dispositivos, guías y soluciones personalizadas mediante manufactura digital y biomateriales avanzados</p>	<p>Impresión 3D de modelos de estudio, biomodelos anatómicos y modelos quirúrgicos; guías quirúrgicas para implantología, endodoncia y cirugía; férulas oclusales y quirúrgicas; alineadores; cubetas individuales; provisionales; mock-ups; prótesis provisionales y definitivas según indicación; patrones de colado; dispositivos educativos; impresión 4D con materiales responsivos; andamiajes para regeneración tisular; férulas adaptativas; control de calidad de impresión; trazabilidad de materiales; integración CAD-CAM, STL, 3MF, AMF, PLY/OBJ y planificación digital.</p>
<p>10. Tecnología Odontológica y Flujo Digital</p>	<p>Integrar captura, diagnóstico, diseño, planificación, fabricación, ejecución, documentación y seguimiento en un flujo clínico continuo.</p>	<p>Escaneo intraoral; fotografía clínica estandarizada; radiografía; CBCT; DICOM, DICOM-SEG, DICOM-SR y DICOMweb; PACS odontológico; STL, PLY, OBJ, 3MF y AMF; fusión DICOM-STL; CAD-CAM; diseño digital de sonrisa; planificación protésica e implantológica; registro oclusal digital; articuladores virtuales; fresado; impresión 3D; guías y restauraciones digitales; gemelos digitales ocluso-esqueléticos; documentación en HCE; verificación plan-resultado; controles mediante mHealth y teleodontología; autopsia virtual (virtopsia); analítica de resultados y mejora continua.</p>

CAPÍTULO 1

INTELIGENCIA ARTIFICIAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA (GenAI)

Este capítulo presenta un conjunto de diez propuestas que utilizan la inteligencia artificial y la IA generativa como soporte directo a la práctica clínica, la toma de decisiones y la gestión del conocimiento en odontología. Se abordan soluciones que incluyen copilotos clínicos con avatares inteligentes y documentación automatizada por voz, plataformas de historia clínica electrónica con IA e inclusión intercultural, herramientas de apoyo diagnóstico para osteoartritis de ATM, maloclusión, apiñamiento dental y cáncer oral, así como un asistente conversacional para la gestión integral de la historia clínica y una plataforma de identificación odontológica forense. En su conjunto, las iniciativas muestran cómo la IA puede integrarse de manera transversal en la clínica, la educación y el ámbito forense, fortaleciendo la precisión diagnóstica y la trazabilidad de la información.

- Denti AI – Copiloto Clínico Dental con Avatar Inteligente, Documentación Automatizada por Voz y Análisis Periodontal en Tiempo Real
- DentaRIA – Plataforma de HCE única con IA, Acceso Offline, Token Digital e Inclusión Intercultural
- IAgen y RV en la Atención Odontopediátrica de Pacientes Neurodivergentes
- Aplicación de IA basada en Deep Learning para Detección de Características Radiográficas de Osteoartritis en ATM
- IAgen que relaciona la Postura Corporal y la Maloclusión
- Aplicación de IA para la Clasificación del Apiñamiento Dental e Indicación de Extracciones Ortodónticas
- SIMICARE – Detección Temprana y Seguimiento de Cáncer Oral
- OrthoGenIA – Plataforma de Ortodoncia con IA y GenAI para Análisis Cefalométrico Automatizado, DX, Gestión Clínica y Educación del Paciente
- GenIAgent – Asistente Conversacional para Gestión de Historia Clínica, Diagnóstico y Tratamiento Preliminar
- ForenzaAI – Plataforma Integral de IA para la Identificación Odontológica Forense en Perú

Denti AI – Copiloto Clínico Dental con Avatar Inteligente, Documentación Automatizada por Voz y Análisis Periodontal en Tiempo Real

*Autores: Miguel Angel Saravia Rojas,
Diego Enrique Malpartida Patron*

Denti AI es una plataforma clínica odontológica con un avatar interactivo especializado que actúa como copiloto del profesional durante la consulta. Mediante control total por voz y comprensión de terminología dental, documenta en tiempo real la historia clínica, el odontograma/periodontograma, calcula índices periodontales (CAL, ISS, IP, CPITN) y sugiere diagnósticos según la clasificación AAP/EFP 2017.

El flujo es natural: mientras el odontólogo realiza el examen intraoral, dicta sondajes de 168 sitios y hallazgos (“vestibular 16: 3,4,3; sangrado mesial”), y el sistema actualiza el gráfico con código de colores clínico y valida valores fuera de rango (0–12 mm). La IA extrae entidades clínicas para un SOAP estructurado, propone códigos CDT y genera consentimientos informados listos para firma digital.

Arquitectura edge-native con latencia <300 ms: WebRTC para audio bidireccional, Gemini 2.0 Flash Real-Time API para conversación multimodal y RAG con literatura odontológica actualizada (AAP, EFP, ADA). Interoperabilidad HL7 FHIR R4, cifrado AES-256/TLS 1.3, auditoría completa y cumplimiento de Ley 29733.

Impacto esperado (piloto 12 semanas, 8 consultorios): –75% del tiempo en periodontograma (10 → 2.5 min), –75% en documentación de la consulta, errores de transcripción <2%, adherencia SOAP >95% y mejoras de productividad >35%.

Sin teleconsulta, ni videollamadas: plataforma enfocada 100% al operador (odontólogo/higienista) y a la precisión del registro clínico.

Justificación e impacto esperado

Problemas actuales

- Cuello de botella periodontal: registrar 6 sitios × 28 dientes toma 8–12 min; genera fatiga del paciente y del operador.

- Errores/omisiones: 15–20% por transcripción manual (confusión de sitio/diente, valores cambiados).
- Historia clínica heterogénea: ausencia de estructura SOAP y alertas clínicas.
- Curva de aprendizaje de software tradicional (4–6 h) y necesidad de tipear/clickear durante el examen.

Propuesta de valor

- Copiloto por voz que entiende jerga dental y abreviaturas (V, P/L, O, M, D; movilidad 0–3; furcas I–III Hamp 1975).
- Periodontograma inteligente: validaciones en vivo, cálculo inmediato de CAL, ISS, IP, %PS $\geq 4/\geq 6$ mm y CPITN.
- Historia y odontograma FDI interoperables, con CDT y CIE-10/SNOMED-CT.
- RAG con fuentes oficiales y evidencia reciente. Impacto medible (metas del piloto)

Indicador	Baseline	Meta	Mejora
Tiempo peridontograma (168 sitios)	10 min	2.5 min	-75%
Documentación de consulta	14 min	3.5 min	-75%
Errores de transcripción	18% sitios	<2%	-89%
Adherencia SOAP	41%	>95%	+132%
Pacientes / día	11	15	+36%

Objetivos

Objetivo general

Implementar y validar un asistente clínico virtual que automatice la documentación odontológica por voz, priorizando precisión periodontal y registro estructurado.

Objetivos específicos

- ASR odontológico con latencia <300 ms y vocabulario dental (>5,000 términos).
- Periodontograma por voz con cálculo automático de CAL, ISS, IP, CPITN y clasificación AAP/EFP 2017.
- Historia clínica SOAP, odontograma FDI (18 estados por cara) y plan de tratamiento con CDT.
- RAG con guías AAP/EFP/ADA y farmacología (alertas por interacciones/alergias).
- Piloto controlado (8 consultorios, 12 semanas) con KPIs clínicos/operativos y publicación de resultados.

Descripción técnica de la propuesta

A) Dentl AI es un copiloto clínico por voz con un avatar lateral (o modo solo voz) que te escucha mientras examinas al paciente y documenta todo en tiempo real: historia, odontograma, periodontograma, índices y plan.

- Flujo natural: dictas “16 vestibular: 3,4,3; sangrado mesial” y el sistema colorea el perio por sitio con códigos clínicos (0-3 mm verde; 4-5 amarillo; 6-7 naranja; ≥8 rojo).
- Seguridad al vuelo: ante valores raros (p. ej., “11-12 mm”) el sistema pide confirmación y muestra progreso (0/168 sitios).
- Menos tecleo, más clínica: la IA extrae hallazgos para armar tu nota SOAP y prepara consentimientos listos para firma.

B) Motor de IA (con function calling)

- Funciona como una canalización de audio en vivo: detecta cuándo hablas (VAD), limpia ruido, reconoce voz y entiende si diste un dato clínico, una orden o hiciste una pregunta. Luego ejecuta funciones clínicas (p. ej., “calcular CPITN”, “registrar sondaje”).
- Objetivo operativo: mantener la conversación fluida con latencia <300 ms (sensación “en tiempo real”)

C) Módulo periodontal (detalle)

- Por voz ingresas PS (0-12 mm), recesión (desde LAC), CAL (se calcula), ISS, IP de O’Leary, sangrado/supuración, movilidad (0-3), furcas (I-III) y encía queratinizada.
- Validaciones inteligentes: confirma PS>12, bloquea sitios de dientes ausentes y avisa si falta una cara.
- Diagnóstico asistido: sugiere estadio/grado según AAP/EFP 2017 (localizada/generalizada) para que tú valides y firmes.

D) Historia clínica y odontograma

- SOAP automático: la IA ordena S, O, A, P con lo que dictaste (motivo, hallazgos, diagnóstico, plan).
- Odontograma FDI con estados frecuentes por superficie (caries/ICDAS, restauraciones, endo, implantes, fracturas, etc.).
- Plan de tratamiento con CDT (catálogo de procedimientos) y diagnósticos mapeados a CIE-10 / SNOMED-CT para reportes y coherencia clínica.
- Consentimientos generados por procedimiento y listos para firma digital.

E) Arquitectura y datos

- Pantalla: app moderna en el navegador, con audio bidireccional
- Cerebro IA: decide qué función clínica ejecutar y conversa sin esperas.

- Archivador (servidor clínico + base de datos): guarda historia, perio/odonto y finanzas en PostgreSQL; además usa un buscador de conocimiento (RAG) para guías y alertas.
- Interoperabilidad: exporta/lee HL7 FHIR R4 (el “idioma” estándar de salud) para conectarse con tu HCE u otros sistemas.).
- Latencia objetivo: <300 ms extremo a extremo (micrófono→respuesta avatar).
Objetivo técnico: sub-segundo entre lo que dices y lo que ves/oyes en pantalla, para no romper tu ritmo clínico.

F) Seguridad y cumplimiento (by-design)

- Ley 29733 y Reglamento (D.S. 003-2013-JUS).
- Cifrado: TLS 1.3 en tránsito; AES-256-GCM en reposo (campos sensibles).
- Accesos (RBAC): roles admin, dentist, higienist, receptionist; 2FA opcional.
- Privacidad de audio: procesamiento efímero (no persistente salvo grabación explícita del operador).
- Logs de auditoría: quién/qué/cuándo/desde dónde; retención 5 años.
- ARCO: endpoints para acceso/rectificación/cancelación/portabilidad (FHIR export).
- Backups: incremental diario y completo semanal; RPO <1 h, RTO <4 h.

G) Implementación (roadmap)

- Fase 0 – Discovery/UX (3 semanas): observación en 5 consultorios, diccionario de comandos (≥200 frases), prototipo Figma. Fase 1 – MVP Core (10 semanas): microservicios, ASR/TTS, periodontograma por voz, odontograma y SOAP; demo E2E. Fase 2 – Avanzado (8 semanas): AAP/EFP, índices, RAG con guías, alertas clínicas, consentimientos.
- Fase 3 – Piloto (12 semanas, 8 consultorios): operación real, KPIs automáticos, releases quincenales.
- Fase 4 – Análisis/escalado (4 semanas): informe de impacto, hardening, GTM.
- Hitos medibles: - H1: periodontograma completo por voz <4 min. - H2: documentación SOAP por voz <3.5 min. - H3: error de transcripción <2% (auditoría muestral 10%).

H) Riesgos y mitigaciones

Riesgo	Prob.	Impacto	Mitigación
Latencia >500 ms	Media	Alto	Edge ASR, caché semántica, optimización de buffer WebRTC

Riesgo	Prob.	Impacto	Mitigación
Ruido clínico	Alto	Medio	Micrófonos direccionales, denoising ML, confirmación crítica
Resistencia al cambio	Media	Alto	Onboarding 2 h, ROI inmediato, champions por sede
Costos de IA	Media	Medio	Modelos híbridos (local para simple), prompt y tokens budgeting
Error por ASR	Baja	Crítico	Validaciones clínicas, revisión final antes de firmar, seguro RCP

I) Tecnologías utilizadas (2025)

- Conversación en tiempo real (voz/texto) con capacidad multimodal.
- App web (navegador) con audio bidireccional.
- Orquestador clínico con funciones: registrar sondaje, calcular índices (CAL, ISS, IP, CPITN), clasificar periodontitis (AAP/EFP 2017), generar SOAP/plan, alertas clínicas.
- Datos: PostgreSQL para clínico/finanzas + motor de búsqueda para guías (RAG).
- Interoperabilidad: HL7 FHIR R4.
- Operación: contenedores y monitoreo para confiabilidad.

Sustento bibliográfico / normativo

- Clasificación de Periodontitis AAP/EFP 2017. <https://www.perio.org/research-science/2017-classification-of-periodontal-and-peri-implant-diseases-and-conditions/>
- Saravia-Rojas MA, et al. Artificial intelligence: ChatGPT as a disruptive didactic strategy in dental education. *J Dent Educ.* 2024;88(6):872–876.
- Saravia-Rojas MA, Geng-Vivanco R. ChatGPT e inteligencia artificial para la educación universitaria y su impacto en la odontología: retos y oportunidades. *Rev Estomatol Herediana.* 2023;33(4):377–379.
- Saravia-Rojas MA, Geng-Vivanco R. El potencial transformador de la inteligencia artificial en la educación odontológica. *Rev Estomatol Herediana.* 2024;34(3):279–280.
- World Health Organization. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Geneva: World Health Organization; 2021

- UNESCO. Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial. París: UNESCO; 2021.
- World Bank. Artificial Intelligence in the Public Sector: Maximizing Opportunities, Managing Risks. Washington (DC): World Bank; 2021. (EFI Insight-Governance)
- FDI World Dental Federation. Artificial intelligence in dentistry [Policy statement]. Geneva: FDI World Dental Federation; 2024.
- Ley peruana de protección de datos personales y reglamento. Rojas Mezarina L, Silva-Valencia J, Escobar-Agreda S, Espinoza Herrera DH, Egoavil MS, Maceda Kuljich M, Inga-Berrospi F, Ronceros S. Need for the Development of a Specific Regulatory Framework for Evaluation of Mobile Health Apps in Peru: Systematic Search on App Stores and Content Analysis. JMIR Mhealth Uhealth 2020;8(7):e16753 doi: 10.2196/16753
- Ley de firma digital. Vargas-Herrera, Javier et al. "Implementación de la firma digital en la certificación de muertes en Perú, 2022-2024" [Implementation of digital signatures on death certificates in Peru, 2022-2024] [Implementação da assinatura digital no atestado de óbito no Peru, 2022-2024]. Revista panamericana de salud publica = Pan American journal of public health vol. 49 e45. 8 May. 2025, doi:10.26633/RPSP.2025.45
- Estándares de documentación clínica (SOAP) y nomenclatura FDI. Jacks ME, Blue C, Murphy D. Short- and long-term effects of training on dental hygiene faculty members' capacity to write SOAP notes. J Dent Educ. 2008 Jun;72(6):719-24. PMID: 18519602.
- Santosh, Arvind Babu Rajendra; Jones, Thaon. Propuesta de revisión del sistema de numeración de dientes de la FDI. Revista de Ciencias Orofaciales 16(1): págs. 1-2, enero-junio de 2024. | DOI: 10.4103/jofs.jofs_80_24.

Anexos (gráficos y evidencias)

A) Arquitectura (alto nivel)

[Browser React] → WebRTC → [LiveKit] → WS → [FastAPI Orchestrator] → [GeminiRT]
 ↳ [Clinical/NestJS → PostgreSQL]
 ↳ [RAG/Qdrant]
 ↳ [TTS → Avatar]



KPI: Ahorro de tiempo por consulta (minutos)

Definición:

Minutos promedio ahorrados en la documentación clínica por consulta tras la implementación de Denti AI.

Procedimiento de medición:

- Línea base: medir el tiempo de documentación por consulta sin Denti AI (mín. 3-5 días).
- Intervención: medir el tiempo de documentación por consulta con Denti AI durante el piloto.
- Cálculo: obtener los promedios de ambos periodos y aplicar la fórmula.
- Limpieza básica: excluir valores atípicos evidentes (p. ej., >2 desviaciones estándar).

Indicadores derivados:

- Ahorro diario (min): Ahorro por consulta × número de consultas/día.
- % Reducción: $(\text{Ahorro por consulta} / \text{Promedio antes}) \times 100$.

Link de video de cómo trabaja la plataforma de registro de la interacción facultativo y paciente:

<https://drive.google.com/file/d/1yuFKo0V2mkDYoPxBjIBFK6HeTlckgHY/view?usp=sharing>

Conclusión

Denti AI elimina la fricción entre atención y registro: el profesional se concentra en el paciente mientras el sistema documenta, valida y estandariza. Con base técnica moderna, cumplimiento normativo y KPIs claros, la propuesta es viable, medible y escalable, digitalmente competente y socialmente responsable posicionando a la región Lima como referente regional en IA aplicada a odontología brindando una herramienta digital asistida con IAGen válida, oportuna y pertinente dentro de la normatividad vigente nacional e internacional.

DentarIA: Plataforma de Historia Clínica Electrónica Única con IA, Acceso Offline, Token Digital e Inclusión Intercultural para la Odontología en el Perú

Autora: Karen Lljajida Cabanillas Yllesca

DentarIA es una plataforma móvil y web de Historia Clínica Electrónica Única en Odontología, desarrollada en el Perú bajo un modelo offline-first que asegura continuidad de la atención incluso en zonas con baja conectividad. Identifica al paciente mediante DNI, guarda los datos localmente y los sincroniza automáticamente a la nube cuando se dispone de internet.

Integra inteligencia artificial (IA) como apoyo al diagnóstico diferencial, utiliza tokens digitales enviados por SMS para un acceso seguro y ofrece soporte multilingüe (español, quechua, aimara e inglés), con funciones inclusivas para adultos mayores, personas con discapacidad y poblaciones indígenas, promoviendo la equidad en la atención odontológica.

Genera automáticamente un código odontológico estandarizado, a partir de registros clínicos y radiográficos del paciente (dientes presentes, restauraciones, endodoncias, prótesis e implantes, entre otros). Este código complementa la identidad oficial y es clave en los procesos de identificación odontológica.

La propuesta contempla accesos institucionales controlados para el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses (IML) y el Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC), con el fin de reforzar los procesos de identificación forense en desastres masivos y contribuir a la creación de un registro nacional odontológico.

Inicialmente orientada al sector privado, DentarIA cumple con estándares internacionales como Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR), lo que permitirá su integración futura con el Ministerio de Salud (MINSa), EsSalud y las Sanidades de la Policía Nacional del Perú y Fuerzas Armadas.

Se espera la reducción de duplicidad en registros, mejora en la continuidad del cuidado en urgencias y emergencias, y el fortalecimiento de la política nacional de salud digital, mediante tecnologías open-source y protocolos de seguridad que aseguran la confidencialidad de los datos.

El desarrollo se organizará en cinco etapas, con duración total de 11–13 meses, priorizando validación técnica y social antes de su implementación a gran escala.

Justificación e impacto esperado

En el Perú, la gestión poco articulada de las historias clínicas odontológicas genera errores diagnósticos y tratamientos duplicados, lo que limita la continuidad del cuidado y retrasa la toma de decisiones clínicas (1-4). Esta situación se ve agravada por la falta de interoperabilidad entre sistemas, los altos costos de implementación y las brechas de acceso en entornos vulnerables, lo cual coincide con estudios regionales sobre registros electrónicos en odontología, que evidencian barreras técnicas y legales para el intercambio de información (2,4,5).

DentarlA surge como respuesta a esta problemática al ofrecer una historia clínica electrónica única, con acceso offline y sincronización automática, lo que asegura que los datos clínicos puedan mantenerse actualizados incluso en zonas con conectividad limitada. La propuesta está alineada con el marco normativo peruano, que promueve el uso de tecnologías digitales en salud, como la Ley N° 29733 de protección de datos personales (6), la Ley N° 30421 y su Reglamento de Telesalud (Decreto Supremo N.° 005-2021-SA) (7), la Ley N.° 30024 sobre interoperabilidad en salud (8), y el Reglamento de la Ley N.° 31814 sobre inteligencia artificial, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 115-2025-PCM, que establece criterios éticos para el manejo de datos sensibles (9).

La plataforma integra inteligencia artificial de manera ética para asistir en diagnósticos diferenciales e identificación en situaciones de desastre, lo que responde a las exigencias internacionales de transparencia y seguridad en aplicaciones de salud digital (10-12). De esta forma, DentarlA no solo contribuye a reducir la duplicación de tratamientos y los riesgos de error, sino que también fortalece la equidad en el acceso a la salud bucal.

El impacto esperado incluye lo siguiente:

- Se proyecta una reducción significativa en la duplicidad de registros, de acuerdo con tendencias observadas en estudios internacional (10,13).
- Mejora en la continuidad del cuidado en urgencias, emergencias o traslados, gracias a la sincronización automática de datos (1,2).
- Mayor equidad en el acceso, con enfoque inclusivo e intercultural para poblaciones indígenas, personas con discapacidad y adultos mayores, mediante interfaces multilingües y adaptadas (14-16).
- Fortalecimiento de la política nacional de salud digital, al estar diseñada con estándares internacionales como FHIR, lo que facilita su escalabilidad (2,17).

En conjunto, DentarlA se proyecta como un instrumento innovador, viable y alineado con las políticas de modernización del sistema de salud peruano, aportando calidad, accesibilidad e inclusión en la atención odontológica.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar e implementar DentarIA, una plataforma de historia clínica electrónica única para odontología en el Perú, que funcione bajo una arquitectura primero sin conexión con sincronización automática, incorpore IA para apoyo diagnóstico, utilice tokens digitales seguros para el acceso y garantice inclusión intercultural y protección de datos.

Objetivos específicos

- Diseñar e implementar la arquitectura técnica de DentarIA con un modelo primero sin conexión y sincronización automática, que permita su uso en consultorios odontológicos con conectividad limitada.
- Integrar un sistema de autenticación seguro mediante tokens digitales enviados por mensaje de texto (SMS), diferenciando niveles de acceso: edición completa para el consultorio principal y acceso de solo lectura o edición temporal en emergencias para consultorios secundarios.
- Incorporar módulos de inteligencia artificial (IA) para diagnósticos diferenciales y generación de resúmenes clínicos automatizados, como apoyo a la toma de decisiones odontológicas.
- Desarrollar interfaces inclusivas y accesibles, con soporte multilingüe en español, quechua, aimara e inglés, con traducción en tiempo real, funciones de lectura en voz alta y diseño simplificado para adultos mayores.
- Asegurar la interoperabilidad con plataformas utilizadas por subsistemas nacionales de salud y organismos oficiales (MINSA, EsSalud, Sanidades de la Policía Nacional del Perú y Fuerzas Armadas, RENIEC, IML), mediante estándares internacionales como FHIR y la integración de un código odontológico estandarizado.
- Garantizar la confidencialidad y seguridad de la información clínica a través de encriptación de extremo a extremo (End-to-End Encryption – E2EE) y cumplimiento estricto de la Ley de Protección de Datos Personales (Ley N.º 29733).

Descripción técnica de la propuesta

DentarIA inicia la historia clínica electrónica única en el consultorio principal, identificada por el Documento Nacional de Identidad (DNI). La plataforma guarda los datos localmente en el dispositivo cuando no hay internet y los actualiza automáticamente en una nube segura al reconectarse, lo que asegura continuidad en áreas con baja conectividad (1,2,13).

Integra inteligencia artificial para diagnósticos diferenciales a partir de síntomas, imágenes y el historial clínico, mejorando la precisión diagnóstica (10-13,18). También incorpora mecanismos de identificación, vinculados a bases oficiales, para situaciones de desastre o pérdida de celular, garantizando ética y seguridad en su aplicación conforme al Reglamento de la Ley N° 31814 sobre inteligencia artificial (9).

El acceso se controla mediante códigos únicos enviados por SMS al celular del paciente, cumpliendo con la Ley N.º 29733 de protección de datos personales (6). Los roles de acceso incluyen:

- Odontólogo principal: edición completa.
- Consultorios secundarios: acceso en solo lectura o edición temporal en urgencias y/o emergencias.
- Pacientes: visualización de historia clínica, diagnósticos, citas y presupuestos mediante una aplicación móvil.
- Accesos institucionales especiales:
 - Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Ministerio Público (IML): acceso exclusivo en situaciones de desastres o siniestros masivos, con el fin de utilizar la información odontológica en procesos de identificación forense. Justificado por el potencial uso de la odontología forense en emergencias y desastres masivos.
 - Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RENIEC): acceso controlado para la creación de un registro nacional de identificación odontológica, que complemente los datos de identidad oficial de los ciudadanos y fortalezca la respuesta del Estado en casos de emergencia.

Además, DentarIA incorpora un código odontológico estandarizado, generado automáticamente a partir de los registros clínicos y radiográficos del paciente (dientes presentes o ausentes, restauraciones, endodoncias, prótesis e implantes), siguiendo la nomenclatura FDI. Este código se integra de manera complementaria al registro de identidad oficial en RENIEC y constituye un recurso clave para el IML en procesos de identificación odontológica, especialmente en desastres o emergencias masivas.

La plataforma soporta distintos idiomas (español, quechua, aimara e inglés) con traducción automática, promoviendo inclusión intercultural y accesibilidad (14-16). Para menores de edad, adultos mayores y personas con discapacidad se incluyen opciones de voz, impresión de resúmenes y acceso delegado por SMS a los familiares responsables de su cuidado.

DentarIA está alineada con la normativa de telesalud peruana desde la Resolución Ministerial N.º 365-2008-SA, que aprobó la Norma Técnica de Telesalud (19), y fortalecida posteriormente por la Ley N.º 30421 y su reglamento (7). Asimismo, sigue estándares internacionales como FHIR, lo que facilita su escalabilidad hacia los sistemas estatales y fortalece la salud digital regional (2,4,17).

Etapas de desarrollo o implementación

DentarIA se desarrollará en cinco etapas progresivas, contemplando el apoyo de un equipo externo de desarrollo tecnológico. El plan prioriza simplicidad, validación práctica y un crecimiento sostenible:

- **Etapa 1 (2–3 meses): Diseño conceptual y planificación**

Se seleccionará un equipo de apoyo (desarrollador y/o diseñador) y se definirán los requerimientos técnicos, legales y clínicos. Se elaborarán los primeros bocetos de la plataforma, incluyendo el flujo de almacenamiento de datos offline, los accesos en urgencias, emergencias y situación de desastre, además de la interfaz básica. Se realizarán sesiones iniciales con odontólogos y pacientes para orientar el diseño.

- **Etapa 2 (3–4 meses): Desarrollo inicial de la aplicación**

Se construirá la primera versión funcional con las características básicas: traducción multilingüe, acceso mediante códigos enviados por mensaje de texto, funcionamiento offline con sincronización en la nube y primeros módulos de apoyo al diagnóstico. Durante esta fase se harán pruebas técnicas, incluyendo pruebas unitarias y de seguridad, y correcciones rápidas basadas en retroalimentación.

- **Etapa 3 (2 meses): Validación con usuarios**

Se aplicará la plataforma con un grupo reducido de odontólogos y pacientes, evaluando usabilidad, comprensión de traducciones y accesibilidad para los usuarios. El equipo desarrollador ajustará el diseño y corregirá problemas técnicos identificados.

- **Etapa 4 (2 meses): Piloto en consultorio principal**

La aplicación se implementará en un consultorio de prueba, simulando casos reales como traslados de pacientes o situaciones de urgencia, emergencia y/o desastre. Se verificará la actualización correcta de la información entre dispositivos y la integración de accesos temporales. Se incorporarán mejoras finales antes de la expansión.

- **Etapa 5 (2 meses): Escalabilidad y difusión**

Se adaptará la plataforma para futuras conexiones con otras plataformas y se elaborará un plan de sostenibilidad. Paralelamente, se impulsará la difusión mediante talleres y presentaciones dirigidas a consultorios privados y asociaciones odontológicas.

Duración total estimada: 11–13 meses, lo que permite un desarrollo cuidadoso, con apoyo externo especializado y garantizando pruebas reales antes de su implementación a mayor escala.

Tecnologías utilizadas

DentarIA combina herramientas accesibles con tecnologías de última generación en salud digital, priorizando la simplicidad para el usuario y la seguridad de la información.

La plataforma funciona en dispositivos móviles y computadoras, lo que permite que tanto pacientes como odontólogos puedan usarla desde distintos equipos. Un aspecto central es que puede trabajar sin conexión a internet: los datos se guardan de manera local en el dispositivo y se actualizan automáticamente cuando hay conexión. Esto asegura atención continua incluso en zonas con baja conectividad (2,13).

Para la seguridad y privacidad de la información, todos los datos se encriptan, es decir, se transforman en códigos imposibles de leer por terceros, cumpliendo con la Ley de

Protección de Datos Personales (Ley N.º 29733) en el Perú. Esto garantiza que la historia clínica electrónica esté protegida en todo momento (6).

El acceso se gestiona mediante tokens digitales enviados por mensaje de texto (SMS), lo que facilita un control seguro y sencillo para el paciente. Este sistema permite que el odontólogo principal tenga permisos de edición, mientras que otros consultorios acceden solo en modo lectura o con permisos temporales en situaciones de urgencia y/o emergencia (18).

La plataforma integra IA como apoyo en la detección de patrones sugestivos de caries y abscesos en radiografías, siempre como complemento al diagnóstico clínico. Estos algoritmos funcionan únicamente como apoyo, sin reemplazar el criterio profesional, y cumplen con lineamientos éticos internacionales (9–12).

Asimismo, DentarIA incorpora módulos de traducción automática en tiempo real para idiomas como español, quechua, aimara e inglés, junto con funciones de lectura de texto en voz alta, lo que facilita la comunicación en poblaciones indígenas, personas con discapacidad y adultos mayores (14-16).

En el futuro, la aplicación podrá integrarse con el sistema de salud pública gracias al uso de estándares internacionales como FHIR. Este estándar permite que diferentes sistemas de salud compartan información clínica de forma ordenada y segura, lo que abre la puerta a que DentarIA se conecte con MINSA, EsSalud y Sanidades de la Policía Nacional del Perú y Fuerzas Armadas (1,2,17).

Finalmente, se emplearán tecnologías abiertas y accesibles, conocidas como open- source, para reducir costos, favorecer auditorías y asegurar que la plataforma pueda mantenerse actualizada sin depender de licencias costosas (20,21).

Sustento bibliográfico / normativo

Alegre V, Álvarez MY, Bianchini A, Buedo P, Campi N, Cristina M, et al. Salud digital en América Latina: legislación actual y aspectos éticos. *Rev Panam Salud Publica*. 2024 May 2;48:e40.

Bagolle A, Park M, Martí M. Marco normativo para la salud digital en América Latina y el Caribe: el caso de las historias clínicas electrónicas. *Avances y tareas pendientes* [Internet]. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo; 2023[citado el 19 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/marco-normativo-para-la-salud-digital-en-america-latina-y-el-caribe-el-caso-de-las-historias>

Manrique Chávez JE. Teleodontología: Desarrollo y Gestión de la Telesalud en la Odontología. *Rev. Estomatol. Herediana*. 2021;31(4): 239-241.

Tasayco-Torbisco GL., Condor Camara DF. Teleodontología: una definición por esclarecer. Revisión de la literatura. *Rev. Estomatol. Herediana*. 2023;33(2):138- 153.

Farajollahi B, Sheikhtaheri A, Ahmadi M. Barriers and facilitators for the implementation of electronic dental record systems: Perspectives from a developing country. *Int J Med Inform*. 2024;192:105622.

Congreso de la República del Perú. Ley N.º 29733, Ley de Protección de Datos Personales [Internet]. Lima: Congreso de la República; 2011 [citado el 19 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.leyes.congreso.gob.pe/documentos/leyes/29733.pdf>

Ministerio de Salud del Perú. Decreto Supremo N.º 005-2021-SA: Reglamento de la Ley N.º 30421, Ley Marco de Telesalud [Internet]. Lima: El Peruano; 2021 [citado el 19 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://img.lpderecho.pe/wp-content/uploads/2021/01/Reglamento-Ley-30421-marco-telesalud-decreto-supremo-n-005-2021-sa-LP.pdf>

Congreso de la República del Perú. Ley N.º 30024, Ley que crea el Registro Nacional de Historias Clínicas Electrónicas [Internet]. Lima: Congreso de la República; 2013 [citado el 19 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/30024.pdf>

Presidencia del Consejo de Ministros del Perú. Decreto Supremo N.º 115-2025-PCM, que reglamenta la Ley N.º 31814, Ley que promueve el uso de la inteligencia artificial en favor del desarrollo económico y social del país [Internet]. Lima: Presidencia del Consejo de Ministros; 2025 [citado el 19 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/8619777/7133522-decreto-supremo-n-115-2025-pcm.PDF?v=1757422328>

Gurupur VP, Vu G, Mayya V, King C. The Need for Standards in Evaluating the Quality of Electronic Health Records and Dental Records: A Narrative Review. *Big Data and Cogn Comput.* 2024;8(12):168.

Zhang C, Ran L, Chai Z, Yu C, Song J. The design, development and usability testing of a smartphone-based mobile system for management of children's oral health. *Health Informatics J.* 2022;28(3):14604582221113432.

Thurzo A, Urbanová W, Novák B, Czako L, Siebert T, Stano P, et al. Where Is the Artificial Intelligence Applied in Dentistry? Systematic Review and Literature Analysis. *Healthcare (Basel).* 2022;10(7):1269.

Kaushik R, Rapaka R. AI-driven evolution in teledentistry: A comprehensive overview of technology and clinical applications. *Dent Rev.* 2025;5(2):100154.

Aguirre-Martínez LM, Osorio L. Datos del mundo real y evidencia del mundo real en odontología: el panorama latinoamericano. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.* 2022;33(2):6-8.

Nayak P, Nayak S, Acharya S, Sathiyabalan D. Smartphone apps: A state-of-the-art approach for oral health education. *J Oral Res.* 2020;8(5):386-393.

Pascadopoli M, Zampetti P, Nardi MG, Pellegrini M, Scribante A. Smartphone Applications in Dentistry: A Scoping Review. *Dent J (Basel).* 2023;11(10):243.

Mauricio D, Llanos-Colchado PC, Cutipa-Salazar LS, Castañeda P, Chuquimbalqui-Maslucán R, Rojas-Mezarina L, et al. Electronic Health Record Interoperability System in Peru Using Blockchain. *iJOE.* 2024;20(3):136-153.

Alanazi A, Alghamdi G, Aldosari B. Informational Needs for Dental-Oriented Electronic Health Records from Dentists' Perspectives. *Healthcare (Basel).* 2023;11(2):266.

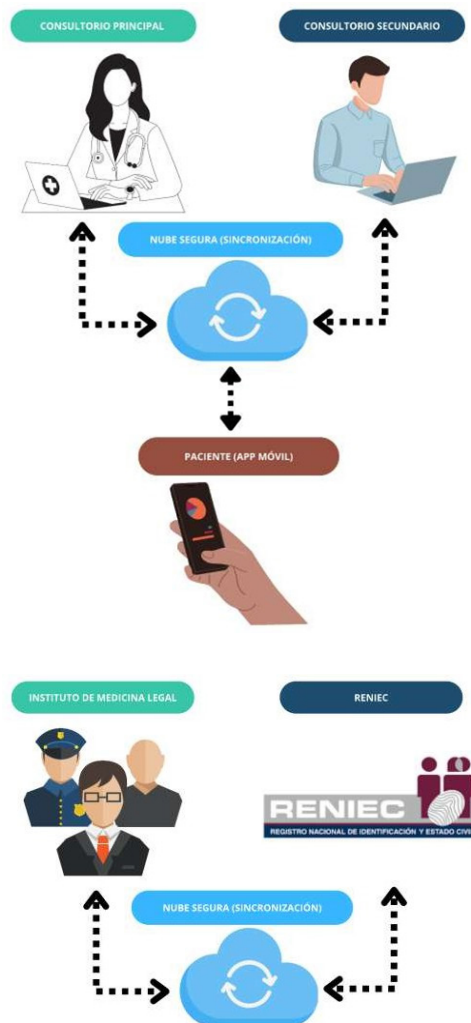
Ministerio de Salud del Perú. Norma Técnica de Salud N.º 067-MINSA/2023/DGIESP: para la implementación y fortalecimiento de la telesalud en el primer nivel de atención [Internet]. Lima: Ministerio de Salud; 2023 [citado el 19 de septiembre de 2025]. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6396094/5605610-nts_067.pdf?v=1716568308](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6396094/5605610-nts_067.pdf?v=1716568308)

Nzabonimana E, Malele-Kolisa Y, Hlongwa P. The Feasibility and Acceptability of a Mobile Application for Oral Health Education Among Adults in Rwanda. Clin Cosmet Investig Dent. 2024;16:359-369.

Ajay K, Azevedo LB, Haste A, Morris AJ, Giles E, Gopu BP, Subramanian MP, Zohoori FV. App-based oral health promotion interventions on modifiable risk factors associated with early childhood caries: A systematic review. Front Oral Health. 2023;4:1125070.

Anexos (gráficos y evidencias)

Anexo 1. Esquema funcional de dentaria



Anexo 2. Esquema funcional de dentaria



Anexo 3. Idiomas soportados y accesibilidad en dentaria

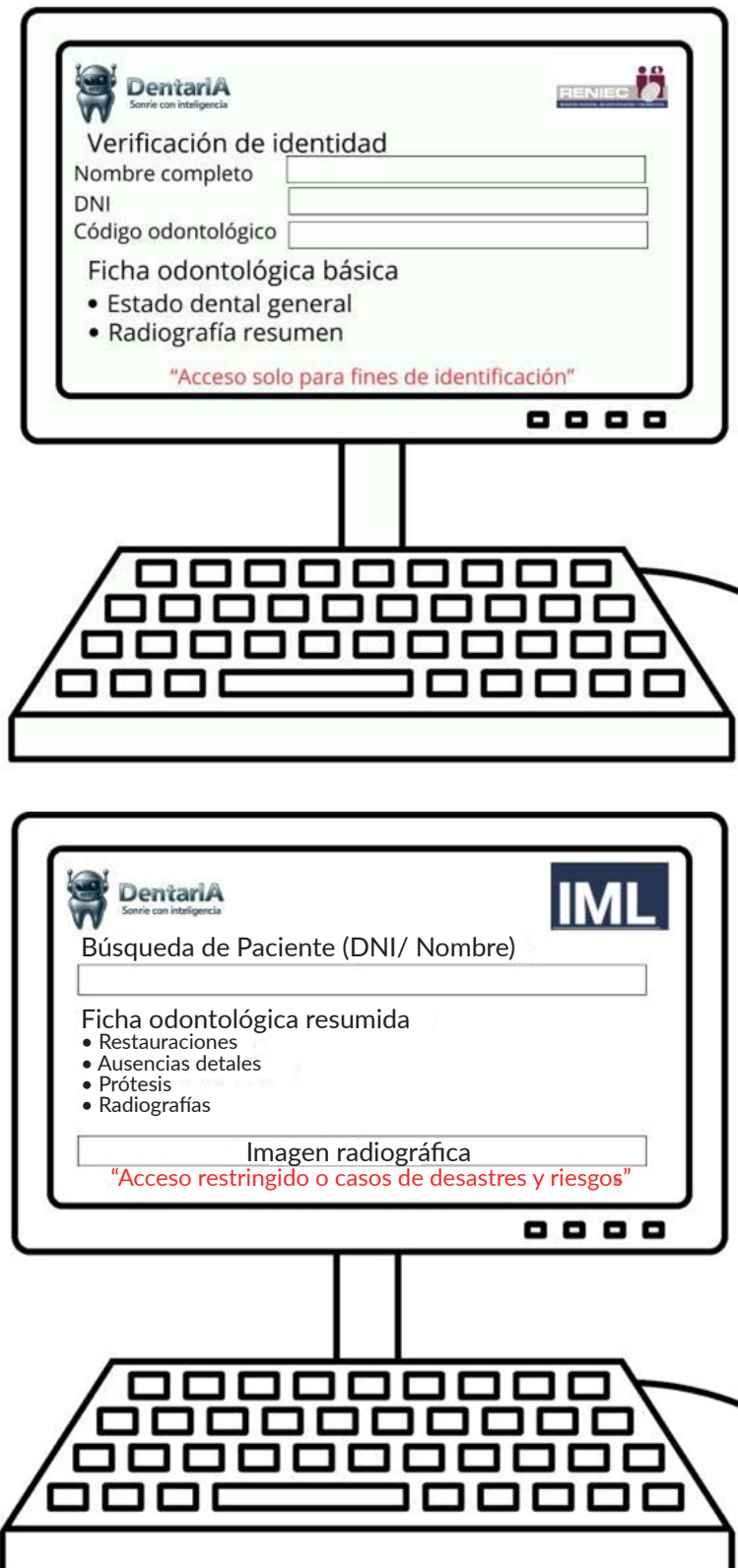
Idiomas	Disponibilidad en DentarIA	Accesibilidad adicional
Español	<ul style="list-style-type: none"> • Idioma base de la aplicación. • Traducción automática a los demás idiomas. • Ideal para pacientes hispanohablantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comandos de voz para navegar dentro de la aplicación. • Textos ampliados para pacientes con baja visión. • Acceso delegado vía SMS a familiares autorizados. • Impresión simplificada de resúmenes de la historia clínica.
Quechua	<ul style="list-style-type: none"> • Transcripción y traducción en tiempo real de diagnósticos, tratamientos y citas desde el español. • Reconocimiento de voz y lectura en voz alta para pacientes que no saben leer español ni quechua escrito. • Pensado para pacientes quechuahablantes, sobre todo adultos mayores o de zonas rurales. 	

Idiomas	Disponibilidad en DentarIA	Accesibilidad adicional
Aimara	<ul style="list-style-type: none"> • Transcripción y traducción en tiempo real de diagnósticos, tratamientos y citas desde el español. • Reconocimiento de voz y lectura en voz alta para pacientes que no saben leer español ni aimara escrito. • Dirigido a pacientes aimarahablantes en zonas altoandinas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comandos de voz para navegar dentro de la aplicación. • Textos ampliados para pacientes con baja visión. • Acceso delegado vía SMS a familiares autorizados. • Impresión simplificada de resúmenes de la historia clínica.
Inglés	<ul style="list-style-type: none"> • Transcripción y traducción en tiempo real de diagnósticos, tratamientos y citas desde el español. • Reconocimiento de voz y lectura en voz alta para pacientes que no saben leer español ni inglés escrito. • Orientado a pacientes extranjeros, turistas o residentes internacionales. 	

Anexo 4. Mockup de pantallas (Paciente vs Odontólogo)



Anexo 5. Mockup de pantallas institucionales (RENIEC e Instituto de Medicina Legal)



Anexo 6. Cronograma de implementación de dentaria (11-13 meses)

	1 MES	2 MESES	3 MESES	4 MESES	5 MESES	6 MESES	7 MESES	8 MESES	9 MESES	10 MESES	11 MESES	12 MESES	13 MESES
ETAPA 1: Elección de equipo y boceto	X	X	X										
ETAPA 2: Construcción inicial y pruebas offline				X	X	X	X						
ETAPA 3: Pruebas con odontólogos y pacientes								X	X				
ETAPA 4: Prueba piloto en consultorio principal										X	X		
ETAPA 5: Escalabilidad e integración												X	X

Anexo 7. Pantalla inicial simulada (Login por SMS)



Anexo 8. Generación de Código Odontológico en DentalIA

Paciente	DNI	Historia clínica resumida	Código Odontológico
Juan Pérez	12345678	11: Resina, 26: Extraído, 36: Endodoncia, Prótesis parcial removible	11R-26X-36E-PPR

- 11R → Diente 11 con restauración.
- 26X → Diente 26 ausente (extraído).
- 36E → Diente 36 con endodoncia.
- PPR → Prótesis parcial removible.

Este código se actualiza automáticamente cuando el odontólogo principal registra nuevos procedimientos en la HCE y queda sincronizado en la nube para consulta de RENIEC e IML en casos autorizados.

Del algoritmo a la clínica: Inteligencia Artificial Generativa y Realidad Virtual en la atención odontopediátrica de pacientes neurodivergentes

*Autores: Lucy del Pilar Chiong Lam
Jeniffer Curto Manrique
Sebastián Alejandro Quiroz Falla*

Más del 80% de los niños neurodivergentes, incluyendo aquellos con Trastorno del Espectro Autista (TEA), TDAH, dificultades sensoriales y otras condiciones del neurodesarrollo, enfrenta barreras significativas relacionadas con la ansiedad, hipersensibilidad y la escasa adaptación de los entornos clínicos. Estas dificultades generan baja cooperación, procedimientos incompletos y un impacto negativo en la salud bucal y bienestar emocional de los pacientes y sus familias.

La presente propuesta plantea un modelo innovador que combina Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) y Realidad Virtual (RV) como herramientas complementarias para optimizar la experiencia odontológica de pacientes neurodivergentes. La IA generativa permitirá diseñar entornos virtuales altamente personalizados, ajustados estímulos visuales, auditivos y narrativos de acuerdo con el perfil sensorial de cada paciente. A su vez, la realidad virtual ofrecerá simulaciones inmersivas que preparen al niño para los procedimientos odontológicos en un entorno seguro, controlado y lúdico.

El proyecto propone la creación de un protocolo de entrenamiento multisensorial digital que se desarrollará en tres etapas: (1) caracterización del perfil sensorial y conductual del paciente mediante algoritmos de IA generativa, (2) diseño de simulaciones virtuales progresivas que modelen procedimientos odontológicos simples y no invasivos, y (3) validación clínica de la cooperación, reducción de ansiedad y aceptación de los tratamientos en la atención real.

El impacto esperado es doble: mejorar la cooperación y reducir la ansiedad de los pacientes, favoreciendo una odontología más inclusiva, segura y eficiente; y generar un modelo replicable y escalable en la práctica odontológica a nivel nacional e internacional, con potencial de aplicación en otros grupos vulnerables.

Este proyecto constituye una propuesta pionera en el Perú y Latinoamérica al integrar IA generativa y realidad virtual en la odontopediatría inclusiva. Su carácter innovador busca transformar la atención clínica de niños neurodivergentes y posicionar la odontología peruana como referente regional en la aplicación de tecnologías innovadoras en salud.

Justificación e impacto esperado

El acceso a la atención odontológica de calidad para niños neurodivergentes (TEA, TDAH o trastornos del procesamiento sensorial) continúa siendo un desafío global. Estos pacientes suelen presentar hipersensibilidad sensorial, ansiedad intensa, dificultades de comunicación y experiencias negativas previas que dificultan la cooperación clínica. Estudios reportan que más del 65% de los pacientes neurodivergentes requieren adaptaciones especiales para lograr procedimientos odontológicos exitosos.

Este proyecto se enmarca en el Informe Global sobre Salud Oral de la OMS (2022) y en las Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de la ONU (2006), garantizando el acceso equitativo a la salud bucal. Además, responde a las recomendaciones de la APPD (Association of Pediatric Program Directors) sobre el manejo conductual en pacientes con necesidades especiales.

La propuesta de integrar Inteligencia Artificial generativa y Realidad Virtual Inmersiva busca crear entornos multisensoriales adaptados a las características de cada niño neurodivergentes, facilitando la desensibilización, reduciendo la ansiedad y mejorando la cooperación clínica.

El impacto esperado incluye:

- Incremento de la cooperación odontológicas en pacientes neurodivergentes
- Reducción significativa de ansiedad preoperatoria medida en escalas estandarizadas.
- Menor necesidad de técnicas restrictivas, sedación o derivación hospitalaria.
- Aumento en la satisfacción de familias y cuidadores respecto a la experiencia odontológica.
- Proyección de replicabilidad en otros servicios de salud pediátrica inclusiva en Latinoamérica.

En la práctica clínica, la implementación de este protocolo permitirá reducir los tiempos operatorios en procedimientos básicos como profilaxis, aplicación de flúor y sellantes; que suelen interrumpirse por la ansiedad o baja cooperación. Asimismo, disminuirá la necesidad de técnicas restrictivas y sedación, optimizando los recursos humanos y materiales en la consulta odontopediátrica universitaria y hospitalaria. Esto no solo incrementa la seguridad del paciente, sino también la eficiencia y satisfacción del equipo de salud.

En cuanto al marco ético, el protocolo contempla la aplicación rigurosa del consentimiento informado, considerando la población pediátrica como grupo vulnerable. Los padres o tutores legales serán partícipes activos en cada etapa, desde la caracterización sensorial hasta la implementación clínica. Asimismo, se incluirán estrategias de comunicación

accesible para las familias, asegurando que comprendan el alcance de la intervención, los posibles riesgos y beneficios. De esta manera, se fortalece la autonomía del paciente y de su entorno familiar, alineando la propuesta con los principios bioéticos de justicia, beneficencia y no maleficencia.

Objetivos

Más allá del impacto clínico directo, el proyecto busca empoderar a las familias mediante recursos digitales accesibles que podrán emplearse en el hogar, reforzando la preparación de los niños antes de la cita odontológica. De igual manera, contribuye a la formación de una nueva generación de odontólogos con competencias digitales aplicadas a la salud, incorporando estos modelos en la enseñanza universitaria de la odontopediatría y de la atención a pacientes con necesidades especiales.

Objetivo general

Implementar y evaluar un protocolo de desensibilización sensorial basado en IA generativa y Realidad Virtual para mejorar la cooperación odontológica en pacientes pediátricos neurodivergentes.

Objetivos específicos

- Diseñar entornos virtuales inmersivos personalizados mediante IA generativa adaptados a perfiles sensoriales diversos
- Aplicar un programa de exposición progresivas en realidad virtual ajustado a la tolerancia individual
- Medir cambios en ansiedad y cooperación mediante escalas clínicas (Frank / Venham)
- Evaluar la percepción de los padres sobre la utilidad, accesibilidad y efectividad del protocolo.

Un beneficio adicional esperado del proyecto es su contribución al ámbito académico. La implementación de este protocolo ofrecerá a los estudiantes de odontología una oportunidad única de adquirir competencias digitales aplicadas a la práctica clínica, fomentando la integración de la tecnología en la enseñanza universitaria. Desde esta manera, se impulsa la formación de profesionales preparados para enfrentar los desafíos de la odontología moderna y fortalecer el liderazgo científico de la región en innovación odontopediátrica inclusiva.

Descripción técnica de la propuesta

El protocolo se sustenta en la sinergia entre Inteligencia Artificial generativa y Realidad Virtual inmersiva, articuladas en un modelo clínico adaptable, inclusivo y escalable.

- Evaluación inicial del paciente
 - Elaboración de un perfil neurocognitivo y sensorial a partir de entrevistas con los padres de familias, escalas clínicas estandarizadas (Frank / Venham) y cuestionario del aspecto sensorial.

-
- Uso de un algoritmo de IA de clasificación para identificar patrones de ansiedad, conductas evitativas y necesidades específicas.
 - Personalización con IA generativa
 - Creación automática de narrativa inmersiva ajustadas al perfil del niño
Ejemplo: Un personaje animado explica cada paso en lenguaje sencillo.
 - Ajuste multimodal: Selección automática de colores, música, intensidad de sonidos y nivel de interacción según tolerancia sensorial.
 - Inclusión de chatbot parental que brinda guías antes, durante y después de la cita.
 - Exposición progresiva en Realidad Virtual
 - Etapas simuladas: sala de espera, sillón dental, interacción con instrumentos básicos o sonidos controlados.
 - Integración de objetos con transición virtual (muñecos, avatares amigables) que acompañen al niño durante el recorrido.
 - Posibilidad de modular el nivel de realidad del entorno.
Ejemplo: Desde muñecos, animados hasta simulación realista
 - Feedback y adaptación en tiempo real
 - Implementación de biofeedback básico (frecuencias cardíacas, expresiones faciales o movimientos de manos) para ajustar automáticamente la intensidad del entorno visual.
 - Registro continuo de datos que nutren el sistema de IA para mejorar las sesiones futuras (aprendizaje adaptativo).
 - Generación de reportes clínicos automáticos que resuman niveles de ansiedad, cooperación y progreso.
 - Integración clínica y replicabilidad
 - El protocolo está diseñado para aplicarse en clínicas odontopediátricas, pero es escalable a otros servicios de salud pediátrica
 - Se plantea un modelo híbrido: Realidad virtual inmersiva en consulta + versiones en tablet / PC para entrenamiento en caso con los padres de familia.
 - El modelo también es escalable a otros grupos vulnerables, como niños con ansiedad dental severa, pacientes hospitalizados y adultos mayores con deterioro cognitivo. Además, puede integrarse en programas de salud bucal escolar o en campañas comunitarias impulsadas por el Ministerio de Salud, garantizando así un impacto a nivel poblacional. Este enfoque convierte a la propuesta en una herramienta versátil de salud pública inclusiva.

Etapas del desarrollo o implementación

- Diseño
Duración: 2 meses

-
- Creación de entornos inmersivos en el programa Unity / Unreal Engine que simulen sala de espera, sillón odontológico y procedimientos básicos
 - Entrenamiento de modelos de IA generativa (GPT y Stable Diffusion / 3D) para desarrollar narrativas, guiones audiovisuales y personajes adaptados al perfil de cada paciente.
 - Desarrollo de un módulo de personalización para integrar música, instrucciones verbales, colores y estímulos visuales ajustables según las necesidades sensoriales del paciente.
 - Revisión ética y validación con un comité interdisciplinario (odontopediatras, psicólogos, terapeutas ocupacionales y especialistas en pacientes neurodivergentes).
 - **Prueba piloto**
Duración: 3 meses
Selección de 10 pacientes neurodivergentes (TEA, TDAH, Síndrome de Down, entre otros).
 - Los criterios de inclusión contemplarán pacientes pediátricos de entre 3 y 14 años con diagnóstico confirmado de TEA, TDAH o trastornos del procesamiento sensorial, que presenten ansiedad o dificultades de cooperación en contextos clínicos. Se excluirán pacientes con epilepsia fotosensible, alteraciones visuales graves no corregibles o condiciones médicas que contraindiquen el uso de dispositivos de realidad virtual. Esta delimitación permitirá garantizar la seguridad de los participantes y obtener resultados más homogéneos en la fase piloto.
 - Uso de protocolo con sesiones controladas con realidad virtual, midiendo variables fisiológicas (frecuencia cardiaca, reactividad de la piel) y conductuales (tiempo de cooperación, número de interrupciones).
 - Ajustes iterativos al sistema según resultados, incorporando retroalimentación de familias y profesionales de salud.
 - Registro audiovisual y análisis con software de observación clínica para documentar cambios de conducta y tolerancia a estímulos.
 - **Implementación clínica**
Duración: 6 meses
 - Aplicación en al menos 40 pacientes con diferentes diagnósticos neurodivergentes en un entorno odontológico real.
 - Integración del sistema Realidad Virtual (VR) - Inteligencia Artificial dentro de la consulta, en fases:
 - Sala de espera → Sillón odontológico → Procedimientos no invasivos
 - (*) Procedimiento no invasivo: Profilaxis, sellantes o aplicación tópica de flúor
 - Capacitación de profesionales en el uso del sistema, con guías clínicas y talleres
 - Inclusión de métrica clínicas (reducción de dosis de anestesia, menor necesidad de contención física y reducción de tiempo operatorio)

- **Implementación clínica**

Duración: 6 meses

- Aplicación en al menos 40 pacientes con diferentes diagnósticos neurodivergentes en un entorno odontológico real.
- Integración del sistema Realidad Virtual (VR) - Inteligencia Artificial dentro de la consulta, en fases:
Sala de espera → Sillón odontológico → Procedimientos no invasivos
(*) Procedimiento no invasivo: Profilaxis, sellantes o aplicación tópica de flúor
- Capacitación de profesionales en el uso del sistema, con guías clínicas y talleres
- Inclusión de métrica clínicas (reducción de dosis de anestesia, menor necesidad de contención física y reducción de tiempo operatorio)

- **Evaluación**

Duración: 3 meses

- Análisis comparativo antes y después de la implementación en cooperación y reducción de ansiedad.
- Uso de escalas estandarizadas: Test de Venham, Escala de Frankl y escala de ansiedad dental pediátrica.
- Encuestas de satisfacción a los padres de familia y profesionales para medir percepción de efectividad, usabilidad y aceptación social.
- Generación de artículos para revistas indexadas (Scopus / PubMed) y presentación de resultados en congresos.
- Proyección hacia un modelo replicable en otras especialidades médicas (pediatría, psicología clínica y terapia ocupacional)

Tecnologías utilizadas

La propuesta integra de manera sinérgica tecnologías de inteligencia artificial generativa (Gen IA) y realidad virtual inmersiva (VR), aplicadas a la práctica odontopediátrica inclusiva. Para el desarrollo de entornos tridimensionales se emplearán motores gráficos como Unity y Unreal Engine, capaces de recrear con alta fidelidad la sala de espera, el sillón odontológico y procedimientos básicos.

La IA generativa, basada en modelos de lenguaje (GPT) y de imágenes /3D (Stable Diffusion, Blender AI), permitirá diseñar narrativas personalizadas, guiones audiovisuales y personajes adaptados a cada perfil sensorial, mejorando la preparación y cooperación del paciente. Además, se incorporarán chatbots conversacionales de acompañamiento, que refuercen la educación odontológica desde casa y generen continuidad terapéutica.

En la consulta, el uso de hardware de realidad virtual con seguimiento ocular y retroalimentación se complementará con sistemas de biofeedback en tiempo real (frecuencia cardíaca, respuesta fisiológica de la piel), ajustando automáticamente los estímulos según las reacciones del paciente. Todo este ecosistema estará soportado por

plataformas de machine learning para personalización progresiva, garantizando que el sistema se adapte y mejore con cada uno.

De manera transversal, el protocolo considera los estándares éticos y normativos internacionales en protección de datos y la normativa peruana vigente sobre historia clínica electrónica; asegurando la confidencialidad y seguridad de la información sensible.

Finalmente, se proyecta la escalabilidad de la tecnología a otras áreas de la salud pediátrica (terapia ocupacional, psicología o fisioterapia), consolidando el modelo como una herramienta multisectorial con alto impacto social y científico.

La viabilidad económica del proyecto se sustenta en una estrategia de implementación progresiva. En una primera fase, se priorizará el uso de equipos de realidad virtual de bajo costo y software de libre acceso o licencias académicas (Unity, Unreal Engine, Blender AI), reduciendo la inversión inicial.

Sustento bibliográfico / normativo

Un estudio piloto aleatorizado conducido por Wu, Le May et al. (2023) evaluó la factibilidad y aceptación del uso de un juego de realidad virtual (VR) para disminuir el miedo y la ansiedad dental en niños con necesidades especiales de salud (Special Health Care Need). Se usaron medidas observacionales (Escala de Comportamiento y Ansiedad de Venham) y parámetros fisiológicos (frecuencia cardíaca y alfa - amilasa salival) para cuantificar la respuesta del paciente antes y después de los procedimientos. Los resultados preliminares indican que la RV inmersiva puede ser una herramienta no farmacológica útil para mejorar la cooperación en entornos odontológicos pediátricos, lo que apoya la idea de incorporar la realidad virtual y mediciones fisiológicas en tiempo real en nuestro proyecto.

Referencia: Wu, W., May, S. L., Hung, N., Fortin, O., Genest, C., Francoeur, M., Guingo, E., St-Arneault, K., Sylfra, A., Vu, A. K., Carmel, J., Lessard, L., Cara-Slavich, S., De Koven, K., Paquette, J., Hoffman, H., & Asselin, M. (2023). Effects of a Virtual Reality Game on Children's Anxiety During Dental Procedures (VR-TOOTH): Protocol for a Pilot Randomized Controlled Trial. *JMIR Research Protocols*, 12, e49956. <https://doi.org/10.2196/49956>

Bagher, Felemban et al. (2023) realizaron un ensayo clínico aleatorizado con 36 niños con alto nivel de ansiedad entre 6 y 14 años, comparando distracción mediante realidad virtual (VR) durante tratamientos profilácticos con un grupo control que observaba videos normales. Se evaluó ansiedad mediante escalas conductuales como la Escala de Comportamiento y Ansiedad de Venham junto con biomarcadores como frecuencia cardíaca y cortisol salival. Los hallazgos mostraron que el grupo VR presentó reducciones significativas en los niveles de cortisol salival tras el procedimiento, aunque algunas medidas comportamentales no alcanzaron diferencia estadística. Este estudio respalda que la distracción VR puede ser una parte fundamental de un protocolo de entrenamiento multisensorial para reducir ansiedad en pacientes pediátricos.

Referencia: Bagher, S. M., Felemban, O. M., Alandijani, A. A., Tashkandi, M. M., Bhadila, G. Y., & Bagher, A. M. (2023). The effect of virtual reality distraction on anxiety level during dental treatment among anxious pediatric patients: a randomized clinical trial. *Journal Of Clinical Pediatric Dentistry*. <https://doi.org/10.22514/jocpd.2023.036>

Un metanálisis y revisión sistemática reciente sobre el uso de realidad virtual en odontología encontró que, en niños, la VR reduce significativamente la ansiedad dental y el dolor durante tratamientos odontológicos, comparado con métodos tradicionales de distracción. Aunque la calidad de la evidencia varía de moderada a baja, este tipo de hallazgos justifica el desarrollo de protocolos más sistemáticos y personalizados en poblaciones vulnerables, incluidos los pacientes neurodivergentes.

Referencias: Goodship, N., & Taylor, G. (2025). Can virtual reality reduce anxiety and pain in dental patients? Evidence-Based Dentistry.

Un ensayo clínico brasileño reciente (Reis et al., 2023) evaluó el efecto de gafas de realidad virtual como método de distracción durante la administración de anestesia en niños de 4 - 11 años. Los resultados indicaron mejor comportamiento según la Escala de Frankl, menor percepción de dolor con la escala de caras y un menor tiempo operativo durante la administración anestésica en el grupo que usó VR. Este estudio apoyó la posibilidad de que la tecnología VR no solo reduzca ansiedad, sino también optimice tiempos clínicos, lo que puede traducirse en mayor eficiencia en la atención odontológica inclusiva.

Reis, C. L. B., De Almeida, A. C. P., Júnior, E. S. P., Küchler, E. C., Matsumoto, M. A. N., Stuani, M.

B. S., Romano, F. L., Filho, F. B., & De Oliveira, D. S. B. (2023). Effectiveness of Virtual Reality Glasses in Reducing Anxiety in Children and Dentists' Operative Time for Pediatric Dental Procedures: A Randomized Clinical Trial. *Journal Of Advances In Medicine And Medical Research*, 35(21), 149-155. 10.9734/jammr/2023/v35i21522

Respecto al marco normativo, la Ley N°29733 - Ley de Protección de Datos Personales del Perú tiene como propósito garantizar el derecho fundamental a la protección de datos personales, incluyendo los datos de salud. Esta ley obliga a resguardar la confidencialidad de historias clínicas, información biométrica, datos personales sensibles, y regula el consentimiento informado, lo cual es esencial cuando se recolectan datos fisiológicos o conductuales en pacientes neurodivergentes.

Referencia: Congreso de la República del Perú. (2011). Ley N.º 29733, Ley de Protección de Datos Personales. <https://www.leyes.congreso.gob.pe/documentos/leyes/29733.pdf>

La Ley N° 29733 también contempla disposiciones sobre la confidencialidad, la información y el consentimiento; garantizando que las personas tienen derecho a saber cómo se usarán sus datos personales, su almacenamiento y su eliminación. En contextos clínicos y de investigación, esto implica que protocolos que recolectan información física (como frecuencia cardíaca o reacciones conductuales) y visual (grabaciones o videos), deben contar con consentimiento informado explícito y medidas de seguridad de la información.

De manera complementaria, la Ley General de la Persona con Discapacidad N°29973 garantiza la igualdad de oportunidades y accesibilidad en los servicios de salud, lo que respalda la pertinencia de este protocolo. Asimismo, los principios bioéticos de beneficencia, no maleficencia, justicia y autonomía guían el desarrollo de la propuesta,

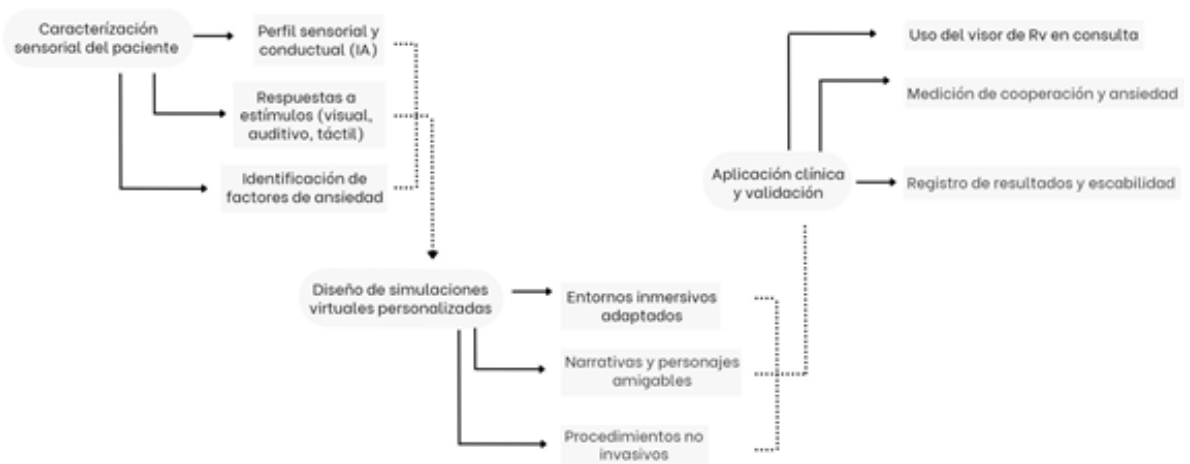
asegurando que la innovación tecnológica siempre esté al servicio de la dignidad y bienestar del paciente. El consentimiento informado y la confidencialidad de los datos continúan siendo ejes centrales en la implementación clínica.

Anexos técnicos, capturas, esquemas o evidencias gráficas

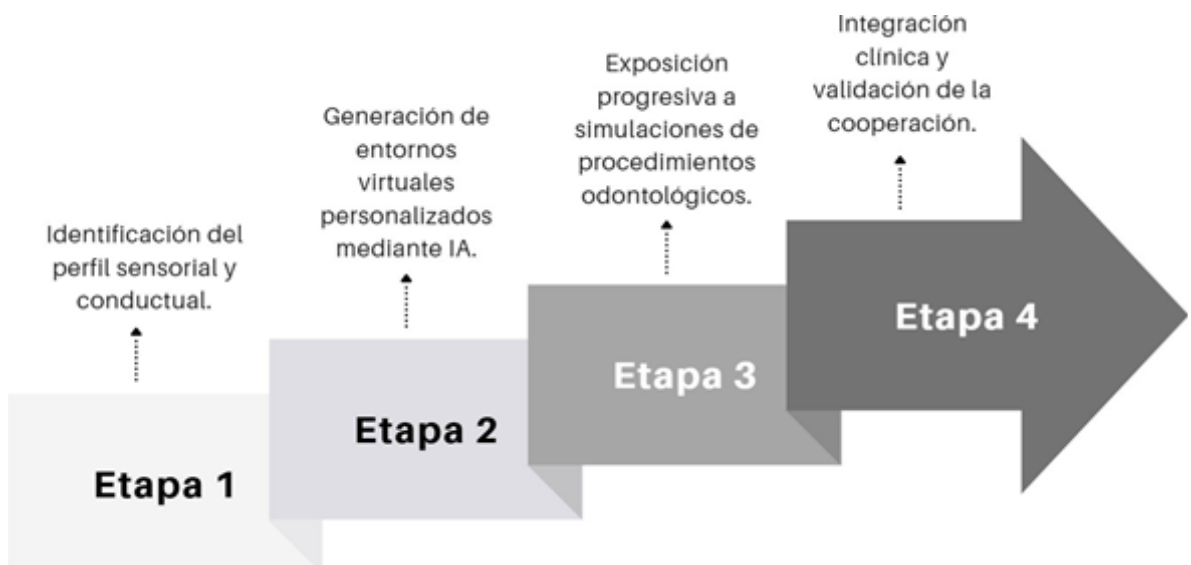
Anexo 1. Esquema general del protocolo multisensorial aplicada con Inteligencia Artificial Generativa

FLUJOGRAMA

MODELO DEL PROTOCOLO MULTISENSORIAL IA + RV



Anexo 2. Diagrama de flujos de etapas



Anexo 3. Comparativo convencional vs. protocolo digital inclusivo

Aspecto	Atención odontopediátrica convencional	Protocolo digital inclusivo (IA + RV)
Nivel de ansiedad	Alto: miedo, llanto y resistencia	Reducido: entorno amigable y controlado
Cooperación del paciente	Baja: movimientos, rechazo al tratamiento	Alta: participación activa y relajada
Experiencia sensorial	Sobrecarga por luces, ruidos y estímulos clínicos	Estímulos personalizados y graduados según perfil sensorial
Procedimientos clínicos	Frecuentemente incompletos o interrumpidos	Mayor tasa de procedimientos exitosos y continuos
Impacto emocional	Negativo: genera estrés en el niño y la familia	Positivo: favorece confianza y adaptación progresiva
Escalabilidad del modelo	Limitada al ámbito clínico tradicional	Replicable en escuelas, campañas y comunitarias

Anexo 4. Representaciones del entorno de realidad virtual

1. Ingreso al mundo virtual

El paciente usa el visor de realidad virtual. En la pantalla aparece un consultorio amigable con colores suaves para una mejor adecuación del medio.



2. Sala odontológica virtual

El entorno muestra un sillón odontológico, pero con diseño lúdico (bordes redondeados y sin instrumentos amenazantes).



3. Personajes amigables

El entorno muestra un sillón odontológico y una mascota virtual que da la bienvenida al paciente odontopediátrico.



4. Simulación no invasiva

El avatar explica un procedimiento sencillo como abrir la boca o mostrar un espejo dental. Todo se presenta como un juego.

5. Refuerzo positivo

Al completar la simulación, el niño recibe un mensaje motivador: *“Lo lograste”* o *“Estás listo para tu cita en el dentista, eres lo máximo”*

Anexo 5. Variante portátil del protocolo

La versión portátil del protocolo propone una alternativa de bajo costo y accesibilidad, diseñada para ser utilizada fuera del entorno clínico. Consiste en la implementación del sistema de desensibilización multisensorial mediante tablets o laptops con audífonos y visualización 3D básico, adaptada para escenarios como:

- Salas de espera odontológicas: el niño puede interactuar con el entorno visual antes de pasar a consulta, reduciendo la ansiedad inicial.
- Domicilios: los padres aplican el protocolo de exposición progresiva en casa, reforzando la preparación previa a la cita.
- Instituciones educativas: integración en programas de salud escolar, donde se promueve la familiarización con entornos odontológicos de manera lúdica.

Características principales:

- Entorno virtuales simplificados pero manteniendo narrativa amigable y estímulos graduados.
- Compatibilidad multiplataforma (Windows, Android o iOS)
- Acceso mediante aplicaciones descargables o versión web interactiva.
- Uso de audífonos para mantener control sensorial y evitar distracciones externas.
- Registro de interacción y retroalimentación sincronizable con la versión clínica completa en visor de realidad virtual.

Característica	Versión inmersiva (Visor RV + GenIA)	Versión portátil (tablet / celular / laptop)
Entorno	Simulación 3D inmersiva en clínica	Escenarios virtuales simplificados en pantalla
Interacción	Visor RV con biofeedback y seguimiento ocular	Pantalla táctil, teclado o ratón con audífonos
Aplicación	En consulta odontopediátrica bajo supervisión profesional	En salas de espera, domicilios o instituciones educativas
Personalización	Narrativas, personajes y estímulos graduados por IA en tiempo real	Versiones pre configuradas adaptadas al perfil sensorial
Objetivo	Preparación clínica y reducción de ansiedad en procedimientos odontológicos reales.	Refuerzo previo y entrenamiento progresivo en entorno accesibles
Accesibilidad	Hardware especializado de RV	Compatible con dispositivos comunes (Android, Windows o iOS)
Impacto esperado	Mayor cooperación y reducción de ansiedad clínica en tiempo real.	Continuidad terapéutica y escalabilidad en comunidades con menos recursos.

Anexo 6. Ficha de observación conductual

Modelo de ficha para el registro de la cooperación y ansiedad del paciente, con uso de escalas validadas como la Escala de Frankl y Escala de Ansiedad - Comportamiento de Venham.

Ficha de Observación Conductual

Datos del paciente

Nombre:	
Edad:	_____ Sexo: _____
Fecha:	___/___/___
Profesional:	

1. Escala de Cooperación (Frankl)

Categoría	Descripción	Observación
1	Negativo: rechazo total, llanto fuerte, falta de cooperación	<input type="checkbox"/>
2	Negativo moderado: reticente, llanto débil, cooperación limitada	<input type="checkbox"/>
3	Positivo: aceptación cautelosa, ligera reserva pero cooperación	<input type="checkbox"/>
4	Muy positivo: buena relación, interés y disfrute evidente	<input type="checkbox"/>

2. Escala de Ansiedad (Venham)

Puntaje	Descripción	Observación
0	Relajado: sonrisa, postura cómoda	<input type="checkbox"/>
1	Ansioso leve: tranquilo pero sin sonreír, vigilante	<input type="checkbox"/>
2	Tensión: mandíbula rígida, movimientos tensos	<input type="checkbox"/>
3	Ansiedad moderada: inquieto, frotamiento de manos, mirada ansiosa	<input type="checkbox"/>
4	Ansiedad intensa: agitación, llanto, tensión marcada	<input type="checkbox"/>
5	Ansiedad extrema: resistencia activa, pánico, imposibilidad de proceder	<input type="checkbox"/>

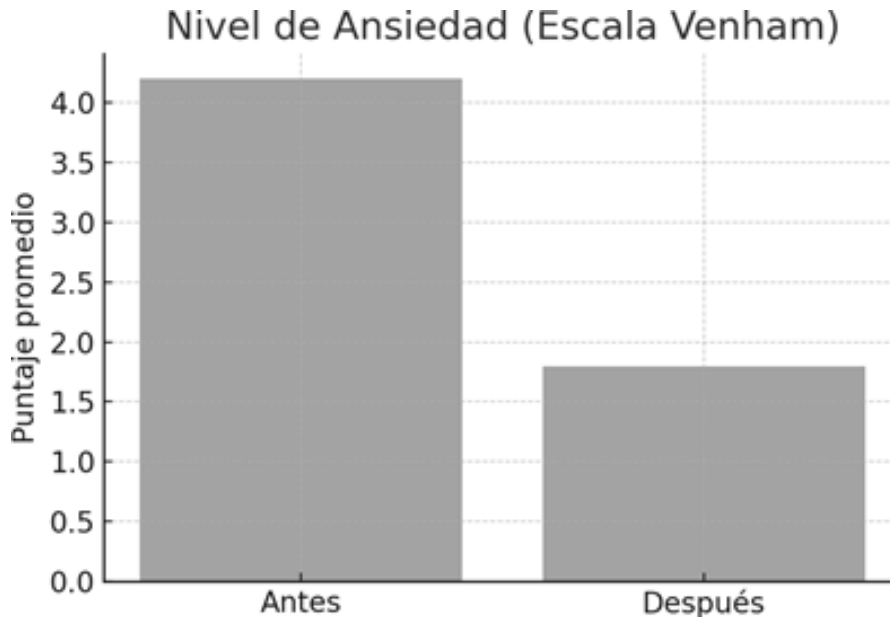
3. Notas clínicas

Anexo 7. Instrumentos digitales de medición

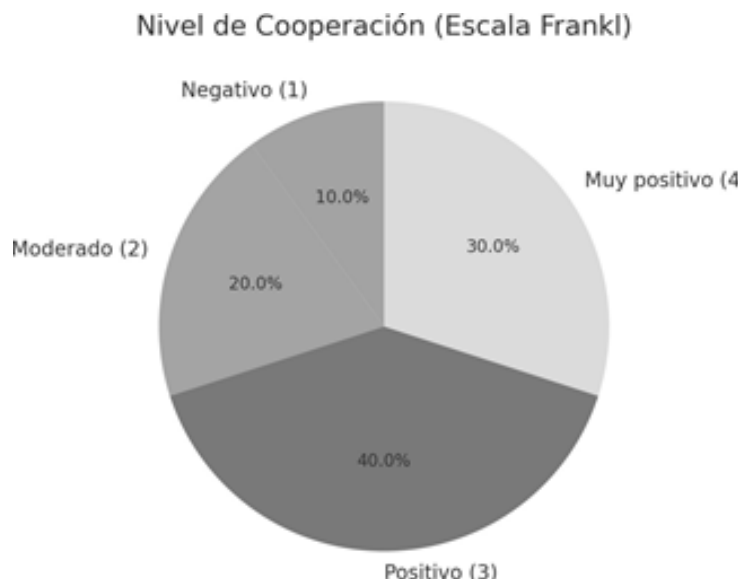
Este anexo presenta un ejemplo de interfaz y reportes generados por el software de registro integrado al protocolo.

Los instrumentos digitales permiten sistematizar la información clínica y ofrecen métricas objetivas sobre la evolución del paciente. Entre los principales indicadores destacan:

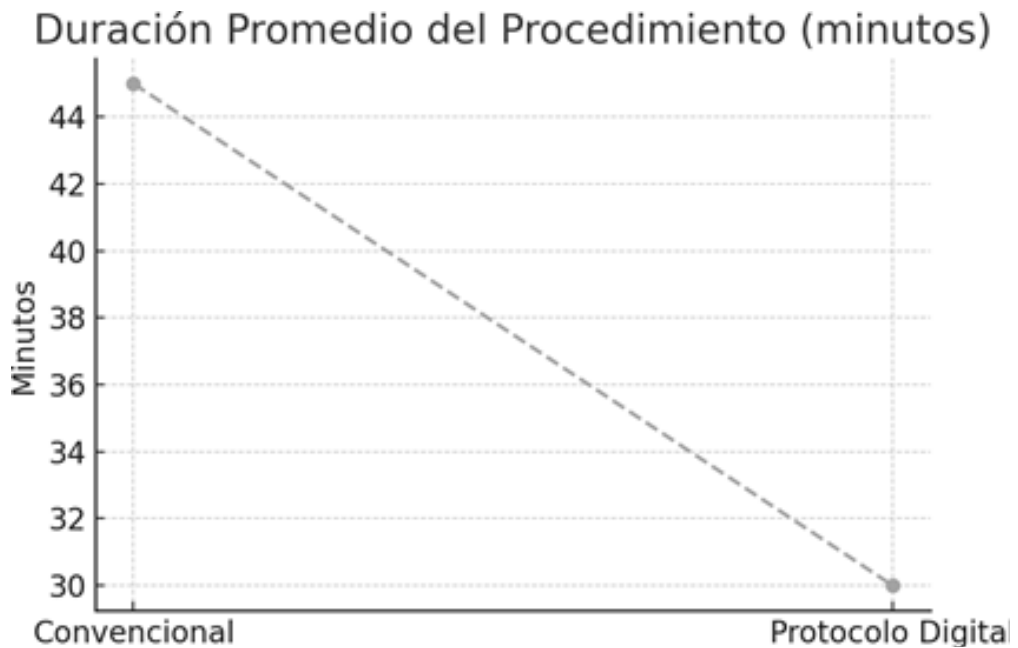
- **Nivel de ansiedad - Escala de Venham:** gráfico de barras que compara la ansiedad inicial vs. posterior al uso de protocolo.



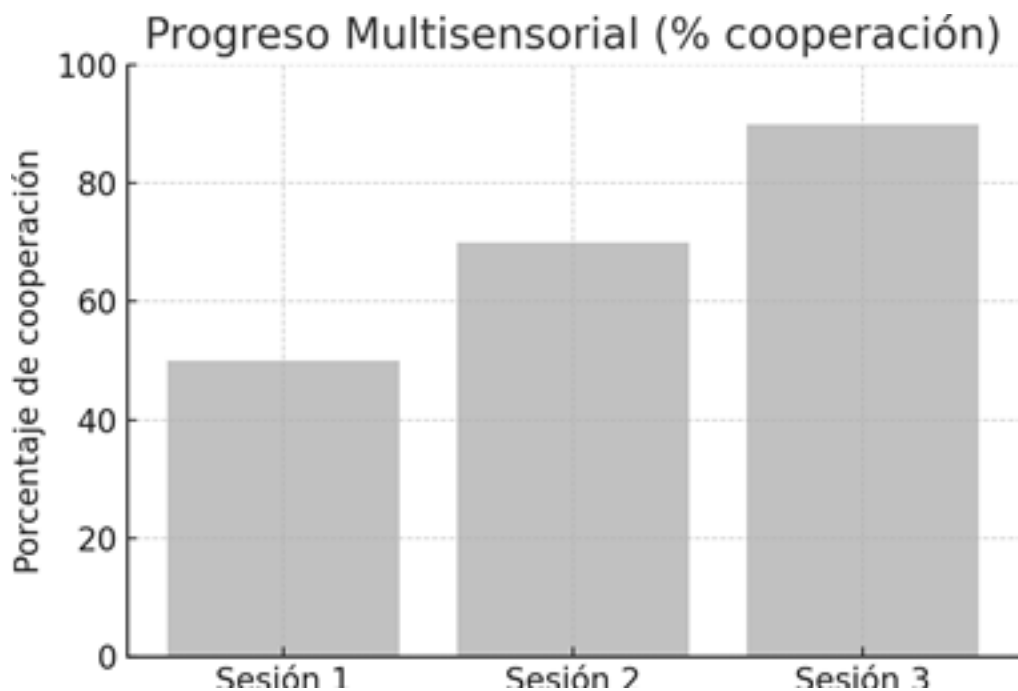
- **Nivel de cooperación - Escala de Frankl:** gráfico circular que refleja el porcentaje de pacientes en cada categoría de cooperación.



- **Duración del procedimiento odontológico:** línea del tiempo que muestre la reducción del tiempo clínico en comparación con la atención convencional.



- **Progreso multisensorial:** panel de seguimiento que registra la exposición a simulaciones y la respuesta conductual en cada sesión.



Anexo 8. Proyección de aplicación en salud pública

Este esquema presenta la escalabilidad del protocolo digital inclusivo en el ámbito de la salud pública.

El modelo puede integrarse en:

- Programas de salud bucal escolar: Los niños pueden realizar sesiones de familiarización multisensorial antes de las atenciones clínicas.
- Campañas comunitarias: Empleo de los dispositivos portátiles (tablets o visores RV) en ferias de salud, instituciones educativas o centros comunitarios.
- Centros de atención primaria: Herramienta de apoyo para odontólogos generales y equipos interdisciplinarios que atienden a pacientes neurodivergentes o con ansiedad dental.

La proyección del modelo busca generar un impacto poblacional al:

- Incrementar la cobertura de salud bucal inclusiva
- Favorecer la equidad en la atención odontológica de grupos vulnerables
- Alinear la práctica clínica con las políticas nacionales de salud bucal

Este enfoque convierte al protocolo en una herramienta de salud pública sostenible y replicable, que puede ser escalada progresivamente en el Perú y en otros países de Latinoamérica.

Inteligencia Artificial basada en Deep Learning para la detección automática de características radiográficas de osteoartrosis en la articulación temporomandibular (ATM)

*Autores: Juan Eduardo Vasquez Izquierdo
Kevin Fernando Huamaní Bendezú*

La osteoartrosis de la articulación temporomandibular (ATM) constituye una patología degenerativa frecuente, caracterizada por dolor, limitación funcional, y alteraciones estructurales que afectan la calidad de vida de los pacientes. Su diagnóstico en el Hospital Nacional Dos de Mayo se realiza principalmente mediante radiografías panorámicas, las cuales dependen de la interpretación manual de especialistas, lo que puede ocasionar retrasos y variabilidad diagnóstica. La literatura científica ha demostrado que la inteligencia artificial (IA) aplicada a imágenes panorámicas puede identificar anomalías condilares con alta precisión. Estudios recientes con redes neuronales convolucionales (CNN y R-CNN) lograron clasificar osteoartrosis con una exactitud superior al 80%, evidenciando el potencial de la IA para el diagnóstico primario en contextos clínicos sin acceso a tomografía de haz cónico.

Este proyecto propone el desarrollo de un sistema de Inteligencia Artificial basado en Deep Learning para la detección automática de signos degenerativos de osteoartrosis en la ATM a partir de radiografías panorámicas obtenidas con el equipo Acteon X-Mind Prime 2 3D en el Área de Imagenología Bucal y Maxilofacial del HNDM. La metodología contempla la recopilación de imágenes radiográficas, seguidas de su preprocesamiento y etiquetado por dos especialistas en radiología. Para la gestión centralizada de las imágenes se emplea la plataforma Roboflow, mientras que el entrenamiento de las CNN se realiza en Python utilizando TensorFlow, considerando en la fase inicial el modelo Inception v2.

El resultado esperado es el desarrollo de un prototipo de software hospitalario que fortalezca la capacidad diagnóstica en el Área de Imagenología Bucal y Maxilofacial del HNDM, optimice el tiempo de atención y reduzca los errores de la subjetividad clínica. Este proyecto, desarrollado en colaboración con estudiantes de Ingeniería Biomédica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, fortalece el vínculo hospital-universidad, posiciona al Hospital Nacional Dos de Mayo como referente en innovación odontológica.

Justificación e impacto esperado

La osteoartritis de la articulación temporomandibular (ATM) es una patología degenerativa que ocasiona dolor, limitación funcional y deterioro en la calidad de vida de los pacientes. En el Hospital Nacional Dos de Mayo, el diagnóstico se realiza principalmente con radiografías panorámicas, las cuales requieren interpretación manual por parte de especialistas, lo que puede generar retrasos y variabilidad en la detección de hallazgos degenerativos.

En ese sentido, un estudio reciente evaluó el uso de redes neuronales convolucionales (CNN) para la detección de cambios óseos degenerativos en el cóndilo mandibular a partir de radiografías panorámicas. A partir de un total de 3875 imágenes condilares, los autores clasificaron las alteraciones en aplanamiento, osteofitos y erosión, aplicando enfoques de etiquetado y diferentes divisiones de entrenamiento/prueba. Los resultados evidenciaron que la arquitectura GoogleNet alcanzó el mejor desempeño, con una precisión del 95,23% en la identificación de cambios óseos (Pekince et al., 2025). En la misma línea, otro trabajo basado en redes neuronales convolucionales (CNN y R-CNN) demostró que es posible extraer automáticamente la región condilar y clasificar anomalías en radiografías panorámicas con alta precisión (detección condilar con IoU > 0,5 de hasta 100% y una exactitud de clasificación de OA de ATM con CNN de 84%) (Kim et al., 2020). De manera complementaria, otra investigación que empleó ortopantomografías (OPG) y un modelo ResNet mostró que, al simplificar las categorías diagnósticas, la IA alcanzó una sensibilidad de 0,73 y una especificidad de 0,82, comparable al rendimiento de un experto en radiología oromaxilofacial y con concordancia cercana a la tomografía de haz cónico (Choi et al., 2021). Estos antecedentes evidencian que la IA puede desempeñar un rol importante en el diagnóstico primario de la OA de ATM en radiografías panorámicas, especialmente en contextos hospitalarios donde no siempre se dispone de especialistas ni de CBCT.

La implementación de un sistema basado en deep learning en el Hospital Nacional Dos de Mayo, con la colaboración de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, permitirá mejorar la detección temprana de signos degenerativos en la ATM, reduciendo la variabilidad diagnóstica, agilizando los procesos y facilitando la derivación oportuna al especialista en Rehabilitación Oral, responsable del manejo integral de los trastornos temporomandibulares.

El impacto esperado se refleja en cuatro dimensiones:

- Clínico: diagnósticos más rápidos y estandarizados, con referencia temprana a Rehabilitación Oral.
- Institucional: posicionamiento del Hospital Nacional Dos de Mayo como pionero en la aplicación de IA en odontología hospitalaria.
- Académico: fortalecimiento de la alianza con la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en investigación traslacional.
- Social: mejora de la atención en salud pública y posibilidad de replicar el modelo en hospitales nacionales, optimizando la atención de pacientes con TTM.

Objetivos

Objetivo general

Aplicar inteligencia artificial basada en deep learning para entrenar modelos de detección automática de características radiográficas de osteoartritis de la articulación temporomandibular (ATM) en pacientes atendidos en el Hospital Nacional Dos de Mayo, empleando el entorno de programación Python con TensorFlow y considerando en la fase inicial la arquitectura Inception v2. Para la gestión, organización y etiquetado de las imágenes radiográficas se utilizará la plataforma Roboflow.

Objetivos específicos

- Recolectar y anonimizar al menos 1000 radiografías panorámicas del archivo digital del Área de Imagenología Bucal y Maxilofacial del Departamento de Odontoestomatología del Hospital Nacional Dos de Mayo.
- Anotar signos degenerativos de osteoartritis en radiografías panorámicas mediante trabajo colaborativo entre radiólogos del hospital y estudiantes de Ingeniería Biomédica de la UNMSM en la plataforma Roboflow.
- Entrenar y validar modelos de deep learning (Faster R-CNN, Inception v2) exportados desde Roboflow y refinados en TensorFlow/Python.
- Implementar un prototipo de software hospitalario con interfaz amigable, basado en la Roboflow Inference API, para uso clínico interno.

Descripción técnica de la propuesta

Fuente de imágenes: Radiografías panorámicas obtenidas con el equipo de imagenología Marca Acteon, Modelo X-Mind Prime 2 3D, ubicado en el Área de Imagenología Bucal y Maxilofacial del Departamento de Odontoestomatología del Hospital Nacional Dos de Mayo.

- Gestión de imágenes y anotación: se usará Roboflow como plataforma central para:
 - Subir, organizar y estandarizar el dataset de radiografías panorámicas previamente anonimizadas.
 - Realizar anotaciones clínicas de los signos degenerativos (erosión, osteofitos, esclerosis, quiste subcondral, aplanamiento) mediante bounding boxes.
 - Los cambios óseos evaluados serán aplanamiento (un contorno óseo plano que se desvía de la forma convexa), erosión (una zona de menor densidad del hueso cortical y del hueso subcortical adyacente), osteofitos (excrecencias óseas marginales en el cóndilo), esclerosis (una zona de mayor densidad del hueso cortical que se extiende hasta la médula ósea) y pseudoquistes (una zona ósea subcortical adyacente osteolítica bien delimitada sin destrucción cortical) (Alexiou et al., 2009; dos Anjos et al., 2012)
 - Permitir anotación colaborativa en la nube entre radiólogos del hospital y estudiantes de Ingeniería Biomédica de la UNMSM.

-
- Estandarizar formatos y exportar data sets listos para entrenamiento.
 - La fase de anotación clínica será desarrollada por dos especialistas en Radiología Bucal y Maxilofacial del Hospital Nacional Dos de Mayo, con el apoyo de dos estudiantes de Ingeniería Biomédica, quienes recibirán capacitación en la clasificación de imágenes mediante la plataforma
 - Roboflow. Este proceso garantizará la precisión diagnóstica y el consenso en la identificación de signos degenerativos asociados a la osteoartritis de la articulación temporomandibular.
 - **Criterios de inclusión**
 - Radiografías panorámicas digitales obtenidas en el equipo Acteon X- Mind Prime 2 3D.
 - Pacientes mayores o iguales a 18 años atendidos en el Departamento de Odontología.
 - Imágenes con adecuada calidad diagnóstica (sin artefactos significativos de movimiento o distorsión).
 - **Criterios de exclusión**
 - Registros de pacientes menores de 18 años.
 - Antecedentes de cirugía ortognática.
 - Macrotraumatismos faciales previos.
 - Enfermedades sistémicas que pudieran causar deformidad articular.
 - **División de grupos de datos:**
 - Entrenamiento: 70%
 - Validación: 20%
 - Prueba: 10%
 - **Preprocesamiento:** Se realiza la normalización de tamaños de las imágenes y su conversión a escala de grises, con el fin de homogeneizar los datos de entrada y facilitar el entrenamiento del modelo. Además, si bien las radiografías son entregadas previamente anonimizadas por el hospital, durante la conversión de archivo de formato DICOM a imágenes en formato PNG, se eliminan los metadatos clínicos residuales manteniendo únicamente la información visual. De esta manera, se asegura tanto la estandarización de los datos como la protección de la información personal.
 - **Entrenamiento:** El entrenamiento del modelo se llevará a cabo usando las librerías de TensorFlow de Python en los servidores de los especialistas de la UNMSM. En esta fase se emplearán diversas arquitecturas de redes neuronales convolucionales (CNN) como Inception v2, Faster R-CNN. El uso de ambas servirá para fortalecer sus capacidades de extracción de características y detección para la identificación de anomalías.

-
- **Evaluación del desempeño diagnóstico:**
 - El prototipo de detección de imágenes será evaluado en un grupo de prueba, nunca utilizado en el entrenamiento.
 - Se comparará su rendimiento frente al diagnóstico de referencia establecido por dos especialistas en Radiología Bucal y Maxilofacial
 - La concordancia diagnóstica entre la IA y los especialistas en Radiología Bucal y Maxilofacial se evaluará mediante el coeficiente kappa de Cohen, reportado con intervalo de confianza al 95%.
 - **Interfaz:** Desplegar el modelo en un software local intuitivo para carga de nuevas radiografías y generación de predicciones automáticas, incluyendo sugerencia de derivación al especialista en Rehabilitación Oral cuando se detecten signos degenerativos.

Etapas del desarrollo o implementación

- **Recolección de datos:** obtención de las imágenes radiográficas previamente anonimizadas que cumplan con los criterios de selección (Hospital Dos de Mayo / UNMSM).
- **Recolección de datos:** obtención de las imágenes radiográficas previamente anonimizadas que cumplan con los criterios de selección (Hospital Dos de Mayo / UNMSM).
- **Preprocesamiento y aumento de datos:** se normalizan los tamaños de las imágenes y se convierten a escala de grises para unificar los datos de entrada y optimizar el entrenamiento del modelo. Durante la conversión de DICOM a PNG se eliminan los metadatos clínicos residuales, asegurando la estandarización de las imágenes y la protección de la información personal. (UNMSM).
- **Entrenamiento del modelo CNN:** implementación y ajuste de la red neuronal convolucional (CNN) para el reconocimiento automático de patrones (UNMSM).
- **Evaluación y validación clínica:** verificación del desempeño del prototipo a través de métricas estadísticas y validación en escenarios clínicos reales (Hospital Dos de Mayo / UNMSM).
- **Desarrollo del prototipo de aplicación hospitalaria:** Integración del prototipo en para el su uso en el entorno local en el Área de Imagenología Bucal y Maxilofacial (Hospital Dos de Mayo / UNMSM).
- **Documentación y difusión de resultados:** elaboración de informes técnicos y académicos, así como socialización de los hallazgos en ámbitos científicos e institucionales (Hospital Dos de Mayo / UNMSM).

Tecnologías utilizadas

- **Lenguaje de programación:** Python.

- Librerías: TensorFlow, Keras, OpenCV, Object Detection API, NumPy, Matplotlib.
- Hardware: uso de CPU para el entrenamiento del modelo.
- Herramientas de gestión de datos: Roboflow, para la organización, anotación y preparación del conjunto de datos.
- Técnicas de Inteligencia Artificial: redes neuronales convolucionales (CNN) y Transfer Learning, aplicadas al reconocimiento y clasificación de imágenes médicas.

Sustento bibliográfico o normativo

Ahmad, M., & Hollender, L. (2019). Imaging of the temporomandibular joint. *Oral and Maxillofacial Radiology*.

Alexiou, K., Stamatakis, H., & Tsiklakis, K. (2009). Evaluation of the severity of temporomandibular joint osteoarthritic changes related to age using cone beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 38(3), 141 – 147. <https://doi.org/10.1259/dmfr/59263880>

Azlağ Pekince, K., Pekince, A., & Kazangirler, B. Y. (2025). Improving TMJ diagnosis: A deep learning approach for detecting mandibular condyle bone changes. *Diagnostics*, 15(8), 1022. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15081022>

Choi, E., Kim, D., Lee, J. Y., et al. (2021). Inteligencia artificial en la detección de osteoartritis de la articulación temporomandibular mediante ortopantomografía. *Scientific Reports*, 11, 10246. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89742-y>

dos Anjos Pontual, M. L., Freire, J. S., Barbosa, J. M., Frazão, M. A., & dos Anjos Pontual, A. (2012). Evaluation of bone changes in the temporomandibular joint using cone beam CT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 41(1), 24–29. <https://doi.org/10.1259/dmfr/17815139>

Kim, D., Choi, E., Jeong, H. G., Chang, J., & Youm, S. (2020). Expert system for mandibular condyle detection and osteoarthritis classification in panoramic imaging using R-CNN and CNN. *Applied Sciences*, 10(21), 7464. <https://doi.org/10.3390/app10217464>

Ley N.º 30421 – Ley Marco de Telesalud, Perú.

Ley N.º 31814 – Ley que promueve el desarrollo y uso responsable de la inteligencia artificial, Perú.

Mourad, L., Aboelsaad, N., Talaat, W. M., Fahmy, N. M. H., Abdelrahman, H. H., & El-Mahallawy, Y. (2025). Automatic detection of temporomandibular joint osteoarthritis radiographic features using deep learning artificial intelligence: A diagnostic accuracy study. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 126(4), 102124. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2024.102124>

Sustento normativo

El presente proyecto se desarrolla bajo el marco legal peruano que regula el uso de tecnologías digitales y la protección de la información en salud:

- Ley N.º 31814: Ley que promueve el desarrollo y uso responsable de la inteligencia artificial en el Perú, la cual fomenta la investigación y aplicación de soluciones basadas en IA, garantizando principios éticos, de transparencia y seguridad.
- Ley N.º 29733: Ley de Protección de Datos Personales, que establece la obligación de resguardar la confidencialidad y privacidad de los datos sensibles, en especial los relacionados con la información clínica.

Anexos técnicos, capturas, esquemas o evidencias gráficas

Imagen 1. Proyectos generados en Roboflow. Se observa la creación de dos proyectos independientes, cada uno asignado a un especialista de estomatología para la respectiva anotación de imágenes radiográficas.



Imagen 2. Capacitación del entorno de Roboflow por parte de los estudiantes de Ingeniería Biomédica para la anotación de las radiografías panorámicas.

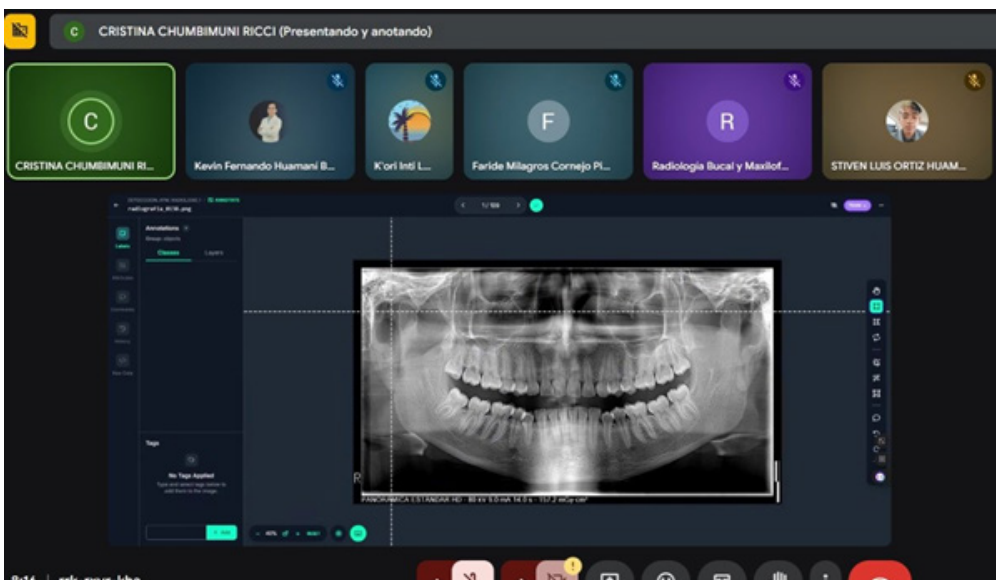


Imagen 3. Exportación del dataset de las radiografías panorámicas anotadas en formato TFRecord, usado posteriormente para el entrenamiento de TensorFlow.

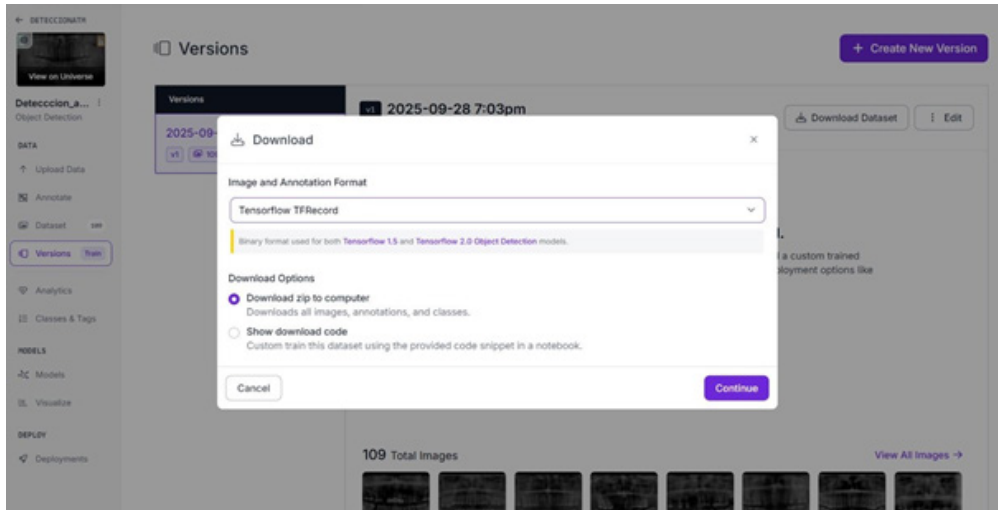


Imagen 4. Reunión de los estudiantes de Ingeniería Biomédica con el departamento de Imagenología Bucal y Maxilofacial del HNDM.



IA generativa que relaciona la postura corporal y la maloclusión

Autora: Kelly Nataly Olivera Ghiggo

El desarrollo de un software odontológico que relacione la postura corporal y la maloclusión tiene como objetivo optimizar el diagnóstico y tratamiento de problemas ortodónticos. Su función principal será mejorar la precisión y personalización del tratamiento, integrando datos clínicos de los pacientes para evaluar de manera eficiente la postura corporal y correlacionarla con los tipos de maloclusión (Angle I, II y III). El sistema utilizará tecnología de captura de imagen o sensores posturales para monitorear la alineación del cuerpo, junto con formularios para registrar la clasificación de la maloclusión. Además, el software incluirá un sistema de recomendaciones, sugiriendo posibles tratamientos como terapias ortopédicas, correcciones posturales o dispositivos ortodónticos, basados en los datos recopilados. También permitirá hacer un seguimiento de la evolución del paciente, promoviendo un enfoque preventivo y personalizado. Este software permitirá a los odontólogos ofrecer soluciones más precisas, mejorando la calidad de la atención y la satisfacción de los pacientes.

Justificación e impacto esperado

El desarrollo de un software odontológico que relacione la postura corporal y la maloclusión es fundamental debido a la creciente necesidad de mejorar los diagnósticos y tratamientos en ortodoncia. La maloclusión y los trastornos posturales pueden estar estrechamente relacionados, afectando la salud general del paciente, además de su bienestar dental. Actualmente, el diagnóstico de estos problemas se realiza de manera aislada, lo que puede limitar la precisión del tratamiento. Este software permitirá una integración de ambas variables, optimizando la evaluación clínica, lo que facilitará un enfoque más personalizado y efectivo en la corrección de estos problemas.

Impacto esperado:

Mejora en la precisión del diagnóstico: Al correlacionar la postura corporal con la maloclusión, los odontólogos podrán identificar causas subyacentes de manera más precisa, lo que conducirá a un diagnóstico más certero.

Tratamientos personalizados: El software permitirá ofrecer recomendaciones de tratamiento más adaptadas a las necesidades específicas de cada paciente, mejorando la efectividad de las intervenciones, como terapias ortopédicas y dispositivos ortodónticos.

Prevención a largo plazo: Gracias a su capacidad de seguimiento, el software permitirá monitorear la evolución del paciente, facilitando la detección temprana de problemas y evitando complicaciones futuras.

Eficiencia en la atención clínica: La automatización de la recolección de datos y la evaluación de la postura y la maloclusión reducirá el tiempo de diagnóstico, permitiendo a los odontólogos atender más pacientes con mayor eficiencia.

Objetivos

Objetivos generales:

- Desarrollar un software odontológico integrado que relacione la postura corporal y la maloclusión, mejorando la precisión en el diagnóstico y tratamiento ortodóntico.

Objetivos específicos:

- Crear una plataforma digital que capture y analice datos posturales y de maloclusión, utilizando tecnología de sensores o imágenes para monitorear la alineación corporal y registrar la clasificación de maloclusión según Angle (tipo I, II y III).
- Diseñar un sistema de recomendaciones que sugiera tratamientos personalizados, como terapias ortopédicas, correcciones posturales y dispositivos ortodónticos, basados en la evaluación de los datos recopilados.
- Implementar una función de seguimiento clínico que permita monitorear la evolución de los pacientes a lo largo del tiempo, favoreciendo un enfoque preventivo y personalizado.
- Optimizar la eficiencia clínica al automatizar la recolección de datos y la evaluación de la postura y maloclusión, reduciendo el tiempo de diagnóstico y permitiendo una atención más ágil y precisa.
- Garantizar la accesibilidad y facilidad de uso del software, proporcionando una interfaz intuitiva para odontólogos y profesionales de la salud, asegurando su adopción en diferentes entornos clínicos.

Descripción técnica de la propuesta

El software odontológico que relaciona la postura corporal y la maloclusión será una plataforma digital diseñada para facilitar y optimizar el diagnóstico y tratamiento de problemas ortodónticos. A continuación, se detallan los componentes técnicos clave:

Captura de Datos:

Tecnología de sensores posturales o cámaras de imágenes: El software incorporará dispositivos de captura de imagen (como cámaras de alta resolución o sensores posturales)

que registrarán la alineación corporal del paciente. Estos datos serán procesados y analizados para detectar alteraciones posturales.

Ficha de registro de maloclusión: Los profesionales registrarán la clasificación de la maloclusión del paciente, siguiendo el sistema de clasificación de Angle (tipo I, II y III), mediante formularios integrados en la plataforma.

Módulo de Análisis:

Algoritmos de correlación postural y maloclusión: El sistema utilizará algoritmos avanzados de análisis de datos para correlacionar los resultados posturales con la clasificación de la maloclusión, permitiendo identificar patrones y posibles causas subyacentes.

Evaluación automática: La plataforma evaluará de forma automática la relación entre los datos posturales y la maloclusión, proporcionando una vista clara y detallada de como ambas variables se interrelacionan.

Sistema de Recomendaciones:

Motor de recomendación de tratamiento: Basado en el análisis de los datos, el software sugerirá tratamientos específicos, como terapias ortopédicas, ajustes posturales y dispositivos ortodónticos adecuados. Estas recomendaciones se personalizarán de acuerdo con las características de cada paciente.

Integración con planes de tratamiento: El software podrá generar y gestionar planes de tratamiento personalizados, recomendando intervalos de seguimiento y ajustes conforme a la evolución del paciente.

Seguimiento y Evaluación Continua:

Base de datos de pacientes: El software almacenará el historial completo de cada paciente, permitiendo realizar un seguimiento a largo plazo de la postura corporal y la evolución de la maloclusión.

Módulo de evolución clínica: A través de evaluaciones periódicas, el software permitirá observar la progresión del tratamiento y ajustar las recomendaciones a medida que el paciente avanza.

Interfaz de Usuario:

Diseño intuitivo: La plataforma contará con una interfaz gráfica fácil de usar, adecuada para profesionales odontológicos. Permitirá una navegación fluida para registrar, analizar y gestionar los datos del paciente sin complicaciones.

Compatibilidad Multiplataforma: El software será accesible desde diferentes dispositivos (computadoras, tablets y móviles) y sistemas operativos (Windows, macOS, Android, iOS), lo que facilitará su implementación en diversas clínicas.

Seguridad y Protección de Datos:

Cumplimiento con Normativas de Protección de Datos: El software garantizará el cumplimiento de normativas de protección de datos personales (Según la Ley de Protección de Datos Personales en Perú), con sistemas de encriptación para asegurar la privacidad de la información del paciente.

Accesos Controlados: Se implementarán roles de acceso (administrador, odontólogo, asistente) para asegurar que solo personal autorizado pueda visualizar o modificar la información sensible.

Esta plataforma buscará integrar de manera eficiente y efectiva el diagnóstico ortodóntico, la postura corporal y las recomendaciones de tratamiento, utilizando las mejores tecnologías disponibles para ofrecer un servicio más preciso, rápido y personalizado.

Etapas de desarrollo o implementación

Fase de Planificación y Análisis (1-2 meses):

Definición de requisitos: Identificación de los requisitos del software, considerando tanto las necesidades del usuario final (odontólogos y profesionales de la salud) como los requisitos técnicos.

Análisis de Mercado: Investigación de plataformas similares y recopilación de feedback de profesionales sobre lo que se espera del software.

Diseño de la arquitectura del sistema: Definición de la infraestructura técnica del software, incluidos los sistemas de captura de datos, procesamiento, almacenamiento y comunicación entre módulos.

Fase de Diseño (2-3 meses):

Diseño de la interfaz de usuario: Creación de prototipos de la interfaz con enfoque en el uso para los odontólogos y personal de salud. El diseño debe ser intuitivo y fácil de usar.

Definición de la base de datos: Estructuración de la base de datos para almacenar la información del paciente, los datos posturales, las clasificaciones de maloclusión y el historial del tratamiento.

Especificación de algoritmos de análisis: Desarrollo de los algoritmos que correlacionarán los datos de postura y maloclusión, así como el motor de recomendación de tratamiento.

Fase de desarrollo (4-5 meses):

Desarrollo del módulo de captura de datos: Implementación de la tecnología de captura de imagen o sensores posturales para registrar y procesar la alineación corporal.

Desarrollo del módulo de evaluación y correlación: Programación de los algoritmos de análisis para correlacionar la postura y la maloclusión, generando evaluaciones precisas.

Desarrollo del motor de recomendación: Programación del sistema que sugiera tratamientos ortodónticos y posturales basados en los datos del paciente.

Integración de base de datos y funcionalidades: Conexión de los módulos para permitir el almacenamiento y la gestión de datos de pacientes, seguimiento y evolución clínica.

Fase de Pruebas (2 meses):

Pruebas unitarias: Pruebas internas de cada módulo de la plataforma para verificar su correcto funcionamiento de manera independiente.

Pruebas de Integración: Verificación de que los diferentes módulos (captura de datos,

análisis de maloclusión, recomendaciones, etc.) trabajen correctamente de forma conjunta y con trazabilidad.

Pruebas de uso: Realización de pruebas con usuarios finales (odontólogos y personal de salud) para evaluar la facilidad de uso, la navegación y la eficacia del sistema.

Pruebas de seguridad y protección de datos: Evaluación de la protección de datos personales y conformidad con normativas como de la Ley de Protección de Datos Personales.

Fase de Implementación y Capacitación (1-2 meses):

Despliegue del software en clínicas piloto: Implementación inicial en un grupo reducido de clínicas o consultorios odontológicos para evaluar el funcionamiento en un entorno real. (Marcha blanca)

Capacitación a Usuarios: Formación de odontólogos y personal clínico sobre cómo utilizar la plataforma, registrar datos, interpretar resultados y realizar seguimientos.

Soporte técnico inicial: Proporcionar soporte técnico a los usuarios durante las primeras semanas de uso para resolver posibles problemas y ajustar el sistema.

Fase de mantenimiento y mejoras continuas (A largo plazo).

Monitoreo continuo: Seguimiento constante del rendimiento del software, recopilando feedback de los usuarios y realizando mejoras según sea necesario.

Actualizaciones regulares: Implementación de actualizaciones periódicas para mejorar la funcionalidad del software, agregar nuevas características y mantener la seguridad de los datos.

Soporte post-implementación: Provisión de soporte técnico continuo para resolver problemas, responder consultas y mantener el sistema actualizado.

Este enfoque estructurado asegura un desarrollo eficiente y un despliegue sin problemas del software odontológico, maximizando su efectividad y garantizando la satisfacción de los usuarios.

Tecnologías utilizadas

Para el desarrollo de este software odontológico que relacione la postura corporal y la maloclusión, se podrían utilizar las siguientes tecnologías clave:

Tecnologías de Captura de Datos:

Sensores posturales: Dispositivos de electromiografía que permiten medir la alineación corporal. Ejm Apple Watch.

Cámaras de alta resolución: Para capturar imágenes de la postura corporal. Se pueden integrar tecnologías de visión por computadora para procesar las imágenes en tiempo real.

Tecnología de Realidad Aumentada: Se podría usar para visualizar la postura del paciente y superponerla con modelos ortodónticos en 3D.

Desarrollo de Software:

Lenguajes de Programación: Para el desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes y análisis de datos.

IA para el entrenamiento de modelos de aprendizaje automático que permitan la correlación entre la postura corporal y la maloclusión. Pueden ser utilizados para desarrollar modelos predictivos basados en datos históricos.

Modelos de clasificación que ayuden a predecir el tipo de maloclusión o problemas posturales según los datos recopilados.

Bases de Datos:

Base de Datos SQL o MySQL para almacenar datos de pacientes, historiales clínicos y clasificaciones de maloclusión. Permite almacenar grandes volúmenes de datos como imágenes o datos de sensores.

Algoritmos de Análisis y Correlación:

Algoritmos para procesar imágenes de la postura corporal y detectar patrones que se correlacionen con la maloclusión.

Algoritmos de Clasificación: Para analizar las relaciones entre los datos posturales y la clasificación de maloclusión, y para ofrecer recomendaciones de tratamiento personalizadas.

Seguridad de Datos:

Encriptación para asegurar las comunicaciones entre la plataforma y los dispositivos de los usuarios.

Autenticación para garantizar que solo personal autorizado tenga acceso a los datos sensibles.

Implementación de medidas de seguridad que aseguren la privacidad y protección de los datos personales del paciente.

Infraestructura y Despliegue:

Infraestructura en la nube, almacenamiento de datos.

Integrar diferentes módulos del sistema y permitir la interoperabilidad con otras plataformas o herramientas de salud.

Integración con Dispositivos Médicos:

Protocolos de interoperabilidad para integrar datos de salud de diferentes dispositivos médicos o sistemas clínicos.

Estas tecnologías permitirán que el software sea preciso, escalable, eficiente y fácil de usar, al mismo tiempo que asegura la protección de la información sensible de los pacientes.

Sustento bibliográfico

Róžańska-Perlińska, D.; Jaszczur- Nowicki, J.; Rydzik, Ł.; Perliński, J.; Bukowska, J.M. Cambios en los parámetros de la marcha y el sistema podal según la presencia de un tipo de maloclusión específica en niños en edad escolar. *J.Clin. Medicina*. 2023,12, 7334.

Laskowska, M.; Olczak-Kowalczyk, D.; Zadurska, M.; Czubak, J.; Czubak- Wrzosek, M.; Walerzak, M.; Tyrakowski, M. Evaluación de la relación entre maloclusión y escoliosis idiopática en niños y adolescentes. *J Orthop infantil*. 2019,13, 600–606.

Savian CM, Bolsson GB, Botton G, Antoniazzi RP, O RR, Zanatta FB, et al. Do breastfed children have a lower chance of developing mouth breathing? A systematic review and meta- analysis. Clin Oral Investig. 2021;25:1641–54. PMID: 33506425

Wayne DW. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª ed. Caracas: Limusa; 2017

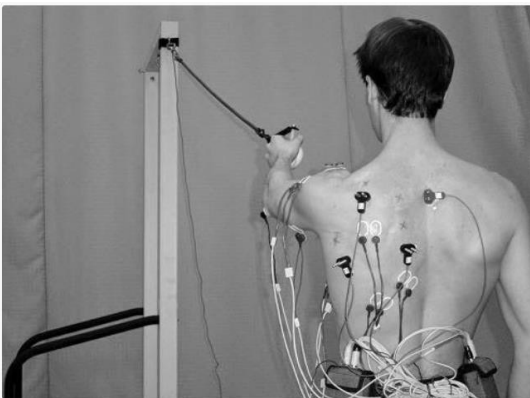
Saadat, M.; Salehi, R.; Negahban, H.; Shaterzadeh, M.J.; Mehravar, M.; Hessam, M. Postural stability in patients with non-specific chronic neck pain: A comparative study with healthy people. Med. J. Islam. Repub. Iran. 2018, 32, 196–200.

Anexos técnicos, capturas, esquemas o evidencias gráficas



Prototipo del software con IA

Plataforma de electromiografía



Plataforma estabilométrica



Escaner intraoral

Aplicación de modelos de inteligencia artificial para la clasificación del apiñamiento dental y la indicación de extracciones ortodónticas en pacientes atendidos en el Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (2017–2023)

Autora: Pierina Alessandra Montes Agurto.

Resumen ejecutivo

El apiñamiento dental es una de las alteraciones dentarias más frecuentes en ortodoncia y ocurre cuando existe una discrepancia entre el tamaño de los dientes y el espacio disponible en los arcos dentarios. Esta condición afecta la estética, la función y la salud oral, y en muchos casos obliga a valorar la necesidad de extracciones dentarias. Sin embargo, esta decisión suele depender en gran medida del criterio clínico individual, lo que genera variabilidad diagnóstica y resultados poco uniformes.

Ante esta problemática, la inteligencia artificial (IA), en especial las redes neuronales convolucionales (CNN), ofrece una alternativa innovadora para estandarizar los procesos diagnósticos a partir de imágenes clínicas.

El presente proyecto propone el uso de IA para clasificar el grado de apiñamiento dental y predecir la necesidad de extracciones ortodónticas a partir de fotografías intraorales de pacientes atendidos en el Centro Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia entre 2017 y 2023. Se entrenará un modelo basado en la arquitectura VGG19, capaz de detectar puntos dentales, calcular la discrepancia de longitud de arco (DLA) y categorizar el apiñamiento en leve, moderado o severo. Asimismo, se empleará aprendizaje supervisado para predecir la necesidad de extracciones.

El desempeño del modelo será evaluado mediante métricas diagnósticas como exactitud, sensibilidad, especificidad, valores predictivos y el coeficiente kappa de Cohen. Además, se aplicará Grad-CAM para transparentar la toma de decisiones del modelo.

Este trabajo constituye un aporte innovador al diagnóstico ortodóncico digital, al ofrecer una herramienta objetiva, reproducible y accesible que contribuye al avance de la odontología digital en el Perú.

Justificación e impacto esperado

El presente proyecto aborda un problema clínico que, a pesar de los avances en ortodoncia, permanece sin una solución estandarizada: la toma de decisiones respecto al diagnóstico del apiñamiento dental y la necesidad de extracciones como parte del plan de tratamiento.

Actualmente, estas decisiones dependen en gran medida del juicio individual de cada especialista, sustentado en su experiencia y en parámetros clínicos variables. Esta subjetividad no solo genera discrepancias entre profesionales, sino que también puede influir directamente en la predictibilidad y calidad de los resultados terapéuticos. La ausencia de criterios uniformes constituye, por tanto, un desafío en la búsqueda de diagnósticos más objetivos y reproducibles.

El apiñamiento dental es una alteración muy frecuente en la práctica ortodóncica, definida como la discrepancia entre el tamaño de los dientes y el espacio disponible en los arcos dentarios. Sus implicancias trascienden lo estético, ya que pueden comprometer la correcta función masticatoria, dificultar los procedimientos de higiene oral, aumentar el riesgo de caries y enfermedad periodontal, y en algunos casos generar malposiciones severas que afectan la calidad de vida de los pacientes. Frente a estas repercusiones, la evaluación de la necesidad de extracciones se convierte en una decisión clave dentro de la planificación terapéutica, pero también en una de las más controversiales y debatidas en ortodoncia contemporánea.

La inteligencia artificial (IA), y en particular los modelos de aprendizaje profundo, ofrecen una oportunidad inédita para enfrentar este problema. Su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos, identificar patrones complejos y generar predicciones consistentes permite superar la variabilidad subjetiva de los diagnósticos tradicionales. Aplicar estas tecnologías al análisis de fotografías intraorales abre un escenario de innovación clínica, donde la IA puede complementar la experiencia del especialista con criterios más uniformes, objetivos y reproducibles.

La elección de fotografías intraorales como insumo central constituye un elemento diferenciador del proyecto. A diferencia de los estudios que dependen de radiografías o equipos sofisticados, esta propuesta se apoya en un recurso accesible, no invasivo y de bajo costo, lo cual la hace viable en múltiples contextos de atención odontológica. De este modo, no solo se optimiza la toma de decisiones clínicas, sino que también se fomenta la equidad en el acceso a diagnósticos avanzados, especialmente en países como el Perú, donde aún existen limitaciones en infraestructura y recursos tecnológicos.

El impacto esperado de este trabajo se manifiesta en diversos niveles:

Clínico, al reducir la variabilidad diagnóstica, estandarizar criterios y favorecer planes de tratamiento más predecibles y seguros para los pacientes.

Tecnológico, al demostrar la aplicabilidad real de un modelo de IA entrenado con datos de población peruana, contribuyendo al desarrollo de la odontología digital en nuestro país.

Social, al brindar una solución costo-efectiva que puede implementarse tanto en centros urbanos como en comunidades rurales, democratizando el acceso a un diagnóstico ortodóncico de calidad.

Científico, al generar evidencia sobre la integración de la inteligencia artificial en ortodoncia, posicionando al Perú como referente regional en la aplicación de estas tecnologías emergentes.

En definitiva, este proyecto no solo busca validar una herramienta de apoyo clínico, sino también sentar las bases para un cambio en la manera en que se conciben los diagnósticos en ortodoncia. Al integrar la IA en la evaluación del apiñamiento y en la decisión sobre extracciones, se avanza hacia una práctica más precisa, eficiente y transparente. Se trata de una propuesta que responde a una necesidad concreta del presente y que, al mismo tiempo, anticipa el futuro de la odontología digital en el Perú, contribuyendo al fortalecimiento de una atención más moderna, equitativa y de calidad.

Objetivos

- Desarrollar y evaluar un modelo de inteligencia artificial para la clasificación del apiñamiento dental y la predicción de la necesidad de extracciones ortodóncicas a partir de fotografías intraorales.
- Implementar un sistema automatizado para la detección de puntos anatómicos dentales.
- Calcular automáticamente la discrepancia de longitud de arco (DLA).
- Clasificar el apiñamiento en leve, moderado o severo.
- Predecir la necesidad de extracciones.
- Evaluar el desempeño diagnóstico del modelo con métricas estandarizadas.

Descripción técnica de la propuesta

El proyecto se enmarca dentro de un diseño de investigación observacional, retrospectivo y analítico. La base de datos estará conformada por fotografías intraorales de pacientes atendidos entre 2017 y 2023 en la Clínica Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Se incluirán únicamente imágenes digitales en vista oclusal superior e inferior de pacientes con dentición permanente completa, diagnóstico ortodóncico y plan de tratamiento documentado. Se excluirán aquellas fotografías de baja calidad (desenfocadas, sobreexpuestas o mal recortadas), así como los casos con tratamiento ortodóncico previo, ausencias dentarias, restauraciones extensas o alteraciones anatómicas que impidan calcular la discrepancia de longitud de arco. El cumplimiento de estos criterios permitirá disponer de un conjunto de imágenes homogéneo y confiable para el entrenamiento y validación del modelo de inteligencia artificial. fotografías intraorales de pacientes atendidos entre los años 2017 y 2023 en la CDD de la UPCH.

Para el desarrollo del modelo se empleará inicialmente una red neuronal convolucional (CNN) basada en la arquitectura VGG19, reconocida por su eficacia en tareas de

reconocimiento de imágenes. Sin embargo, con el fin de optimizar el desempeño y garantizar la mejor capacidad de clasificación, se realizará también una exploración comparativa con otras arquitecturas de referencia como ResNet, EfficientNet y DenseNet, seleccionando aquella que demuestre mayor precisión y estabilidad en los resultados. La implementación se llevará a cabo en Google Colab, aprovechando sus recursos de procesamiento en la nube, y utilizando el lenguaje Python junto con librerías especializadas como TensorFlow y Keras.

El desarrollo metodológico del proyecto contempla varias fases estructuradas y complementarias. En primer lugar, se realizará el preprocesamiento de las imágenes, que incluirá la normalización, la estandarización del tamaño, la eliminación de ruido y el aseguramiento de la calidad visual, con el objetivo de conformar un conjunto de datos homogéneo y confiable para el análisis.

Posteriormente, se llevará a cabo el etiquetado de la base de datos, donde cada fotografía será clasificada según el grado de apiñamiento dental (leve, moderado o severo) y se registrará, además, la decisión clínica de referencia respecto a la indicación de extracciones ortodóncicas. Este paso será fundamental para guiar el proceso de aprendizaje del modelo.

En la fase de entrenamiento, se empleará el 80% de las imágenes disponibles, de modo que la red neuronal pueda identificar patrones dentarios y espaciales relevantes, ajustando sus parámetros internos para optimizar la clasificación.

A continuación, se procederá con la validación del modelo, utilizando el 20% restante de las imágenes, lo que permitirá comprobar su capacidad de generalización y su desempeño frente a datos no incluidos en el entrenamiento.

Finalmente, se realizará la evaluación de resultados mediante el cálculo de métricas diagnósticas estandarizadas como exactitud, sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos y negativos, y el coeficiente kappa de Cohen, que permitirá estimar la concordancia entre el modelo y el criterio clínico de referencia.

Finalmente, se aplicará la técnica Grad-CAM, que permitirá visualizar las áreas de la imagen que influyen en la decisión del modelo, aportando transparencia e interpretabilidad.

Etapas de desarrollo o implementación

Recolección y anonimización de imágenes

Se recopilarán las fotografías intraorales correspondientes a pacientes atendidos entre 2017 y 2023 en la Clínica Dental Docente de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Todas las imágenes serán sometidas a un proceso de anonimización para eliminar cualquier dato personal identificable, asegurando la confidencialidad de los pacientes y el cumplimiento de las normas éticas de investigación.

Etiquetado de la base de datos

Cada imagen será evaluada y clasificada según el grado de apiñamiento dental (leve, moderado o severo). De forma paralela, se registrará la decisión clínica de referencia respecto a la indicación de extracciones ortodóncicas. Este proceso de etiquetado permitirá estructurar adecuadamente las clases de salida que el modelo deberá aprender a predecir.

Entrenamiento y validación del modelo

La base de datos se dividirá en dos subconjuntos: el 80% de las imágenes se destinará al entrenamiento de la red neuronal convolucional, lo que permitirá que el modelo aprenda a identificar patrones dentarios y espaciales relevantes; el 20% restante será utilizado para la validación, con el objetivo de evaluar la capacidad de generalización del sistema frente a datos no previamente vistos.

Evaluación del desempeño y análisis estadístico

El rendimiento del modelo se medirá mediante métricas diagnósticas estandarizadas como exactitud, sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos y negativos, y el coeficiente kappa de Cohen, que permitirá estimar la concordancia con el criterio clínico. Asimismo, se aplicará la técnica Grad-CAM, a fin de visualizar las áreas de las imágenes que influyen en las decisiones de la red, garantizando transparencia, interpretabilidad y confianza en los resultados.

Tecnologías utilizadas

Google Colab: plataforma en la nube que permite ejecutar modelos de IA sin necesidad de hardware especializado, compatible con GPU.

Python (TensorFlow, Keras): herramientas de programación y librerías para el desarrollo, entrenamiento y optimización del modelo VGG19.

Grad-CAM (Gradient-weighted Class Activation Mapping): técnica de explicabilidad que permite identificar qué áreas de la imagen influyen en las decisiones del modelo.

Sustento bibliográfico o normativo

Ghodasra R, Brizuela M. Ortodoncia, Maloclusión. [Actualizado el 23 de abril de 2023]. En: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; enero de 2025.

Chiba FY, Chiba EK, Moimaz SAS, Matsushita DH, Garbin AJI, Garbin CAS. Malocclusion and its relationship with oral health-related quality of life in patients with eating disorders. *Dental Press J Orthod.* 2022;27(2):e2220305.

Patano A, Malcangi G, Inchingolo AD, Garofoli G, De Leonardis N, Azzollini D, Latini G, Mancini A, Carpentiere V, Laudadio C, Inchingolo F, D'Agostino S, Di Venere D, Tartaglia GM, Dolci M, Dipalma G, Inchingolo AM. Mandibular Crowding: Diagnosis and Management-A Scoping Review. *J Pers Med.* 2023 Apr 29;13(5):774.

Lombardo G, Vena F, Negri P, Pagano S, Barilotti C, Paglia L, Colombo S, Orso M, Cianetti S. Worldwide prevalence of malocclusion in the different stages of dentition: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Paediatr Dent.* 2020 Jun;21(2):115-122.

Zhao Y, Lin F, Sun H, Xu W, Liu J, Fan Y, et al. Prevalence and risk factors of malocclusion in children aged 12–15 years in Shanghai, China: a population-based cross-sectional study. *BMC Oral Health.* 2023;23:541.

Upadhyay A, Kalla K. Prevalence of dental crowding among 13 to 50 year olds in the city of Hyderabad. *Int J Appl Dent Sci.* 2023;9(4):96–98.

Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MM, Labib A, El-Saaidi C. Prevalence of teeth crowding in permanent dentition in Saudi Arabia: systematic review and meta-analysis. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2022;12(1):1–10.

Cadenas de Llano-Pérula M, Ricse E, Fieuws S, Willems G, Orellana-Valvekens MF. Malocclusion, dental caries and oral health-related quality of life: a comparison between adolescent school children in urban and rural regions in Peru. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Mar 19;17(6):2038.

Hernández-Rodríguez J, Gómez-Restrepo C. Etiología multifactorial del apiñamiento dental: revisión de factores genéticos, ambientales y locales. *Rev Fac Odontol Univ Cartagena.* 2016;34(1):17–24.

Comas-Mirabent P, De la Cruz-Prieto M, Díaz-Cedeño M, Carreras-Martorell A, Ricardo-Reyes J. Etiopatogenia del apiñamiento dental: factores hereditarios, ambiente y desarrollo mandibular tardío. *Rev Maloclusiones Dent.* 2015;12(2):45–52.

Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Arch length discrepancy is the most common cause of crowding in dental arches: Crowding occurs when teeth are too large or dental arches too small to allow proper alignment. In: *Contemporary Orthodontics.* 5th ed. St. Louis: Mosby; 2013.

González-Martín MS, Sánchez-Sánchez AR, Martínez-González JM. Reproducibility and reliability of dental arch measurements: digital arch length discrepancy as a diagnostic tool for crowding. *BMC Oral Health.* 2024;24:392.

Ryu J, Lee KS, Jang HS, Park KH, Choi SH, Jung SK. Evaluation of AI model for crowding categorization and extraction diagnosis using intraoral photographs. *Sci Rep.* 2023;13:20344.

Baumrind S, Korn EL, Boyd RL, Maxwell R. The decision to extract: Part II. Analysis of clinicians' stated reasons for extraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;109(4):393–402.

Saghafi N, et al. Influence of clinicians' experience and gender on extraction decision in orthodontics. *Angle Orthod.* 2017;87(4):641–650.

Normando D, Lima AL, Cavacami C. Frequency and distribution of orthodontic treatment with extractions in a university clinic. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(4):48–53.

Jackson TH, Guez C, Lin FC, Proffit WR, Ko CC. Extraction frequencies at a university orthodontic clinic in the 21st century: demographic and diagnostic factors affecting the likelihood of extraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017 Mar;151(3):456–462.

Baumrind S, Korn EL, Boyd RL, Maxwell R. The decision to extract: Part II. Analysis of clinicians' stated reasons for extraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;109(4):393–402.

Saghafi N, Valiathan M, Kanavakis G. Influence of clinicians' experience and gender on extraction decision in orthodontics. *Angle Orthod.* 2017;87(4):641–650.

LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature.* 2015;521(7553):436–444.

-
- Hwang JJ, Jung YH, Cho BH, Heo MS. A review of deep learning in the field of dentistry. *Imaging Sci Dent.* 2019;49(1):1-7.
- Lindsay GW. Convolutional neural networks as a model of the visual system: past, present, and future. *J Cogn Neurosci.* 2021;33(10):2017-203.
- Schmidhuber J. Deep learning in neural networks: an overview. *Neural Netw.* 2015;61:85-117.
- Kau CH, Olim S, Nguyen JT. The future of orthodontic diagnostic records. *Semin Orthod.* 2011;17(1):39-45.
- Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: A systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2011;14(1):1-16.
- Sandler J, Murray A, DiBiase A, Newcombe RG, Ayling H. The quality of clinical photographs taken by orthodontists, professional photographers, and orthodontic auxiliaries. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(5):657-662.
- Chen H, Zhang K, Lyu P, Li H, Zhang L, Wu J, et al. A deep learning approach to automatic teeth detection and numbering based on object detection in dental periapical films. *Sci Rep.* 2019;9:3840.
- Takada K, Yagi M, Horiguchi E. Computational formulation of extraction decision in orthodontics: Part I. To extract or not to extract. *Angle Orthod.* 2009;79(5):885-891.
- Nance HN. The limitations of orthodontic treatment. *Diagnosis and treatment in the permanent dentition.* *Am J Orthod Oral Surg.* 1947;33(5):253-301.
- Gonzalez-Martín MS, Sánchez-Sánchez AR, Martínez-González JM. Reproducibility and reliability of dental arch measurements: digital ALD as a diagnostic tool for crowding. *BMC Oral Health.* 2024;24:392.
- Carrillo-Pérez F, Perea-Pérez B, Pérez-Pevida E, Sola-Ruiz MF, Cobo-Vázquez C. Aplicación de redes neuronales convolucionales (CNN) en odontología digital. *Int J Interact Des Manuf.* 2022;16:167-76.
- Fondo Editorial UPCH. *Manual de inteligencia artificial en odontología.* Lima: Fondo Editorial de la Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2024.

Anexos técnicos (ejemplos)

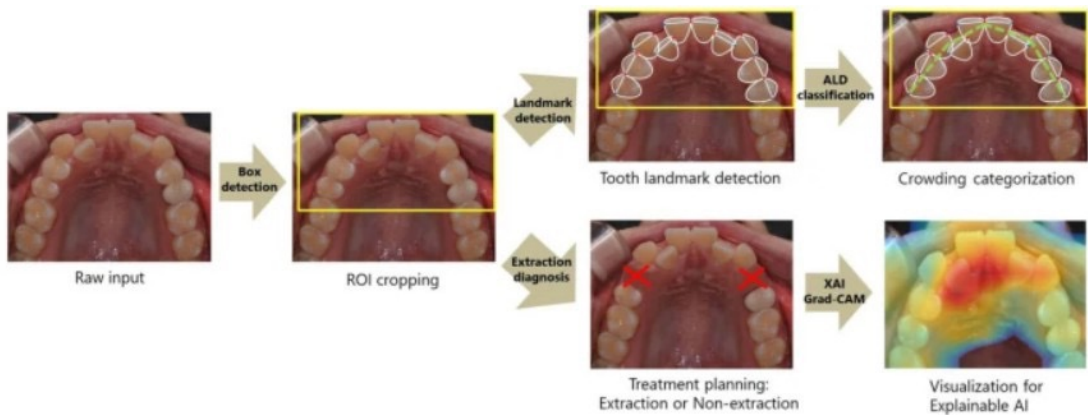
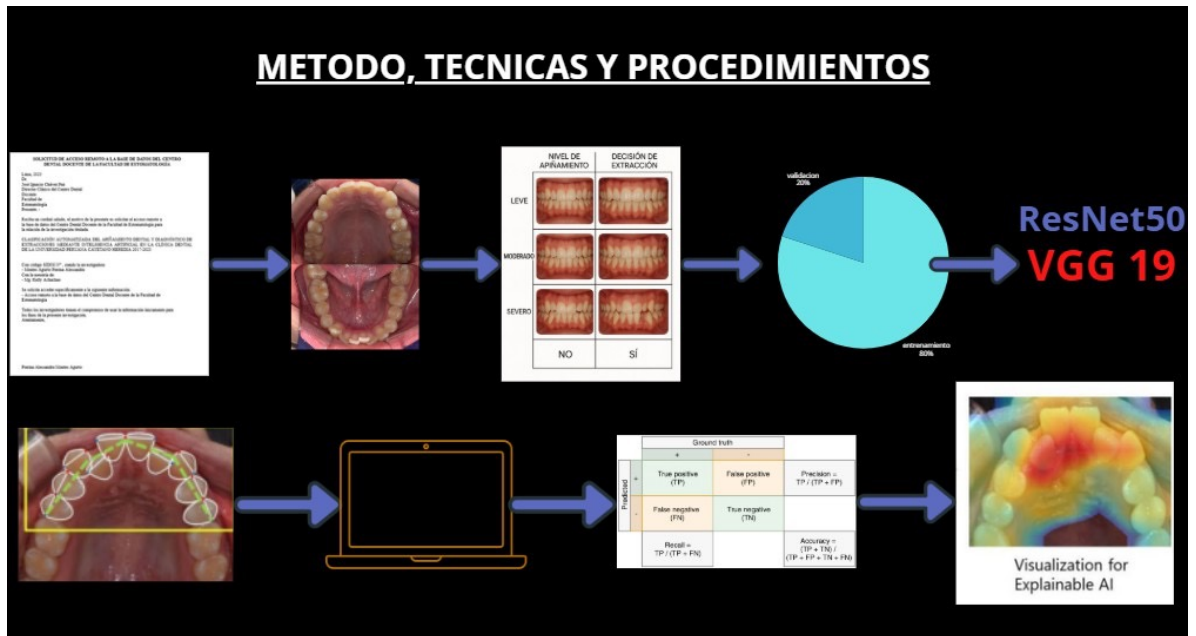
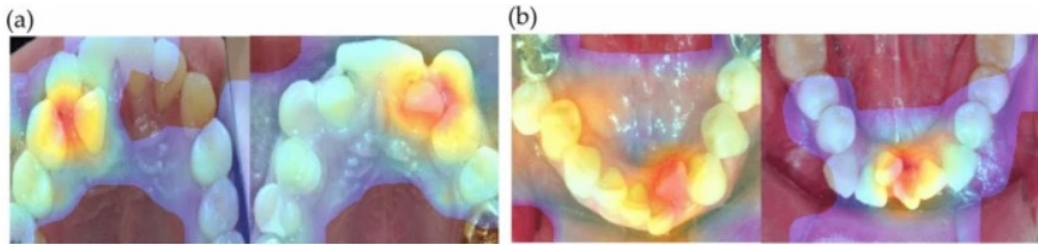


Diagrama de flujo general de los procesos: las fotografías de entrada inicialmente se someten a un recorte de ROI y luego se introducen en los modelos para la detección de puntos de referencia, la categorización del apiñamiento y el diagnóstico de la extracción dentaria.

Imagen referencial. Ryu J, Lee KS, Jang HS, Park KH, Choi SH, Jung SK. Evaluation of AI model for crowding categorization and extraction diagnosis using intraoral photographs.



Ejemplos de Grad-Cam. El área roja indica dónde el refuerzo de los modelos de IA tiende a la extracción. La señal es más alta en el área de apiñamiento real. (**A**) Maxilar. (**B**) Mandíbula.

Imagen referencial. Ryu J, Lee KS, Jang HS, Park KH, Choi SH, Jung SK.
Evaluation of AI model for crowding categorization and extraction diagnosis
using intraoral photographs

SIMICARE: Una aplicación de inteligencia artificial para la detección temprana y seguimiento del cáncer oral

*Autores: Ariana Luz Alva Guzman
Jhokabed Rivera Barreto*

Resumen ejecutivo

SIMICARE, del quechua simi (boca) y care (cuidar), será una aplicación móvil que integrará la inteligencia artificial, educación continua y trabajo interdisciplinario para enfrentar un problema crítico en salud pública: la detección tardía del cáncer oral. Dirigida a odontólogos generales y especialistas, esta herramienta permite capturar imágenes intraorales y analizarlas mediante un modelo entrenado con Teachable Machine, que identifica patrones compatibles con lesiones sospechosas, generando alertas tempranas y estimaciones probabilísticas sobre su naturaleza. Así, el profesional puede tomar decisiones informadas sobre seguimiento o derivación especializada.

A diferencia de otras soluciones, “SIMICARE” incorporará un módulo educativo con guías clínicas, casos interactivos y recursos actualizados que fortalecen la capacidad diagnóstica del odontólogo frente a patologías orales de alto riesgo. Además, ofrece un directorio con contactos de patólogos orales y cirujanos maxilofaciales a nivel nacional, fomentando la interconsulta en tiempo real y el abordaje multidisciplinario del paciente, a través de un chatbot.

La app también recopilará información anónima sobre casos sospechosos para generar mapas epidemiológicos regionales, herramienta clave para orientar estrategias de prevención, tamizaje y políticas públicas en salud oral.

“SIMICARE” propone una solución tecnológica accesible, que empoderará al odontólogo como primer actor en la lucha contra el cáncer oral, reducirá barreras en el acceso a especialistas y mejorará significativamente los índices de diagnóstico precoz en el Perú. Es una iniciativa que une innovación, ciencia y compromiso social para resguardar la vida desde la atención primaria en salud bucal.

Justificación e impacto esperado

El cáncer de labio y cavidad oral (LOC) es la neoplasia maligna más prevalente de cabeza y cuello. En 2020, se estimó que hubo 377.713 casos nuevos y 177.757 muertes a nivel mundial(1). El LOC se diagnostica con mayor frecuencia en hombres y poblaciones de

mayor edad, con una tasa de mortalidad notablemente mayor entre las mujeres; su incidencia también varía significativamente según factores socioeconómicos(2). En particular, solo el 40%–50% de las personas diagnosticadas con LOC sobreviven durante 5 años después del diagnóstico(3).

Esta enfermedad, silenciosa y devastadora, arrebatada miles de vidas en el mundo, no por falta de tratamientos, sino porque la mayoría de casos tienen un diagnóstico tardío. En el Perú, esta realidad es aún más grave: los odontólogos, quienes constituyen la primera línea de contacto con los pacientes, muchas veces no cuentan con las herramientas y la capacitación necesaria para reconocer lesiones potencialmente malignas a tiempo, condenando a los pacientes a enfrentar un pronóstico sombrío y limitando las oportunidades de intervención temprana(4).

La evidencia científica demuestra que la detección precoz es el factor decisivo para mejorar la supervivencia; sin embargo, el sistema actual no garantiza una identificación oportuna. En este escenario, la inteligencia artificial se presenta como un aliado estratégico y disruptivo, capaz de potenciar la capacidad diagnóstica en el primer nivel de atención mediante algoritmos de aprendizaje profundo que no solo apoyan al clínico en la toma de decisiones, sino que también generan evidencia útil para la práctica odontológica(5,6).

“SIMICARE” responde a esta necesidad de manera integral ofreciendo un diagnóstico preliminar ágil y objetivo, un seguimiento continuo de lesiones sospechosas y una derivación temprana a especialistas, reduciendo de esta forma los retrasos críticos que hoy cuestan vidas. Además, incorpora un módulo de educación continua para el odontólogo, diseñado para actualizar conocimientos en diagnóstico temprano de cáncer oral y reforzar sus competencias clínicas, garantizando que la herramienta no solo actúe como soporte tecnológico, sino también como plataforma de educación permanente. Su diseño busca ser accesible y escalable, integrándose tanto en consultorios privados como en centros de atención primaria con recursos limitados.

En un país donde el acceso a especialistas en patología oral y oncología es desigual, esta propuesta constituye una respuesta innovadora y urgente de salud pública. Al democratizar la detección temprana del cáncer oral, “SIMICARE” contribuye a disminuir la mortalidad, reducir los costos de tratamientos avanzados y, sobre todo, a salvar vidas. Su impacto va más allá de lo clínico: empodera a la comunidad odontológica, promueve la equidad en el acceso a la salud y fortalece la construcción de un sistema más preventivo, inclusivo y sostenible.

Objetivos

Objetivo general:

Desarrollar una aplicación de inteligencia artificial que permita la detección temprana, el seguimiento clínico y la educación continua en cáncer oral, optimizando la práctica odontológica y mejorando los índices de diagnóstico precoz.

Objetivos específicos:

- Implementar un sistema de análisis de imágenes clínicas basado en inteligencia artificial que identifique lesiones sospechosas de cáncer oral, mejorando la precisión diagnóstica y facilitando la toma de decisiones del odontólogo.

-
- Desarrollar un módulo de seguimiento clínico digital que permita registrar, actualizar y monitorear la evolución de las lesiones orales de los pacientes, optimizando la continuidad del cuidado y la trazabilidad clínica.
 - Integrar un entorno de educación continua dentro de la aplicación, que ofrezca acceso a protocolos actualizados, casos clínicos interactivos, guías internacionales y artículos científicos, fortaleciendo la formación del odontólogo en cáncer oral.
 - Generar una base de datos nacional anónima de lesiones orales que permita mapear su distribución geográfica, respaldar investigaciones epidemiológicas y contribuir al diseño de políticas públicas en salud bucal.

Descripción técnica de la propuesta

“SIMICARE” será una aplicación móvil innovadora que integrará la inteligencia artificial (IA) y telemedicina para revolucionar la detección temprana del cáncer oral en el Perú. Su diseño contemplará un modelo híbrido de doble validación diagnóstica, donde la IA actuará como filtro inicial y el patólogo oral como garante clínico, logrando un balance entre innovación tecnológica y seguridad sanitaria.

El sistema se estructura en cuatro módulos interconectados:

- Diagnóstico preliminar con IA: mediante redes neuronales convolucionales (CNN), entrenadas con imágenes clínicas, la app procesará fotografías tomadas con un dispositivo móvil y emitirá de inmediato un diagnóstico preliminar sobre la presencia de lesiones potencialmente malignas.
- Seguimiento clínico digital: las lesiones sospechosas se registrarán y se van a monitorear en el tiempo, generando alertas automáticas ante cualquier cambio significativo.
- Interconsulta inteligente con patólogos orales: cuando la IA detectará una lesión sospechosa o cuando existen resultados discordantes, se activará un sistema de interconsulta digital. El odontólogo general puede enviar imágenes y datos clínicos anonimizados a un especialista en patología oral, quien validará o corregirá la predicción. Esta segunda opinión se convertirá en la referencia clínica definitiva, mientras que la discrepancia retroalimenta al algoritmo, perfeccionando su desempeño.
- Educación continua para odontólogos: el aplicativo incluirá un repositorio actualizado con guías clínicas, casos interactivos, videos y protocolos internacionales, fortaleciendo la capacidad del odontólogo general para identificar lesiones malignas desde su práctica cotidiana.

Con este ecosistema, “SIMICARE” no solo democratizará el acceso a un diagnóstico temprano, sino que también conectará la primera línea de atención con los especialistas y promoverá una odontología más preventiva, colaborativa y respaldada por evidencia científica.

Etapas de desarrollo

Planificación estratégica y diseño

Se establecerán los requerimientos técnicos y clínicos en conjunto con odontólogos y patólogos orales.

Se realizará el diseño de interfaces centradas en el usuario, garantizando usabilidad y confidencialidad.

Construcción y preparación de la base de datos

Se iniciará la recolección de imágenes clínicas.

Se hará uso de técnicas de aumento de imágenes para robustecer el entrenamiento del modelo.

Desarrollo del modelo de IA

Se empezará el entrenamiento de CNN (MobileNet, ResNet) con validación cruzada.

Se evaluará con métricas estándar (exactitud, sensibilidad, especificidad, F1 y AUC).

Integración en la aplicación móvil

Se implementarán los módulos de diagnóstico, seguimiento, educación e interconsulta.

Se realizará la optimización para Android e iOS.

Validación piloto

Se realizarán pruebas en consultorios odontológicos y centros de salud.

Se realizarán evaluaciones del desempeño de la IA frente a diagnósticos de patólogos.

Se realizarán registros de discrepancias como mecanismo de aprendizaje continuo.

Escalamiento y despliegue

Se realizará implementación progresiva en redes de salud regionales y nacionales.

Se buscará la consolidación de la interconsulta digital como estándar de apoyo al diagnóstico en el primer nivel de atención.

Se creará una base de datos nacional de lesiones orales, clave para investigación epidemiológica y políticas de salud.

Se realizará actualización periódica de los algoritmos y de los contenidos educativos.

Tecnologías utilizadas

El desarrollo de SIMICARE se sustentará en un conjunto de tecnologías que combinarán lo mejor de la informática y la práctica clínica para garantizarán viabilidad, precisión y seguridad.

En cuanto al motor de inteligencia artificial, se emplearán redes neuronales convolucionales (CNN) optimizadas, tomando como base arquitecturas como MobileNet, tal como lo demuestran estudios recientes en diagnóstico de cáncer oral mediante imágenes clínicas(5). Estas CNN se entrenarán inicialmente en entornos accesibles como Teachable Machine de Google, y posteriormente serán optimizadas en Python con librerías especializadas

(TensorFlow/Keras) para integrarse de manera eficiente. El desempeño del modelo se validará con métricas estándar reportadas en la literatura: exactitud, sensibilidad, especificidad, F1 y AUC, asegurando confiabilidad diagnóstica(5).

Para la interfaz de usuario, se utilizará Flutter, un framework multiplataforma que permitirá desplegar la aplicación en Android e iOS con un solo código base, garantizando una experiencia fluida, escalable y de bajo costo. El almacenamiento seguro de imágenes y datos clínicos se realizará en Google Cloud Storage, con protocolos de cifrado y anonimización que asegurarán la protección de la información y el cumplimiento de normas éticas.

La aplicación también integrará herramientas complementarias: la API de Google Maps, que permitirá ubicar especialistas cercanos en patología oral para derivaciones oportunas, y un módulo de educación continua gamificada, con quizzes interactivos y casos clínicos, que reforzará la capacitación de los odontólogos.

Finalmente, la seguridad de SIMICARE se basará en tres pilares: cifrado de información, anonimización de datos epidemiológicos y autenticación robusta de usuarios. De esta forma, la propuesta combinará modelos de IA validados científicamente con infraestructura tecnológica de vanguardia, logrando una herramienta sólida y confiable que impactará tanto en la práctica clínica como en la salud pública.

Sustento bibliográfico y normativo

Chen M, Li J, Su W, Huang J, Yang C, Li R, et al. Global Burden of Lip and Oral Cavity Cancer From 1990 to 2021 and Projection to 2040: Findings From the 2021 Global Burden of Disease Study. *Cancer Med.* 10 de mayo de 2025;14(9):e70957.

Sundermann BV, Uhlmann L, Hoffmann J, Freier K, Thiele OC. The localization and risk factors of squamous cell carcinoma in the oral cavity: A retrospective study of 1501 cases. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg.* febrero de 2018;46(2):177-82.

Ren ZH, Hu CY, He HR, Li YJ, Lyu J. Global and regional burdens of oral cancer from 1990 to 2017: Results from the global burden of disease study. *Cancer Commun Lond Engl.* marzo de 2020;40(2-3):81-92.

Chumpitaz-Cerrate V, Chávez-Rimache L, Rodríguez-Flores A. Challenges in the early diagnosis of oral cancer in rural populations in Peru during the COVID-19 pandemic. *Oral Oncol.* agosto de 2021;119:105251.

Olivos MAD, Águila HMHD, López FMS, Olivos MAD, Águila HMHD, López FMS. Diagnóstico de cáncer oral mediante algoritmos de aprendizaje profundo. *Ingenius Rev Cienc Tecnol.* diciembre de 2024;(32):58-68.

Al-Rawi N, Sultan A, Rajai B, Shuaeeb H, Alnajjar M, Alketbi M, et al. The Effectiveness of Artificial Intelligence in Detection of Oral Cancer. *Int Dent J.* 14 de mayo de 2022;72(4):436-47.

Anexos

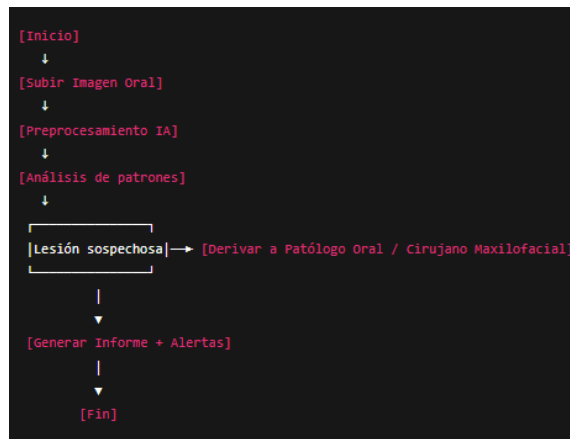
Anexo N.º1 - Ícono de la aplicación



Anexo N.º2 - Boceto de la interfaz



Anexo N.º 3 - Diagrama de flujo básico



Anexo N.º 4 - Chatbot de SIMICARE



OrthoGenIA: Plataforma de ortodoncia inteligente con IA y GenAI para análisis cefalométrico automatizado, diagnóstico, gestión clínica y educación del paciente

*Autores: Cristiam Piero Bonzano Trujillo
María José Bardales Martínez*

La ortodoncia contemporánea ofrece diagnósticos precisos y, al mismo tiempo, brinda experiencias de tratamiento ágiles para el paciente. Sin embargo, los métodos tradicionales de análisis cefalométrico resultan lentos y dependientes de la pericia del profesional, lo que puede generar inconsistencias. El objetivo de este estudio es desarrollar OrthoGenIA, una plataforma innovadora que integra Inteligencia Artificial (IA) e IA Generativa (GenIA) con el fin de transformar la práctica ortodóntica en el ámbito clínico, administrativo y educativo.

Por ello, la plataforma analiza fotografías intra y extraorales, modelos digitales y radiografías panorámicas y laterales para realizar análisis cefalométricos automáticos. Mediante algoritmos de aprendizaje automático identifica maloclusiones, patrones esqueléticos y necesidades de extracción o desgastes, contribuyendo a una planificación más confiable. Además, ofrece simulaciones digitales del “antes y después”, incrementando la motivación y adherencia del paciente al tratamiento.

A su vez, la GenIA complementa estas funciones redactando historias clínicas y reportes diagnósticos, generando materiales educativos personalizados y brindando asistencia conversacional en un lenguaje claro, lo que facilita la comprensión del proceso terapéutico. Del mismo modo, OrthoGenIA incorpora herramientas de gestión como historia clínica electrónica, recordatorios automatizados y teleconsultas, optimizando la labor del ortodoncista y mejorando la experiencia en el consultorio.

En conclusión, OrthoGenIA constituye una propuesta integral que combina precisión diagnóstica, eficiencia administrativa y acompañamiento educativo, bajo un diseño ético y alineado con la Ley N.º 31814 sobre uso responsable de la IA en Perú. Así, la ortodoncia deja de ser únicamente técnica para convertirse en una experiencia innovadora y centrada en las personas, donde la tecnología se consolida como un aliado clave para elevar la calidad clínica y el bienestar del paciente.

Justificación e impacto esperado

La ortodoncia moderna enfrenta el reto de optimizar los procesos diagnósticos, reduciendo la carga operativa para el especialista y garantizando precisión en beneficio del paciente.

La literatura reciente evidencia que la inteligencia artificial se ha convertido en una herramienta disruptiva en ortodoncia, especialmente en el análisis cefalométrico y en la comunicación clínica. Bor et al. señalan que los métodos manuales presentan variabilidad diagnóstica (1), mientras que Mahto et al. demostraron que las plataformas automatizadas generan mediciones confiables y reproducibles, disminuyendo la carga operativa del profesional (2). De manera complementaria, Kiełczykowski et al. destacan que la IA mejora la estandarización del diagnóstico y reduce los sesgos derivados de la práctica manual (3). Un estudio publicado en BMC Oral Health incluso confirmó que la IA puede superar a los especialistas en la detección de puntos cefalométricos, logrando mayor precisión en la localización (4).

Bajo esta evidencia, OrthoGenIA se plantea como una herramienta que integra detección automática de referencias anatómicas, modelos predictivos de crecimiento y maloclusiones (5), además de funciones digitales que fortalecen la comunicación odontólogo-paciente mediante entornos interactivos y educativos (6). El estudio de Samar M. Adel et al. respalda este enfoque, al demostrar que las simulaciones digitales del “antes y después” de la sonrisa motivan al paciente, fortalecen la confianza y favorecen la adherencia al tratamiento (8).

Por lo tanto, el impacto esperado se da en tres niveles. A nivel clínico, con diagnósticos estandarizados y soporte en la toma de decisiones; a nivel administrativo, mediante optimización de la gestión de pacientes, reportes y citas; y a nivel social, acercando la ortodoncia a más personas a través de una solución multiplataforma, es decir, a través de una app y página web, accesible incluso en contextos con recursos tecnológicos limitados. Además, OrthoGenIA se fundamenta en principios de ética, explicabilidad y protección de datos, en concordancia con la Ley N.º 31814 sobre el uso responsable de la IA en el Perú, consolidándose como una herramienta inteligente, inclusiva y transformadora que une la innovación tecnológica con el bienestar emocional del paciente.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar e implementar OrthoGenIA, una plataforma digital multiplataforma (app y web) basada en Inteligencia Artificial (IA) e IA Generativa (GenAI), que optimice el análisis cefalométrico, el diagnóstico ortodóntico, la planificación terapéutica personalizada y la gestión clínica, fortaleciendo la comunicación odontólogo-paciente y garantizando la accesibilidad, seguridad y uso ético de la información.

Objetivos Específicos

- Implementar algoritmos de Inteligencia Artificial (IA) para realizar análisis cefalométricos automatizados, identificar maloclusiones, evaluar patrones esqueléticos y proyectar escenarios de tratamiento personalizados.

-
- Incorporar IA Generativa (GenAI) para automatizar la redacción de historias clínicas, reportes diagnósticos y materiales educativos interactivos que fortalezcan la comprensión y adherencia del paciente.
 - Desarrollar una solución multiplataforma (aplicación móvil y web) que facilite la gestión clínica y administrativa, mediante módulos de historia clínica electrónica, seguimiento remoto, recordatorios y comunicación en entornos seguros y accesibles.
 - Validar la efectividad clínica y social de OrthoGenIA mediante pruebas piloto, evaluando la precisión diagnóstica, la experiencia del paciente y el impacto en la reducción de carga administrativa.
 - Garantizar la protección de datos y la transparencia del sistema, asegurando el cumplimiento de la Ley N.º 31814 sobre ética y ciberseguridad en el uso de IA en el Perú.

Descripción técnica de la propuesta

OrthoGenIA es una plataforma digital avanzada que integra Inteligencia Artificial (IA) e IA Generativa (GenAI) para optimizar el diagnóstico, la planificación del tratamiento y la gestión clínica en ortodoncia. Su arquitectura modular combina herramientas de análisis, simulación y administración que trabajan de manera coordinada para procesar información clínica, generar resultados precisos y ofrecer una experiencia interactiva tanto para el profesional como para el paciente.

El sistema inicia con la adquisición y preprocesamiento de imágenes, donde radiografías cefalométricas, fotografías intraorales y extraorales son normalizadas y depuradas mediante técnicas de filtrado digital, asegurando consistencia y calidad en los datos. Posteriormente, el módulo de análisis cefalométrico automatizado emplea redes neuronales convolucionales (CNN) y algoritmos de visión computarizada para identificar puntos anatómicos clave, realizar mediciones lineales y angulares, detectar maloclusiones y evaluar patrones esqueléticos y dentales, generando informes estandarizados que reducen la variabilidad entre operadores y mejoran la precisión diagnóstica.

El módulo de planificación personalizada utiliza modelos predictivos basados en IA que simulan la evolución dental y facial, permitiendo proyectar escenarios de tratamiento y visualizar los posibles resultados. La IA Generativa, por su parte, produce simulaciones digitales del “antes y después” de la sonrisa, redacta de forma automatizada historias clínicas y reportes diagnósticos, y genera material educativo interactivo, reforzando la comprensión y adherencia del paciente. Además, incorpora un asistente conversacional capaz de resolver dudas en lenguaje claro y accesible.

Finalmente, el módulo administrativo integra funcionalidades de historia clínica electrónica, seguimiento remoto, teleconsultas, recordatorios automáticos y programación de citas, optimizando el flujo operativo del consultorio. OrthoGenIA se implementa como una solución multiplataforma (web y móvil), con protocolos de encriptación y anonimización de datos, cumpliendo los estándares de seguridad, accesibilidad y ética digital establecidos en la Ley N.º 31814 sobre el uso responsable de IA en el Perú.

Etapas de desarrollo o implementación

El proyecto se desarrollará en cuatro etapas: la primera corresponde al diseño del modelo de IA para análisis cefalométrico y pruebas piloto con radiografías digitales. La segunda etapa será la integración de la simulación 3D y la generación automática de documentos clínicos. La tercera etapa contempla el desarrollo de la aplicación móvil y la interfaz para ortodoncistas. Finalmente, la cuarta etapa corresponde a validación clínica, retroalimentación de usuarios y escalamiento hacia su implementación comercial.

La implementación de OrthoGenIA sigue el proceso diagnóstico ortodóncico tradicional, incorporando progresivamente herramientas de Inteligencia Artificial (IA) y IA Generativa (GenAI). La primera etapa contempla el registro digital de la historia clínica electrónica, donde la IA generativa automatiza datos básicos, antecedentes y consentimientos.

En una segunda etapa, el sistema aplica visión computarizada para el análisis facial a partir de fotografías extraorales y el análisis intraoral con imágenes intrabucales, identificando proporciones, apiñamientos y alteraciones en la oclusión. Posteriormente, se integra el análisis radiográfico panorámico y el análisis cefalométrico automatizado (incluyendo métodos como Ricketts y Steiner), que permiten localizar puntos anatómicos y obtener medidas estandarizadas en menor tiempo.

La tercera etapa corresponde al análisis digital de modelos 3D, evaluando arcadas superior e inferior, discrepancias de espacio e inclinaciones dentarias. Con esta información consolidada, OrthoGenIA genera un diagnóstico integral, clasifica la maloclusión según Angle y propone escenarios terapéuticos, como extracciones, desgastes selectivos o técnicas conservadoras.

De manera complementaria, se incorpora un módulo de modelos predictivos y simulaciones dinámicas, que proyecta la evolución del tratamiento y ofrece al paciente una visualización digital de su sonrisa futura. Como complemento, la IA generativa apoya la creación de reportes, materiales educativos y planes de seguimiento, mientras los módulos de gestión clínica integran teleconsultas, recordatorios y citas en un entorno seguro y accesible.

Tecnologías utilizadas

La propuesta emplea técnicas de visión por computadora basadas en redes neuronales convolucionales, algoritmos de predicción mediante machine learning, y modelos de lenguaje generativo para la elaboración de reportes. Se utilizan plataformas de desarrollo multiplataforma para la aplicación móvil y sistemas de encriptación avanzada para la seguridad de datos.

El desarrollo de OrthoGenIA se sustenta en tecnologías avanzadas de inteligencia artificial y un entorno multiplataforma accesible desde web y aplicación móvil. Para el análisis de imágenes clínicas se utilizan redes neuronales convolucionales (CNN) y algoritmos de visión computarizada, que permiten localizar puntos anatómicos en radiografías, fotografías faciales e intraorales, así como procesar modelos digitales 3D de las arcadas dentarias.

La proyección terapéutica se apoya en modelos predictivos de machine learning (aprendizaje supervisado y no supervisado), capaces de estimar el crecimiento craneofacial

y la evolución de maloclusiones. Estas funciones se complementan con técnicas de renderizado y modelado 3D, que generan visualizaciones interactivas de la sonrisa proyectada del paciente.

La IA generativa se implementa mediante modelos de lenguaje natural (LLM), los cuales automatizan la elaboración de historias clínicas, reportes diagnósticos, consentimientos informados y materiales educativos personalizados. Estos modelos también impulsan un asistente conversacional diseñado para responder en lenguaje claro y accesible, fortaleciendo la comunicación odontólogo - paciente.

En cuanto al entorno de desarrollo, la plataforma se construye con frameworks modernos compatibles con sistemas web y móviles, asegurando una experiencia fluida en dispositivos de escritorio y smartphones. La gestión clínica se apoya en bases de datos seguras en la nube, con mecanismos de protección que garantizan la confidencialidad de la información del paciente, como el cifrado de datos y la anonimización de registros sensibles. Además, se emplean estándares de interoperabilidad que permiten integrar OrthoGenIA con otros sistemas clínicos y odontológicos, facilitando el intercambio seguro de información entre profesionales, instituciones y plataformas digitales.

Sustento bibliográfico o normativo

El proyecto se sustenta en estudios recientes sobre el uso de IA en diagnóstico radiográfico y planificación ortodóncica, así como en las normativas nacionales de protección de datos personales (Ley N.º 31814) y en estándares internacionales de ética en inteligencia artificial recomendados por la UNESCO.

Bor S, Ciğerim SÇ, Kotan S. Comparison of AI-assisted cephalometric analysis and orthodontist-performed digital tracing analysis. *Prog Orthod.* 2024;25:41.

Mahto RK, Kafle D, Giri A, Shrestha R, Baiju RM, Chaurasia N, et al. Evaluation of fully automated cephalometric measurements obtained from web-based artificial intelligence driven platforms. *BMC Oral Health.* 2022;22:132.

Kiełczykowski M, Kamiński K, Perkowski K, Zadurska M, Czołchowska E. Application of Artificial Intelligence (AI) in a Cephalometric Analysis: A Narrative Review. *Diagnostics (Basel).* 2023;13(16):2640.

BMC Oral Health. Is automatic cephalometric software using artificial intelligence better than orthodontist experts in landmark identification? *BMC Oral Health.* 2023;23:467.

BMC Oral Health. Development and validation of predictive models for skeletal malocclusion classification using airway and cephalometric landmarks. *BMC Oral Health.* 2024;24:1064.

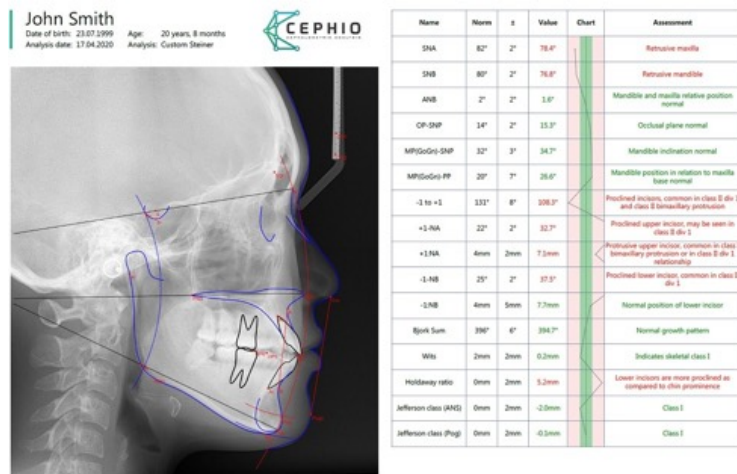
BMC Oral Health. The Potentials and Challenges of Integrating Generative Artificial Intelligence (AI) in Dental and Orthodontic Education: A Systematic Review. *BMC Oral Health.* 2025;25:905.

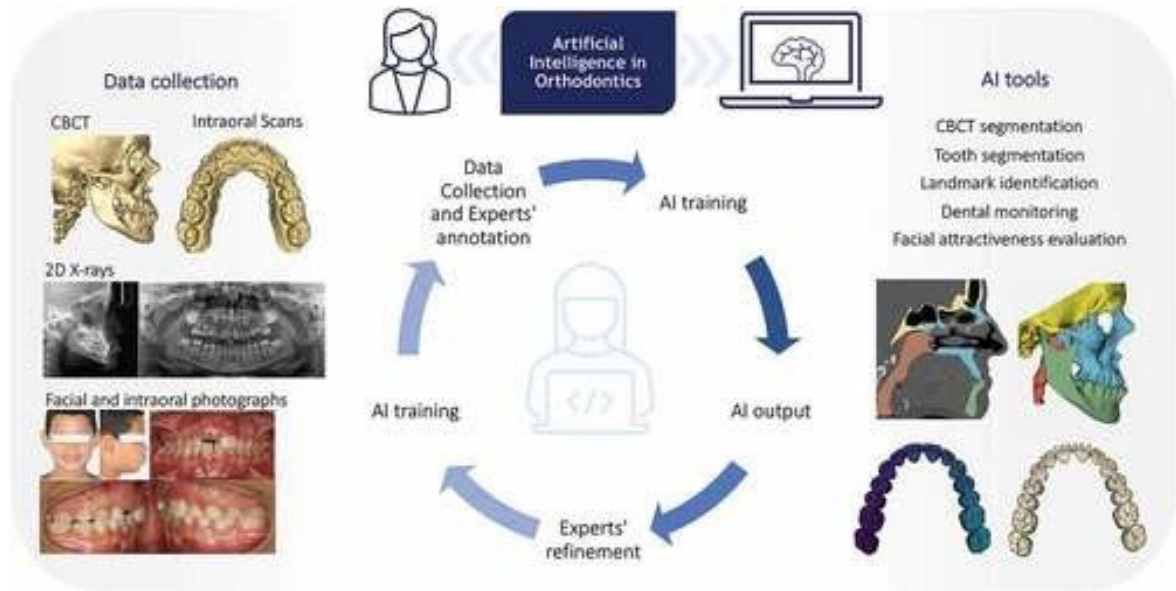
Congreso de la República del Perú. Ley N.º 31814, Ley que regula el uso de la inteligencia artificial en el Perú. Lima: Congreso de la República; 2023.

Adel SM, Bichu YM, Pandian SM, Sabouni W, Shah C, Vaid N. Clinical audit of an artificial intelligence (AI) empowered smile simulation system: a prospective clinical trial. *Sci Rep.* 2024;14(1):19385.

Anexos técnicos, capturas, esquemas o evidencias gráficas

Se incluyen esquemas de la arquitectura del sistema, flujogramas de procesos y ejemplos de interfaces preliminares de la aplicación. Además, se adjuntan capturas simuladas de análisis cefalométricos automáticos y representaciones gráficas de simulación 3D de movimientos dentales.





GenAdent: Asistente conversacional para gestión de historia clínica, diagnóstico y tratamiento preliminar

Autora: Karen Lljajida Cabanillas Yllesca

GenAdent es un asistente conversacional odontológico basado en inteligencia artificial que optimiza el registro de la historia clínica, apoya el diagnóstico preliminar y orienta la planificación terapéutica conforme a las Guías de Práctica Clínica y Guías Técnicas del Ministerio de Salud del Perú. Además, integra la interpretación de imágenes clínicas y radiográficas como soporte complementario para la evaluación diagnóstica. Su desarrollo responde a la necesidad de fortalecer la gestión digital de la información clínica, la precisión diagnóstica y la formación académica, en concordancia con las políticas nacionales de salud bucal y transformación digital en el Perú.

El sistema utiliza modelos de procesamiento de lenguaje natural entrenados en terminología odontológica que guían al profesional o estudiante durante la anamnesis y estructuran los datos clínicos del paciente. Mediante algoritmos de razonamiento clínico automatizado, genera sugerencias diagnósticas y terapéuticas validadas por el cirujano dentista, manteniendo la supervisión profesional.

Su arquitectura modular incluye interacción conversacional, registro clínico estructurado, razonamiento clínico y seguridad de datos mediante cifrado avanzado y autenticación de acceso segura. La información se gestiona conforme a la NTS N°139- MINSa/2018/DGAIN, la Ley N°31814 y la Ley N°29733, garantizando confidencialidad, trazabilidad y ética digital.

La plataforma se desarrollará como una interfaz web progresiva compatible con navegadores y dispositivos móviles, facilitando su implementación en consultorios, universidades y centros de atención. Asimismo, promueve la alfabetización digital y el uso ético de la inteligencia artificial, fortaleciendo las competencias tecnológicas y bioéticas de los profesionales y estudiantes.

GenAdent constituye una innovación estratégica con impacto clínico, académico y social-ético. Su ejecución se desarrollará en cinco fases durante 18 meses, integrando inteligencia artificial, bioética y gestión clínica segura para mejorar la calidad diagnóstica, terapéutica y educativa.

Justificación e impacto esperado

GenAdent busca fortalecer la gestión digital y la precisión diagnóstica en odontología, alineándose con las políticas nacionales de salud bucal y transformación digital (1-4). La atención estomatológica moderna requiere herramientas que sistematicen la información clínica y cumplan estándares éticos y normativos del Ministerio de Salud (1- 4).

Las Directivas Sanitarias N.º 154, 138 y 100 y las Normas Técnicas N.º 188 y 036 promueven una atención accesible y segura en diversos contextos, lo que evidencia la necesidad de soluciones digitales que optimicen el registro y seguimiento clínico (1,2,5-7). La NTS N°139-MINSA/2018/DGAIN establece los lineamientos para la gestión y custodia de datos clínicos, base para sistemas conversacionales que garanticen trazabilidad y seguridad (3,4).

La literatura científica confirma la utilidad de la inteligencia artificial en odontología para mejorar la detección de lesiones, reducir errores diagnósticos y fortalecer la formación profesional (8-10). En este sentido, GenAdent se presenta como una herramienta educativa y asistencial que refuerza el aprendizaje clínico y el razonamiento diagnóstico.

El impacto del proyecto abarca tres dimensiones:

- Clínica: estandariza la atención y mejora la calidad del registro y la toma de decisiones (1,11-14).
- Académica: fomenta el uso crítico de la IA en la formación y comunicación clínica (10,15,16).
- Social y ética: promueve la práctica odontológica digital, con confidencialidad y supervisión profesional (2-4,17).

En conjunto, GenAdent representa una propuesta innovadora y segura que impulsa la modernización de la atención odontológica en el Perú.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar e implementar GenAdent, un asistente conversacional odontológico basado en inteligencia artificial, que optimice el registro estructurado de la historia clínica y la generación de diagnósticos preliminares orientativos, conforme a los lineamientos técnicos y normativos vigentes del sector salud en el Perú.

Objetivos específicos

- Diseñar la arquitectura funcional del asistente conversacional GenAdent, integrando módulos de procesamiento de lenguaje natural y algoritmos de razonamiento clínico que permitan guiar al odontólogo o estudiante durante la anamnesis y la elaboración del registro clínico.
- Estandarizar el proceso de anamnesis y registro odontológico, garantizando la recopilación ordenada, completa y coherente de la información clínica del paciente, bajo parámetros técnicos de seguridad, confidencialidad y trazabilidad.

-
- Evaluar la precisión diagnóstica del sistema, mediante la comparación de los diagnósticos preliminares y propuestas terapéuticas generados por el asistente con los emitidos por odontólogos en formación y profesionales, determinando su concordancia clínica y su utilidad como apoyo en la práctica asistencial.
 - Promover la alfabetización digital y el uso responsable de herramientas basadas en inteligencia artificial, fortaleciendo las competencias tecnológicas y éticas de los estudiantes y profesionales del área odontológica.
 - Contribuir a la transformación digital de los servicios odontológicos, impulsando la adopción de soluciones tecnológicas seguras y eficientes que optimicen la gestión clínica y favorezcan la calidad y continuidad de la atención.

Descripción técnica de la propuesta

GenlAdent es un asistente conversacional odontológico basado en inteligencia artificial (IA) que guía al profesional o estudiante durante la anamnesis, registro clínico y generación de un diagnóstico preliminar orientativo, conforme a la NTS N°139- MINSa/2018/DGAIN y lineamientos nacionales sobre atención estomatológica segura (2-4).

Arquitectura general del sistema

El sistema estará compuesto por cuatro módulos:

- Interacción conversacional (NLP): emplea modelos de lenguaje profundo en español para un diálogo clínico estructurado y seguro (10,18).
- Registro clínico estructurado: organiza la información según normas nacionales, garantizando trazabilidad, interoperabilidad y ética en el uso de IA (1,3,17).
- Razonamiento clínico: utiliza aprendizaje automático para analizar signos y síntomas, generando diagnósticos preliminares y sugerencias terapéuticas basadas en guías oficiales. Integra imágenes clínicas y radiográficas para mejorar la precisión diagnóstica y el aprendizaje clínico (8,10,19).
- Almacenamiento y seguridad: protege los datos mediante cifrado y control de acceso conforme a la Ley de Protección de Datos Personales y la Ley de IA ética (17,20,21).

Funcionamiento operativo

El flujo de uso comprende: ingreso de datos e imágenes clínicas (8,10,22); análisis automatizado mediante modelos validados (18,22,23); generación de diagnóstico preliminar con sugerencias terapéuticas (8,10-14,22); validación por el odontólogo (9,24); y registro final en la historia clínica (3).

Sustento clínico y validación

GenlAdent se diseñará conforme a las Guías de Práctica Clínica y Normas Técnicas del MINSa, garantizando atención inclusiva, bioseguridad, y diagnóstico estandarizado (1,2,5-14,25). Su desempeño será evaluado mediante pruebas piloto que midan sensibilidad, especificidad y concordancia diagnóstica (8,9,22), respetando los principios éticos de autonomía y confidencialidad (1,17).

Resultados esperados

Prototipo funcional operativo; modelo de registro validado; guía técnica de uso y validación; integración con protocolos clínicos; y alineación con la Ley N.º 31814 para el uso responsable de IA en salud (1-5,8,9,11-14,17).

Etapas de desarrollo o implementación

El desarrollo de GenlAdent se organizará en cinco fases consecutivas que abarcan planificación, diseño, validación y aplicación piloto. La ejecución total se estima en 18 meses, con la participación de especialistas en odontología, programación, inteligencia artificial y bioética.

Fase 1. Planificación y diseño conceptual (Meses 1–3)

Definición de requerimientos, flujos de diálogo, módulos clínicos y base de datos. Formación del equipo interdisciplinario y revisión técnica y ética del proyecto.

Producto: diseño conceptual y arquitectura aprobada.

Fase 2. Desarrollo del prototipo (Meses 4–9)

Construcción del asistente básico con módulos de conversación, registro clínico y base de datos segura. Integración de criterios clínicos y pruebas internas de funcionamiento.

Producto: versión alfa operativa.

Fase 3. Validación clínica (Meses 10–13)

Pruebas piloto con odontólogos y estudiantes. Evaluación de sensibilidad, especificidad y concordancia diagnóstica. Ajustes lingüísticos y técnicos.

Producto: versión beta validada clínicamente.

Fase 4. Implementación y pruebas de campo (Meses 14–16)

Aplicación en entorno controlado, monitoreo de desempeño y elaboración del manual técnico.

Producto: versión final operativa.

Fase 5. Difusión y cierre (Meses 17–18)

Informe final, publicación científica y plan de sostenibilidad para su adopción académica e institucional.

Estas etapas garantizan un desarrollo ético, validado y sostenible, orientado a fortalecer la práctica clínica y la transformación digital de la odontología peruana.

Tecnologías utilizadas

El desarrollo de GenlAdent se basará en tecnologías de inteligencia artificial y gestión digital de datos clínicos, aplicadas de forma ética y conforme a las normas sanitarias.

Infraestructura tecnológica general

- El sistema se desarrollará sobre una arquitectura modular en la nube, permitiendo almacenar y procesar información clínica de manera segura y trazable.

-
- Se implementará cifrado de extremo a extremo, autenticación de usuario y respaldo automático, garantizando la seguridad y confidencialidad (3,17,20).

Procesamiento del lenguaje natural (NLP)

- Se utilizarán modelos NLP basados en aprendizaje profundo, entrenados en terminología odontológica y para formular preguntas clínicas coherentes.
- El sistema permitirá interacción mediante texto, voz e imágenes, mejorando el razonamiento clínico y la precisión diagnóstica (22,23).
- Estas tecnologías mejoran la experiencia del usuario y la calidad de la documentación asistida por IA (10,18,22,26).

Razonamiento clínico automatizado

- Este módulo aplicará algoritmos de aprendizaje automático supervisado para identificar patrones clínicos.
- Sugerirá diagnósticos preliminares y terapias iniciales, bajo supervisión del odontólogo, basadas en las Guías de Práctica Clínica (8,9,16,18,19,24).
- Se incluirá IA explicable, permitiendo entender el motivo de cada diagnóstico (20,23).

Almacenamiento y seguridad de datos

- La información clínica se almacenará en servidores protegidos con cifrado avanzado y verificación de identidad en dos pasos.
- Se mantendrán registros de auditoría clínica y mecanismos de recuperación ante fallos (3,4,20-22).
- El sistema garantizará confidencialidad y cumplimiento con los principios éticos y normativos en salud (4,20-22).

Integración e interoperabilidad

- GenAdent se diseñará bajo principios de interoperabilidad, integrándose con plataformas de historia clínica electrónica.
- La estructura modular permitirá actualizaciones sin afectar los datos registrados.
- Se desarrollará una interfaz web progresiva compatible con dispositivos móviles, facilitando su uso en consultorios y universidades (10,18,22).
- El diseño de la interfaz se basará en apps de salud oral, priorizando accesibilidad y usabilidad (26).

Principios éticos y supervisión profesional

- El sistema seguirá el principio de "IA supervisada", asegurando revisión profesional de cada recomendación.
- Se priorizarán los principios de autonomía, beneficencia y confidencialidad según la normativa peruana sobre IA (4,20).
- GenAdent no reemplaza el juicio clínico, sino que asiste como herramienta educativa (9,24).

Sustento bibliográfico o normativo

Ministerio de Salud. Norma Técnica de Salud para el uso del odontograma [Internet]. Lima: MINSA; 2022 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3456674/NTS%20N%C2%B0%20188-MINSA/DGIESP-2022.pdf?v=1659152556>

Ministerio de Salud. Directiva Sanitaria N° 100-MINSA/2020/DGIESP: Directiva sanitaria para el manejo de la atención estomatológica en el contexto de la pandemia por COVID-19 [Internet]. Lima: MINSA; 2020 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/716209/DIRECTIVA_SANITARIA_N_100-MINSA-2020-DGIESP.pdf?v=1589738712

Ministerio de Salud. NTS N°139-MINSA/2018/DGAIN - Norma Técnica de Salud para la Gestión de la Historia Clínica [Internet]. Lima: MINSA; 2018 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4126531/Resoluci%C3%B3n%20Ministerial%20214-2018-MINSA%20NT%20Historia%20Cl%C3%ADnica.pdf?v=1676517026>

Presidencia del Consejo de Ministros. Decreto Supremo N° 115-2025-PCM: Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 31814, Ley que promueve el uso de la inteligencia artificial en favor del desarrollo económico y social del país [Internet]. Lima: PCM; 2025 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/8619777/7133522-decreto-supremo-n-115-2025-pcm.PDF?v=1757422328>

Ministerio de Salud. Directiva Sanitaria N° 154-MINSA/DGIESP-2023- Directiva Sanitaria para el manejo de la atención estomatológica a la persona con discapacidad [Internet]. Lima: MINSA; 2023 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5638192/4993447-resolucion-ministerial-n-1187-2023-minsa.pdf?v=1704463695>

Ministerio de Salud. Directiva Sanitaria N° 138-MINSA/DGIESP-2021 - Directiva sanitaria para la atención estomatológica en pacientes con enfermedades no transmisibles que comparten factores de riesgo asociados a la cavidad bucal [Internet]. Lima: MINSA; 2021 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2347931/Directiva%20Sanitaria%20N%C2%B0%20138-MINSA/DGIESP-2021.pdf?v=1635517863>

Ministerio de Salud. Norma Técnica N.° 036-MINSA/DGSP-V.01 - Atenciones odontológicas básicas en poblaciones excluidas y dispersas [Internet]. Lima: Ministerio de Salud; 2005 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/280754/252152_RM882-2005.pdf20190110-18386-1rc7d88.pdf?v=154717314225

Pul U, Tichy A, Pitchika V, Schwendicke F. Impact of artificial intelligence assistance on diagnosing periapical radiolucencies: A randomized controlled trial. *J Dent.* 2025;160:105868.

Uranbey Ö, Özbey F, Kaygısız Ö, Ayrancı F. Assessing ChatGPT's Diagnostic Accuracy and Therapeutic Strategies in Oral Pathologies: A Cross-Sectional Study. *Cureus.* 2024;16(4):e58607.

Mallineni SK, Sethi M, Punugoti D, Kotha SB, Alkhayal Z, Mubarak S, et al. Artificial Intelligence in Dentistry: A Descriptive Review. *Bioengineering (Basel)*. 2024;11(12):1267.

Ministerio de Salud. Guía Técnica: Guía de Práctica Clínica para la Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Gingivitis inducida por Placa Dental y Periodontitis [Internet]. Lima: MINSa; 2019 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/306236/Resoluci%C3%B3n_Mini_sterial_N_324-2019-MINSA.PDF?v=1554746120

Ministerio de Salud. Guía Técnica: Guía de Práctica Clínica para la Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Caries Dental en Niñas y Niños [Internet]. Lima: MINSa; 2017 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/189980/189474_R.M._N_C2_BO_422-2017MINSA.pdf20180823-24725-w92fq3.pdf?v=1619058368

Ministerio de Salud. Guía Técnica: Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento del Edentulismo Total [Internet]. Lima: MINSa; 2015 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/196987/195705_RM027-2015-MINSA.pdf20180904-20266-eia0tf.pdf?v=1619058437

Ministerio de Salud. Guía técnica práctica de restauración atraumática [Internet]. Lima: MINSa; 2006 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/314080-guia-tecnica-practica-de-restauracion-atraumatica>

Esmailpour H, Rasaie V, Babae Hemmati Y, Falahchai M. Performance of artificial intelligence chatbots in responding to the frequently asked questions of patients regarding dental prostheses. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):574.

Torres-Zegarra BC, Rios-Garcia W, Ñaña-Cordova AM, Arteaga-Cisneros KF, Chalco XCB, Ordoñez MAB, et al. Performance of ChatGPT, Bard, Claude, and Bing on the Peruvian National Licensing Medical Examination: a cross-sectional study. *J Educ Eval Health Prof*. 2023;20:30.

Congreso de la República. Ley N.º 31814 - Ley que promueve el uso de la inteligencia artificial en favor del desarrollo económico y social del país [Internet]. Lima: Congreso de la República; 2023 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5038703/ley-que-promueve-el-uso-de-la-inteligencia-artificial-en-fav-ley-n-31814.pdf>

AlFarabi Ali S, AlDehlawi H, Jazzar A, Ashi H, Esam Abuzinadah N, AlOtaibi M, et al. The Diagnostic Performance of Large Language Models and Oral Medicine Consultants for Identifying Oral Lesions in Text-Based Clinical Scenarios: Prospective Comparative Study. *JMIR AI*. 2025;4:e70566.

Kong M, Fok EHW, Yiu CKY. A Scoping Review of Large Language Models in Dental Education: Applications, Challenges, and Prospects. *Int Dent J*. 2025;75(6):103854.

Yim D, Khuntia J, Parameswaran V, Meyers A. Preliminary Evidence of the Use of Generative AI in Health Care Clinical Services: Systematic Narrative Review. *JMIR Med Inform*. 2024;12:e52073.

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Ley N.º 29733 - Ley de Protección de Datos Personales [Internet]. Lima: Ministerio de Justicia y Derechos Humanos;2011 [citado 2025 Oct 18]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/272360/Ley%20N%C2%BA%2029733.pdf.pdf?v=1618338779>

Umer F, Batool I, Naved N. Innovation and application of Large Language Models (LLMs) in dentistry - a scoping review. *BDJ Open*. 2024;10(1):90.

Ibraheem WI, Jain S, Ayoub MN, Namazi MA, Alfaqih AI, Aggarwal A, et al. Assessment of the Diagnostic Accuracy of Artificial Intelligence Software in Identifying Common Periodontal and Restorative Dental Conditions (Marginal Bone Loss, Periapical Lesion, Crown, Restoration, Dental Caries) in Intraoral Periapical Radiographs. *Diagnostics (Basel)*. 2025;15(11):1432.

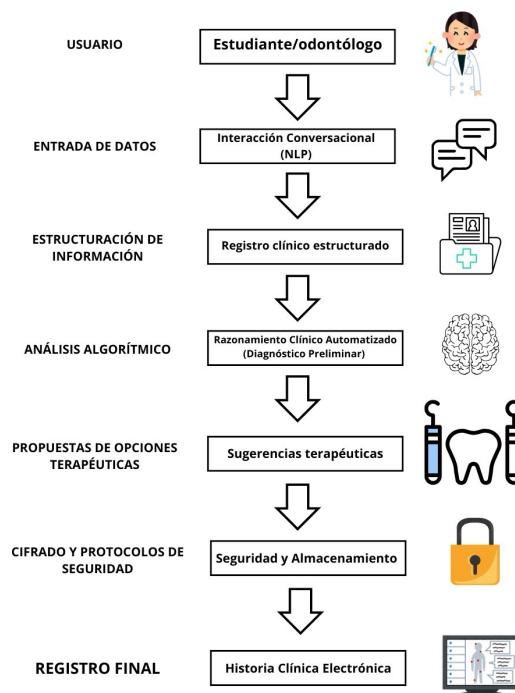
Yu E, Chu X, Zhang W, Meng X, Yang Y, Ji X, et al. Large Language Models in Medicine: Applications, Challenges, and Future Directions. *Int J Med Sci*. 2025;22(11):2792-2801.

Ministerio de Salud. NTS N° 216-MINSA/DGIESP-2024 - Norma Técnica de Salud para el Uso de la Amalgama Dental" [Internet]. Lima: MINSA; 2024 [citado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7342658/6267096-resolucion-ministerial-n-859-2024-minsa.pdf?v=1733839476>

Väyrynen E, Hakola S, Keski-Salmi A, Jämsä H, Vainionpää R, Karki S. The Use of Patient-Oriented Mobile Phone Apps in Oral Health: Scoping Review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2023;11:e46143.

Anexos

Diagrama de Arquitectura General

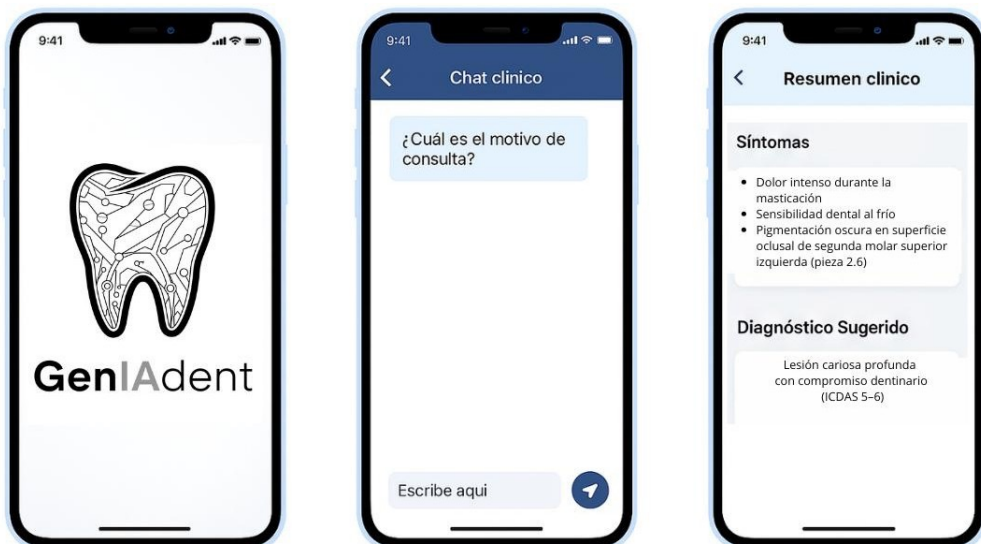


Flujo operativo de atención dentro de GenIAdent.

PROCESO (ETAPA)



Mockups de la interfaz principal de GenIAdent.



Vinculación entre campos de OdontoGenIA y la Historia Clínica Electrónica

Dato Recolectado por GenIAdent	Campo Oficial de la HCE (NTS N.º 139)	Módulo del Sistema GenIAdent
Motivo de Consulta	Motivo de consulta (Anamnesis)	Interacción Conversacional (NLP)
Antecedentes (Patológicos/No Patológicos)	Antecedentes (Anamnesis)	Interacción Conversacional (NLP)
Hallazgos (Signos y Síntomas)	Examen Clínico (Semiología)	Módulo de Registro Estructurado
Diagnóstico Sugerido	Diagnóstico Presuntivo / Principal	Módulo de Razonamiento Clínico
Validación y Confirmación	Firma, Sello y Colegiatura del Odontólogo	Módulo de Registro Estructurado
Plan de Tratamiento Propuesto	Plan de Tratamiento	Módulo de Registro Estructurado
Trazabilidad de la Información	Registro de Auditoría (Fecha, hora, IP)	Módulo de Seguridad y Almacenamiento

Ejemplo de reporte clínico preliminar generado por GenIAdent

The image shows a smartphone screen with a white background and a black border. At the top, the text 'REPORTE CLÍNICO PRELIMINAR' is displayed in bold. Below this is the GenIAdent logo, which consists of a stylized tooth icon with circuit-like patterns inside, followed by the text 'GenIAdent'. The report is organized into several sections, each with a label and a horizontal line indicating a text input area: 'Datos del Paciente:', 'Nombre: [Anonimizado], Fecha:', 'Análisis de la IA:', 'Diagnóstico Sugerido:', and 'Recomendación terapéutica:'. To the right of the 'Recomendación terapéutica:' label, there is a small red box with the text 'Requiere validación profesional'. At the bottom of the screen, there is a blue button with the text 'Validación Profesional (Firma)'. Below the button, a small disclaimer reads: '*Este reporte es generado automáticamente y debe ser revisado por el odontólogo responsable.*'

Cronograma general de ejecución del proyecto GenAdent

Fase	Título	Duración (Meses)	Meses de Ejecución	Referencia en el Proyecto
1	Diseño conceptual	3	Meses 1-3	Planificación y diseño conceptual
2	Programación del prototipo	6	Meses 4-9	Desarrollo del prototipo funcional
3	Validación clínica	4	Meses 10-13	Validación clínica y ajustes
4	Implementación	3	Meses 14-16	Implementación y pruebas de campo
5	Cierre y difusión	2	Meses 17-18	Difusión y cierre del proyecto

ForenzAI: Plataforma Integral de Inteligencia Artificial para la Identificación Odontológica Forense en Perú

Autora: Shadia Madua Cafferata Canlla

El presente proyecto propone el desarrollo de ForenzAI, una plataforma integral de inteligencia artificial diseñada para optimizar los procesos de identificación odontológica forense en Perú. Actualmente, los métodos manuales de identificación son ineficientes y propensos a errores. Nuestra solución fusiona tres módulos clave de IA: la reconstrucción 3D de la dentición a partir de restos óseos, la estimación precisa de la edad con algoritmos avanzados, y un sistema de triaje automatizado para comparar masivamente registros forenses. Este enfoque innovador busca acelerar significativamente las identificaciones, mejorar la precisión de los resultados y modernizar la práctica forense en el país. ForenzAI ofrecerá a los especialistas una herramienta poderosa y respaldada por avances científicos internacionales, lo que resultará en un cierre más rápido y preciso para las familias de las víctimas.

Justificación e impacto esperado:

El presente proyecto se justifica ante las limitaciones críticas de los métodos tradicionales de identificación odontológica forense que aún prevalecen en el Perú. La práctica actual se basa principalmente en procesos manuales de comparación de registros dentales (radiografías, cartas dentales y fichas clínicas), un método que, si bien es válido, es inherentemente lento, subjetivo y propenso a errores humanos, especialmente en situaciones de alta presión.

- **Ineficiencia y lentitud:** En escenarios de desastres masivos o hallazgos con múltiples víctimas, el proceso de cotejo manual puede tardar semanas o incluso meses, generando demoras angustiantes para los familiares que buscan un cierre.
- **Subjetividad y margen de error:** La identificación manual depende de la experiencia del perito forense, lo que introduce un factor subjetivo que puede influir en la precisión de los resultados.

-
- **Registros incompletos o dañados:** Los métodos tradicionales son limitados cuando los restos dentales están carbonizados, fragmentados o incompletos, lo que dificulta significativamente la identificación.

La adopción de una solución tecnológica avanzada no es un lujo, sino una necesidad urgente para modernizar la práctica forense en el país, elevando la precisión y la eficiencia a los estándares internacionales y brindando una respuesta más rápida y confiable a la sociedad.

Impacto Esperado

La implementación de la plataforma ForenzAI tendrá un impacto significativo y multifacético en el ámbito social, profesional y científico.

- **Impacto Social:** El principal impacto de ForenzAI es humanitario. Al acelerar drásticamente el proceso de identificación, la plataforma proporcionará un cierre más rápido y preciso a las familias de las víctimas. Esto es crucial para iniciar los procesos legales y administrativos, pero sobre todo, para permitirles comenzar el duelo de manera oportuna. La tecnología se convierte en una herramienta para la justicia y la empatía, fortaleciendo la confianza de la ciudadanía en las instituciones forenses.
- **Impacto Profesional y Científico:** ForenzAI transformará la práctica de la odontología forense en el Perú. La herramienta permitirá a los peritos forenses concentrarse en el análisis crítico y la validación de las coincidencias más probables, en lugar de en la tediosa tarea de filtrado de datos. Esto aumentará la eficiencia y la objetividad de su trabajo. A nivel científico, el proyecto posiciona al país a la vanguardia de la innovación forense, creando un precedente para la colaboración entre la salud pública, la tecnología y el sistema de justicia.
- **Impacto de Gestión y Económico:** A largo plazo, la automatización de procesos repetitivos reducirá los costos operativos asociados a la identificación de víctimas, liberando recursos que pueden ser reasignados a otras áreas forenses. Esto optimizará el uso de personal especializado y acelerará la resolución de casos, lo que es invaluable para cualquier institución de salud o justicia.

Objetivos

Objetivo general: Desarrollar y validar una plataforma integral de IA para la identificación odontológica forense que automatice y optimice el proceso de comparación de registros dentales en Perú.

Objetivos específicos:

- Diseñar un modelo de IA capaz de reconstruir modelos 3D de la dentición a partir de imágenes incompletas de restos óseos.
- Crear un algoritmo de IA para la estimación de la edad biológica con un margen de error menor a los métodos manuales.
- Implementar una base de datos que permita la carga y el emparejamiento automático de registros ante mortem y post mortem.

-
- Validar la precisión y eficiencia de la plataforma ForenzAI mediante pruebas piloto con datos forenses simulados o reales (si aplica).

Descripción técnica de la propuesta

La plataforma ForenzAI se concibe como un sistema integral con una arquitectura modular, diseñado para procesar, analizar y comparar datos forenses de manera automatizada. El sistema centraliza la información en una base de datos segura y la procesa a través de tres módulos de inteligencia artificial interconectados.

Arquitectura de la Plataforma

La arquitectura de ForenzAI se basa en un flujo de trabajo lógico y optimizado:

- Ingreso de Datos: Los usuarios (peritos forenses) cargan los datos ante mortem (registros de personas desaparecidas) y post mortem (registros de restos encontrados) en la plataforma.
- Procesamiento Central (Módulos de IA): El sistema activa los módulos de IA para analizar y procesar la información de manera secuencial y simultánea.
- Reporte de Resultados: La plataforma genera un reporte final con las coincidencias más probables, listas para la validación del perito.

Módulo 1: Reconstrucción 3D y virtualización de la dentición

- Objetivo: Generar una representación tridimensional y detallada de la dentición a partir de fragmentos óseos o tomografías de restos.
- Funcionamiento Técnico: Este módulo utiliza una red neuronal generativa adversaria (GAN) o una red neuronal convolucional (CNN), entrenada con una vasta base de datos de tomografías dentales. El algoritmo analiza la morfología ósea y los patrones radiculares remanentes en el escaneo post mortem para predecir y reconstruir la estructura completa de los dientes que faltan.
- Entrada: Archivos de tomografía (en formato DICOM).
- Salida: Un modelo digital 3D de la dentición (en formato STL o OBJ) y un conjunto de radiografías virtuales para comparación.

Módulo 2: Estimación de la edad y perfilación

- Objetivo: Determinar con alta precisión la edad biológica, el sexo y otros datos demográficos del individuo a partir de los datos dentales.
- Funcionamiento Técnico: Este módulo emplea algoritmos de aprendizaje profundo (Deep Learning). Un modelo de IA, entrenado con un gran dataset de radiografías de pacientes de edad conocida, analiza características sutiles como el grado de transparencia de la dentina, la calcificación pulpar y la densidad ósea alveolar, que son indicadores de edad más precisos que el simple desgaste dental.
- Entrada: Radiografías dentales 2D y el modelo 3D del Módulo 1.
- Salida: Una estimación de la edad con un intervalo de confianza (ej. "35 años \pm 2.5 años") y un perfil de datos demográficos.

Módulo 3: Triage y emparejamiento automatizado

- **Objetivo:** Comparar de forma masiva los registros forenses con la base de datos de personas desaparecidas y clasificar las coincidencias por su probabilidad.
- **Funcionamiento Técnico:** Utiliza un sistema de búsqueda vectorial y algoritmos de coincidencia de patrones. El sistema extrae “huellas digitales dentales” únicas (posiciones de restauraciones, extracciones, etc.) tanto de los registros ante mortem como de los modelos 3D y datos de perfilación. Luego, los algoritmos comparan estas huellas, generando un puntaje de similitud que permite clasificar las coincidencias más probables.
- **Entrada:** La base de datos de registros ante mortem y los resultados de los Módulos 1 y 2.
- **Salida:** Una lista ordenada de las posibles coincidencias con un índice de probabilidad para que los peritos forenses validen la identidad de forma manual.

La integración de estos módulos en una sola plataforma elimina la necesidad de herramientas múltiples, optimiza el flujo de trabajo y permite una identificación más rápida, precisa y objetiva en el campo de la odontología forense.

Etapas de desarrollo o implementación

Fase 1: Investigación y Diseño (1-3 Meses)

El objetivo inicial es sentar las bases teóricas y técnicas del proyecto. En esta etapa, realizaré una investigación exhaustiva sobre los últimos avances en IA aplicada a la odontología forense. Esto incluirá la revisión bibliográfica de estudios validados a nivel internacional y la recopilación de datos para el entrenamiento de los modelos de IA (obteniendo permisos si se usa información forense real o creándola sintéticamente). Los entregables clave de esta fase son el diseño arquitectónico detallado de la plataforma ForenAI y un plan de desarrollo.

Fase 2: Desarrollo del Prototipo (4-10 Meses)

En esta fase, se construirá el prototipo funcional de la plataforma. El equipo se enfocará en el desarrollo y entrenamiento de los tres módulos de IA de forma individual:

- El modelo de reconstrucción 3D para generar representaciones a partir de tomografías
- El algoritmo de estimación de edad para analizar las radiografías.
- El sistema de triaje y emparejamiento para el cotejo masivo de datos. El entregable principal será un prototipo funcional que permita la carga de datos y la visualización de resultados básicos, demostrando la viabilidad de la solución.

Fase 3: Validación y Pruebas (11-14 Meses)

Esta es la etapa crucial para validar la precisión y la robustez del prototipo. El sistema será sometido a rigurosas pruebas utilizando un conjunto de datos forenses de prueba, ya sea simulados o reales (si se establece una colaboración con una institución forense). Se compararán los resultados de la IA con los de métodos manuales para cuantificar la mejora en precisión y velocidad. Los entregables incluyen un informe detallado de los resultados de las pruebas y las mejoras finales al sistema.

Fase 4: Implementación y Capacitación (15-18 Meses)

En la fase final, el prototipo validado se convertirá en una herramienta lista para su uso en un entorno controlado. Esto implica el despliegue de la plataforma en servidores seguros y la creación de una interfaz de usuario intuitiva. Se desarrollará un programa de capacitación para los peritos forenses, enseñándoles a usar la herramienta de manera efectiva, interpretar los resultados y validar las coincidencias. El entregable final es una plataforma funcional y un equipo de usuarios capacitado para su operación, lista para su implementación a mayor escala.

Tecnologías utilizadas

La plataforma ForenZAI se construirá con un conjunto de tecnologías de vanguardia, seleccionadas por su robustez, escalabilidad y amplio soporte en el desarrollo de soluciones de inteligencia artificial.

Lenguajes de Programación y Frameworks de IA

- Python: Será el lenguaje de programación principal debido a su flexibilidad, su extensa comunidad y su vasto ecosistema de librerías para ciencia de datos y aprendizaje automático.
- TensorFlow y/o PyTorch: Estos frameworks de código abierto son el estándar de la industria para el desarrollo de modelos de aprendizaje profundo. Son esenciales para construir los algoritmos de las redes neuronales que impulsan la reconstrucción 3D y la estimación de la edad.
- Scikit-learn: Una librería clave para el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático más tradicionales, útil para el preprocesamiento de datos y el desarrollo del módulo de emparejamiento.

Bases de Datos y Almacenamiento de Datos

- Bases de Datos Relacionales (SQL): Una base de datos como PostgreSQL o MySQL será utilizada para almacenar datos estructurados, como los registros de personas desaparecidas y los perfiles de los casos.
- Sistemas de Almacenamiento de Archivos: Se requerirá un sistema de almacenamiento escalable (como Amazon S3 o Google Cloud Storage) para guardar archivos grandes, como las tomografías (DICOM) y los modelos 3D generados.

Hardware y Computación en la Nube

- Unidades de Procesamiento Gráfico (GPU): El entrenamiento de los modelos de aprendizaje profundo requiere una gran capacidad de procesamiento. Se utilizarán GPUs de alta potencia, ya sea de forma local o, preferiblemente, a través de servicios en la nube.
- Servicios de Computación en la Nube: Plataformas como Amazon Web Services (AWS) o Google Cloud Platform (GCP) proporcionarán la infraestructura necesaria para alojar la plataforma, ejecutar los modelos de IA a escala y garantizar la seguridad y el acceso a los datos.

Software de Visualización y Conectividad

- DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine): Este formato estándar se utilizará para el manejo de las imágenes de tomografías. Se emplearán librerías especializadas de Python (como pydicom) para leer y procesar estos archivos.
- API REST: Se creará una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) para permitir que la plataforma se comunique de manera segura con el front-end de la aplicación y con otros sistemas de información forense o clínica.
- Three.js o Unity: Estas librerías o motores de renderizado se pueden utilizar para visualizar los modelos 3D de la dentición dentro de la interfaz de la plataforma, permitiendo a los usuarios interactuar con las reconstrucciones.

La combinación de estas tecnologías garantiza que el proyecto ForenzAI sea no solo innovador en su concepto, sino también viable y escalable en su implementación, listo para enfrentar los desafíos del campo forense.

Sustento bibliográfico o normativo

Artículos Científicos sobre Estimación de Edad con IA:

Jumbadkar, R., Kamble, V., & Parate, M. (2025). Análisis comparativo de algoritmos de estimación de la edad basados en el procesamiento de imágenes. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 13(2), 1–14. <https://doi.org/10.15649/2346030X.3960>

Yilmaz, E., Görürgöz, C., & Kış, H. C. (2025). Forensic dental age estimation with deep learning: A modified Xception model for panoramic X-Ray images. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 21, 565–579. <https://doi.org/10.1007/s12024-025-00962-4>

Publicaciones sobre Reconstrucción 3D y Biometría Forense

Thurzo, A., Svobodová Kosnáčová, H., Kurilová, V., Kosmel, S., Beňuš, R., Moravanský, N., Kováč, P., Mikuš Kuracinová, K., Palkovič, M., & Varga, I. (2021). Use of advanced artificial intelligence in forensic medicine, forensic anthropology and clinical anatomy. *Healthcare*, 9(11), 1545.

<https://doi.org/10.3390/healthcare9111545>.

Martínez, J. C., Aguirre, K., Zambrano, N., Morales, A., & Cruz, G. (s. f.). La Inteligencia Artificial como herramienta en la medicina forense. *Scientific Corner*, 1(7), 1812. <https://doi.org/10.37594/sc.v1i7.1812>

Casos de Éxito y Referencias de Implementación

Ibáñez, O., Alemán, I., Bermejo, E., Corbal, I., Cordón, O., Damas, S., Gómez, G.,

Gómez, I., Gómez, O., González, A., Macías, M., Martos, R., Mesejo, M., Panizo, M., Prada, K., & Valsecchi, A. (2017). El proyecto Skeleton-ID: Hacia una identificación humana más rápida, objetiva y precisa. En *Memorias del Congreso Nacional de la Sociedad Española de Odontología Legal y Forense*.

Anexos técnicos, capturas, esquemas o evidencias gráficas

Figura 1. Captura de pantalla de la interfaz de la plataforma Skeleton-ID :Esta figura ilustra la interfaz de la plataforma Skeleton-ID, un software de identificación forense que utiliza la inteligencia artificial para el cotejo radiológico de restos óseos, sirviendo como un claro precedente para las funcionalidades del proyecto ForenzAI

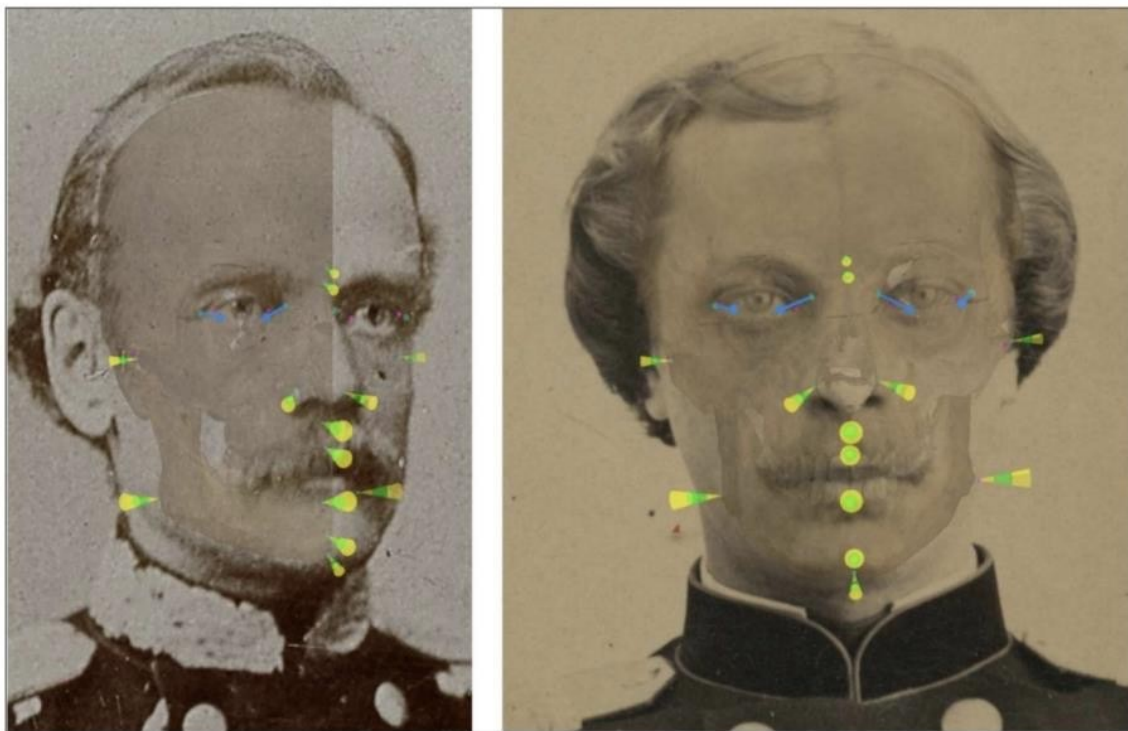
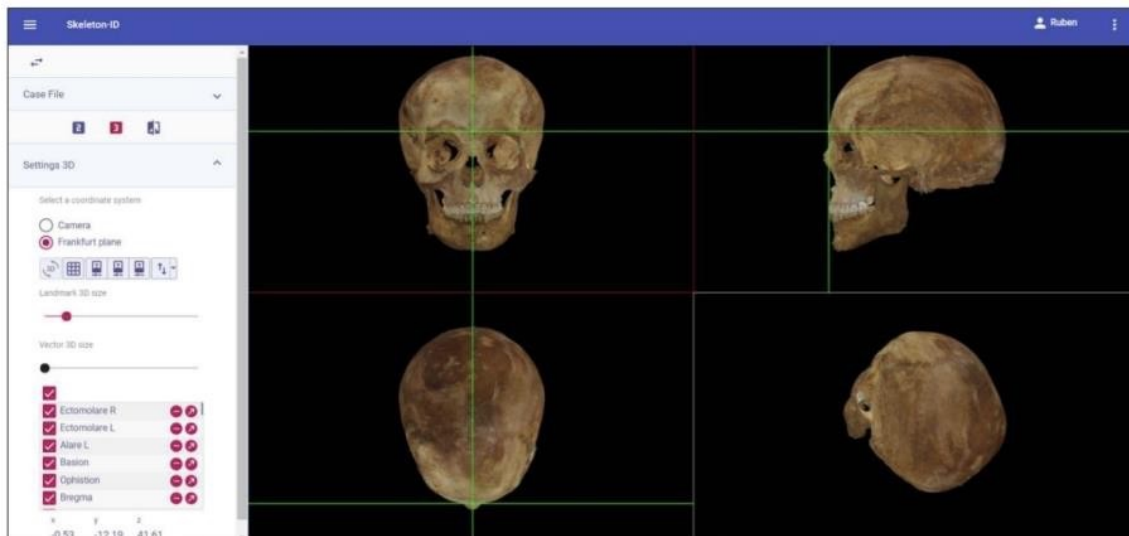


Figura 2. Logo propuesto para ForenzAI



Figura 3. Diagrama de Flujo del Proceso Operativo de la Plataforma ForenzAI

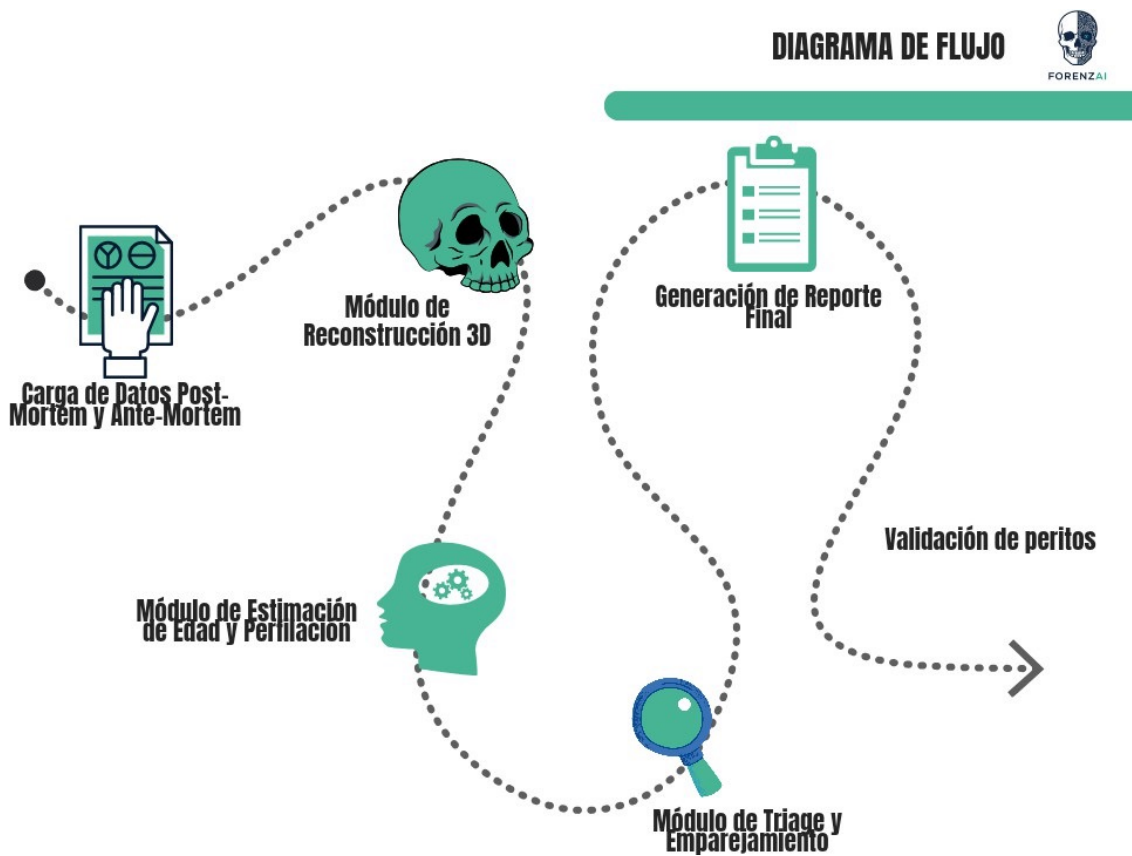
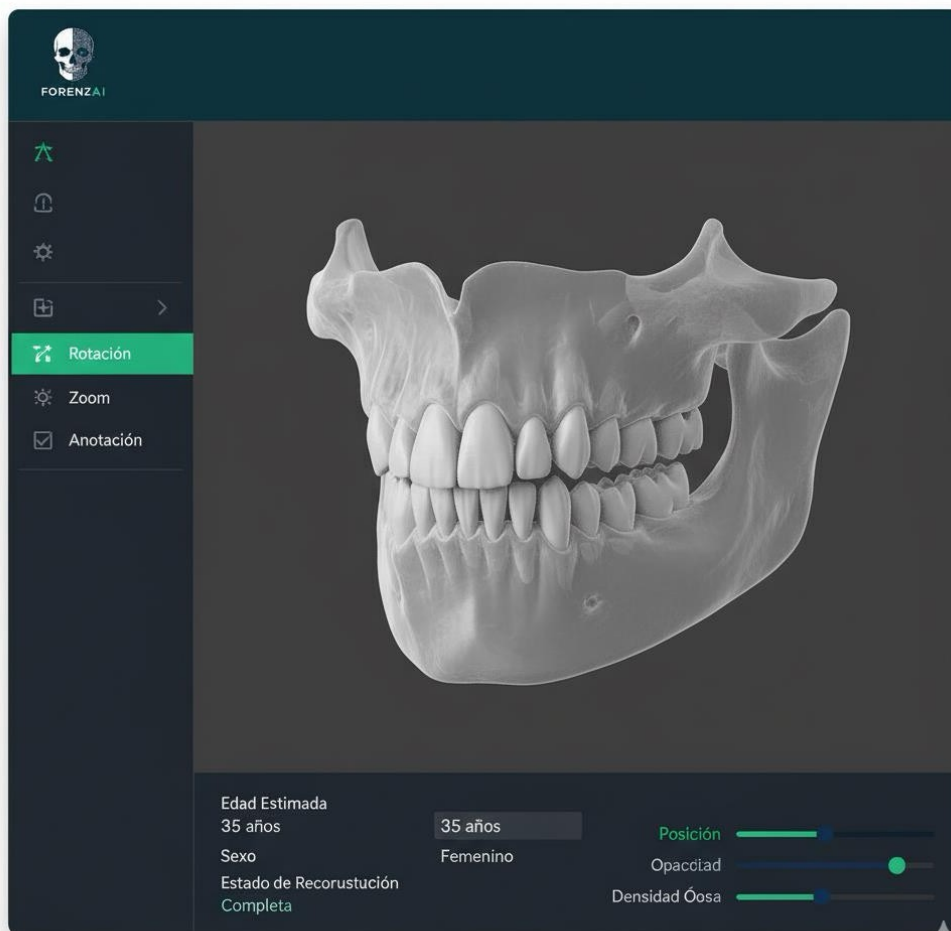


Figura 4. Interfaz de Reconstrucción 3D de ForenzAlrma ForenzAI



LEYES DE LA IA ODONTOLÓGICA RESPONSABLE

Primera Ley. Ningún sistema de inteligencia artificial deberá sustituir el juicio clínico, ético y legal del cirujano dentista

Segunda Ley. Toda recomendación algorítmica deberá ser verificable, trazable y comprensible antes de ser aplicada en un paciente.

Tercera Ley. La protección de los datos personales, clínicos, biométricos e imagenológicos del paciente será condición previa para todo uso de IA odontológica.

Cuarta Ley. La automatización deberá aumentar la seguridad, la precisión y la equidad del acto médico en odontoestomatología, nunca reducir la dignidad humana ni la responsabilidad profesional.

Ley Cero. La odontología digital debe estar al servicio de la persona, la salud pública y el bien común.

Odonto_log.IA[®]

CAPÍTULO 2

TELEODONTOLOGÍA, TELESALUD, TELEMONITOREO Y TELECONSULTA

En este capítulo se reúnen seis propuestas que amplían el alcance de la atención odontológica más allá de las fronteras físicas del consultorio, mediante modelos de telemonitoreo, teleconsulta y telesalud asistidos por tecnologías digitales e inteligencia artificial. Se presentan aplicativos de gestión clínica con telemonitoreo continuo, plataformas que integran traducción lingüística y pertinencia cultural, soluciones de teleodontología comunitaria con IA para contextos remotos y servicios de teleconsulta desarrollados en lenguas indígenas, junto con modelos de atención “sin barreras” para poblaciones en situación de vulnerabilidad. Estas iniciativas contribuyen a reducir brechas de acceso, mejorar la continuidad del cuidado y promover una atención más equitativa e intercultural.

- AsiyKipi App – Aplicativo integral de gestión clínica, acompañamiento y telemonitoreo con IA
- ORTOWASI – Conectando Sonrisas en un Universo Digital (MVP)
- Runasimi Salud – Plataforma Digital de Traducción Lingüística y Pertinencia Cultural
- ODONTOCALL-IA – App de Teleodontología con IA para Consultas Remotas Comunitarias
- Plataforma de Teleconsulta Dental en base a Lenguas Indígenas
- OdontoFlex – Atención Odontológica Sin Barreras

AsiyKipi App: Aplicativo integral de gestión clínica, acompañamiento y telemonitoreo con inteligencia artificial para cuidar tu sonrisa

*Autores: Nicole Bebzabet Pajuelo Bran
Miluska Katherine Franco Lagos*

AsiyKipi App es una aplicación para celular y web que busca mejorar la atención odontológica en el Perú, ayudando tanto a los profesionales como a los pacientes a gestionar de manera más simple la información clínica, los recordatorios y la comunicación directa. La propuesta se centra en cuatro funciones principales: primero, la gestión clínica, que digitaliza la historia clínica, la agenda de citas y el control de inventario; segundo, el acompañamiento al paciente, con recordatorios automáticos, guías de cuidados y una biblioteca educativa en español y quechua; tercero, el telemonitoreo, que permite al paciente reportar síntomas después de un tratamiento y, en caso de detectar una complicación, genera una alerta inmediata para el odontólogo; y cuarto, la inteligencia artificial, que facilita resúmenes automáticos de historias clínicas, crea materiales educativos personalizados y analiza fotografías básicas de la boca para señalar posibles problemas con un sistema visual de colores fácil de entender.

La app ha sido diseñada pensando en la realidad peruana: puede funcionar con internet limitado, es compatible con celulares básicos y ofrece la opción de interacción por mensajes de texto (SMS) para pacientes sin acceso a smartphones. Además, incorpora pictogramas y lectura en voz alta para personas con baja alfabetización, garantizando inclusión y accesibilidad.

Con AsiyKipi App se espera reducir el ausentismo en las citas odontológicas, ahorrar tiempo en el registro de historias clínicas, aumentar la adherencia a los cuidados postoperatorios y mejorar el acceso a información clara y culturalmente pertinente. En conclusión, se trata de una propuesta innovadora, inclusiva y viable, que combina tecnología con un enfoque humano para proteger la sonrisa de los pacientes peruanos.

La propuesta cumple con la Ley N.º 31814 (IA) y la Ley N.º 30421 (Telesalud), garantizando privacidad y explicabilidad en el uso de la tecnología.

Justificación e Impacto esperado

En el Perú, el acceso a la atención odontológica enfrenta múltiples barreras: alta tasa de ausentismo en citas, complicaciones postoperatorias por falta de seguimiento, sobrecarga administrativa en la práctica diaria y limitada llegada de los servicios a comunidades rurales y dispersas. Estas dificultades se ven agravadas por la brecha digital, cultural y lingüística, que deja fuera a pacientes que no dominan el español, carecen de conectividad estable o incluso no cuentan con dispositivos móviles.

AsiyKipi App se justifica porque aborda de manera integral estos problemas con un enfoque innovador y socialmente responsable. La aplicación combina gestión clínica, acompañamiento, telemonitoreo e inteligencia artificial generativa en un solo ecosistema digital, pero además incorpora un diseño inclusivo adaptado a la realidad peruana. Para ello, permite el funcionamiento en modo offline y es compatible con celulares básicos, ofrece interacción por mensajes de texto (SMS) para pacientes sin smartphones y facilita la participación de agentes comunitarios de salud que pueden ingresar la información de los pacientes desde postas o visitas domiciliarias.

Asimismo, garantiza accesibilidad lingüística y cultural mediante contenidos bilingües en español y quechua, escalables a otras lenguas originarias, además de pictogramas y mensajes de voz para personas con baja alfabetización.

El impacto esperado de AsiyKipi App es múltiple: en lo clínico, permite la detección temprana de complicaciones y una mejor adherencia a los tratamientos; en lo administrativo, reduce el ausentismo en citas y ahorra tiempo en el llenado de historias clínicas; en el paciente, incrementa la confianza y la comprensión de sus cuidados; en lo lingüístico y cultural, ofrece acceso equitativo a información en idiomas originarios y en formatos accesibles; en lo social, disminuye la brecha digital en salud al incluir a poblaciones rurales y vulnerables mediante SMS y agentes comunitarios; y a nivel de sistema, se alinea con la Ley N° 31814 (IA) y la Ley N° 30421 (Telesalud), con potencial de replicarse a nivel regional y nacional.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar, desarrollar y validar un prototipo funcional de aplicación móvil y web que optimice la gestión clínica odontológica y potencie la adherencia del paciente mediante el uso de inteligencia artificial generativa, telemonitoreo y accesibilidad inclusiva, con miras a su escalamiento a nivel nacional.

Objetivos específicos

- Implementar un módulo de gestión clínica digital que incluya historia clínica electrónica, agenda de citas y control de inventario, con una meta de reducir en al menos 40 % el tiempo de registro clínico.
- Desarrollar un módulo de acompañamiento al paciente con recordatorios automáticos, guías de cuidados y biblioteca educativa bilingüe (español-quechua), para mejorar la adherencia postoperatoria en al menos 30 %.

-
- Integrar un sistema de teleconsulta y telemonitoreo postoperatorio con alertas tempranas y opción de respuesta por SMS, para reducir complicaciones en un 20 % durante el piloto.
 - Incorporar inteligencia artificial generativa para autocompletar historias clínicas y generar materiales educativos personalizados, así como IA explicable para un triaje básico mediante fotografías intraorales.
 - Validar la propuesta en un piloto de 12 semanas en Lima Metropolitana, como fase inicial de prueba y evaluación de indicadores, con el objetivo de posteriormente escalar la aplicación a nivel regional y nacional.

Descripción técnica de la propuesta

AsiyKipi App es una aplicación móvil y web diseñada como un ecosistema digital modular y escalable para optimizar la gestión clínica y mejorar la experiencia del paciente. Está pensada tanto para entornos urbanos como rurales, con la capacidad de funcionar en modo offline, operar en celulares básicos mediante una versión ligera tipo PWA y permitir la interacción por mensajes SMS para pacientes sin smartphones. Además, puede ser utilizada por agentes comunitarios de salud desde postas rurales, garantizando que las personas sin dispositivos propios también estén incluidas.

La aplicación se organiza en cuatro módulos principales:

Módulo de gestión clínica

- Historia clínica electrónica (HCE) digitalizada.
- Agenda de citas con recordatorios automáticos.
- Gestión de inventario de insumos odontológicos.
- Generación de reportes administrativos y estadísticos.

Módulo de acompañamiento al paciente

- Recordatorios de citas y cuidados postoperatorios.
- Checklist digital interactivo para seguimiento después del tratamiento.
- Biblioteca digital con videos y guías prácticas en español y quechua.
- Inclusión de pictogramas y opción de lectura en voz alta para pacientes con baja alfabetización.

Módulo de teleodontología y telemonitoreo

- Videoconsultas seguras entre paciente y odontólogo.
- Mensajería cifrada para dudas rápidas.
- Alertas automáticas cuando el paciente reporta síntomas de complicación.
- Envío y recepción de reportes mediante SMS interactivos en zonas sin internet.

Módulo de inteligencia artificial (IA)

- IA generativa que resume y autocompleta historias clínicas.
- Generación automática de materiales educativos personalizados según el perfil del paciente.

-
- IA explicable para un triaje básico mediante fotografías intraorales, mostrando posibles lesiones con mapas de calor visuales fáciles de interpretar.

Seguridad e interoperabilidad

- Procesamiento híbrido edge + nube: los datos básicos se guardan en el celular y se sincronizan cuando hay conexión.
- Cifrado AES-256 y anonimización de imágenes para proteger la privacidad.
- Uso de estándares de interoperabilidad (FHIR/HL7) que facilitan la integración con sistemas nacionales de salud.

En conjunto, AsiyKipi App no es solo un software de gestión, sino una solución integral, inclusiva y adaptable, diseñada para ser validada primero en Lima Metropolitana y luego escalada a nivel nacional, contribuyendo a reducir la brecha digital en salud bucal.

Etapas de desarrollo o implementación

El desarrollo de AsiyKipi App se plantea en cuatro fases progresivas, que permiten validar la propuesta en un entorno controlado y luego escalarla a nivel nacional:

Fase 1 - Diseño conceptual (4 semanas)

- Revisión bibliográfica y análisis de experiencias previas en telesalud y apps odontológicas.
- Definición de requerimientos técnicos, clínicos y sociales.
- Elaboración de diagramas de flujo, mockups y prototipo de interfaz básica.
- Consulta preliminar con odontólogos y pacientes para recoger sugerencias.

Fase 2 - Desarrollo del prototipo funcional (6 semanas)

- Construcción del módulo de gestión clínica (HCE, agenda, inventario).
- Implementación del módulo de acompañamiento al paciente (recordatorios y biblioteca digital bilingüe).
- Integración inicial de inteligencia artificial generativa para resúmenes clínicos.
- Configuración de la aplicación en modo offline y compatibilidad con celulares básicos.

Fase 3 - Piloto de validación (12 semanas en Lima Metropolitana)

- Implementación del prototipo en un consultorio odontológico seleccionado.
- Uso con un grupo de 20–30 pacientes voluntarios.
- Evaluación de indicadores: reducción de ausentismo, tiempo en registro de HCE, adherencia a cuidados postoperatorios.
- Recopilación de retroalimentación de profesionales y pacientes.

Fase 4 - Escalamiento y expansión (6 meses)

- Incorporación de módulos avanzados: teleconsulta con videollamada segura, IA explicable para análisis de fotografías intraorales y sistema de alertas vía SMS.
- Escalamiento a otros consultorios en Lima y regiones.
- Inclusión de más lenguas originarias y fortalecimiento de la interoperabilidad con sistemas nacionales de salud.

-
- Presentación de resultados al Colegio Odontológico y propuesta de integración en redes públicas y privadas.

Tecnologías utilizadas

La propuesta de AsiyKipi App integra un conjunto de tecnologías digitales, de inteligencia artificial y de conectividad que permiten su funcionamiento inclusivo y escalable en distintos contextos del Perú:

Aplicaciones móviles y web progresiva (PWA):

- Desarrollada en Flutter o React Native, garantizando compatibilidad en Android e iOS.
- Versión web ligera accesible desde cualquier navegador en PC o laptop.
- Distribución alternativa mediante USB/CD para instalación en equipos de postas rurales.

Inteligencia Artificial (IA) y Generativa (GenAI):

- Uso de modelos de lenguaje natural (NLP) para autocompletar y resumir historias clínicas.
- Generación automática de materiales educativos personalizados según edad, idioma y nivel de comprensión del paciente.
- IA explicable con visión computacional (YOLO/TensorFlow) para análisis preliminar de fotografías intraorales y triaje básico, mostrando resultados con mapas de calor comprensibles para el profesional.

Teleodontología y telemonitoreo:

- Videoconsultas seguras mediante protocolos cifrados (WebRTC).
- Mensajería encriptada para orientación rápida.
- Alertas automáticas postoperatorias y seguimiento a través de SMS en zonas sin acceso a internet.

Gestión de datos e interoperabilidad:

- Historia clínica electrónica bajo estándares internacionales HL7/FHIR para facilitar integración con sistemas de salud.
- Base de datos en la nube (Firebase, PostgreSQL) con sincronización en modo offline.
- Cifrado de extremo a extremo (AES-256) y anonimización de imágenes, cumpliendo con la Ley de Protección de Datos Personales (N.º 29733).

Accesibilidad lingüística y cultural:

- Interfaz multilingüe con soporte inicial para español y quechua, escalable a otras lenguas originarias.
- Biblioteca de recursos con pictogramas y narraciones de voz.
- Compatibilidad con celulares básicos mediante interacción vía USSD/SMS.

Sustento bibliográfico o normativo

Normativa peruana aplicable

Congreso de la República del Perú. Ley N° 31814: Ley que promueve el uso de la inteligencia artificial en el Perú. Diario Oficial El Peruano. 2023.

Congreso de la República del Perú. Ley N° 30421: Ley Marco de Telesalud. Diario Oficial El Peruano. 2016.

Congreso de la República del Perú. Ley N° 29733: Ley de Protección de Datos Personales. Diario Oficial El Peruano. 2011.

Ministerio de Salud del Perú. Resolución Ministerial N.º 546-2011/MINSA: Lineamientos técnicos de la Historia Clínica Electrónica. Lima: MINSA; 2011.

Congreso de la República del Perú. Constitución Política del Perú. Lima: Diario Oficial El Peruano; 1993.

Referencias académicas y científicas

Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *J Dent Res*. 2020;99(7):769–774.

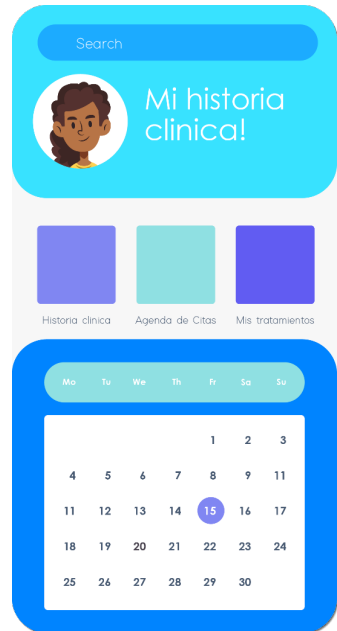
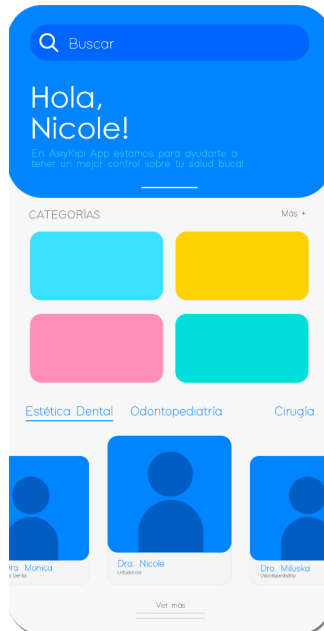
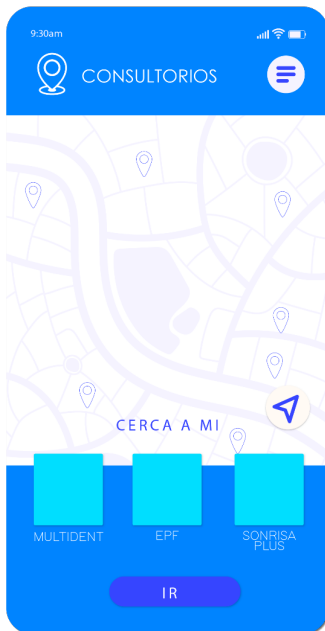
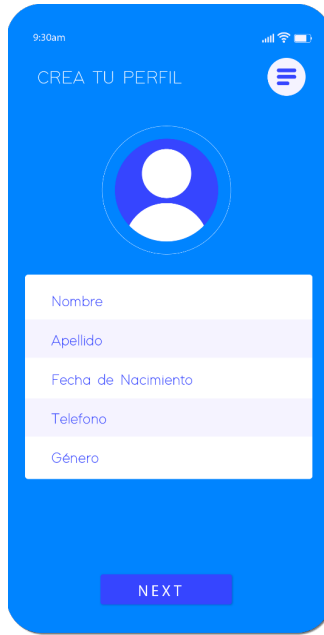
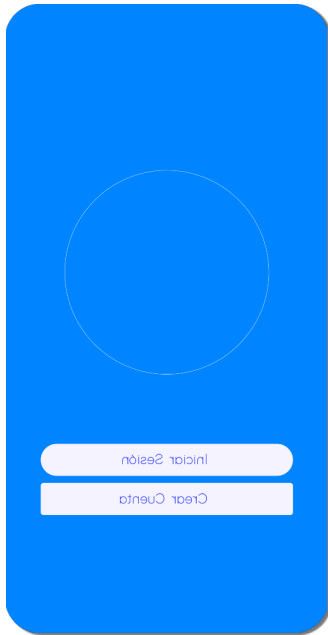
Mora H, Gil D, Terol RM, Azorín J, Szymanski J. m-Health applications for telemedicine and e-health. *Healthcare*. 2021;9(12):1690.

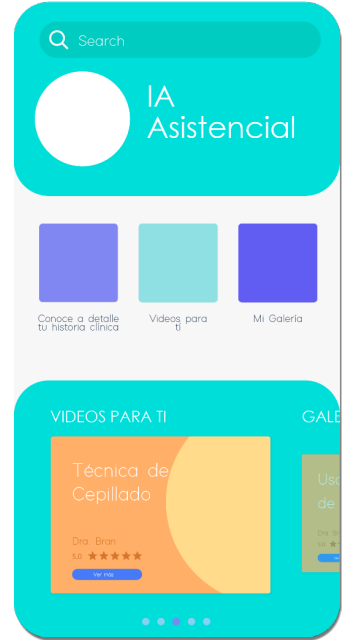
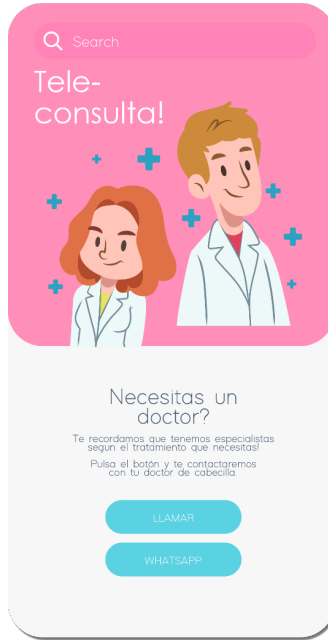
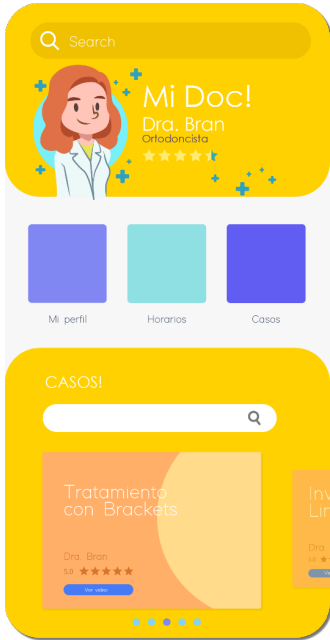
Kumar G, Arora A, Valiathan A. Mobile applications in dentistry: A review. *J Int Oral Health*. 2022;14(5):435–440.

Estai M, Kanagasingam Y. Building bridges in oral health: the role of teledentistry in expanding access. *J Dent*. 2018;78:64–68.

Torres-Pereira C, Possebon RS, Simoes A, Bortoluzzi MC, Leão JC, Giovanini AF. Teledentistry: distant diagnosis of oral disease using e-mail. *Teledent J E Health*. 2008;14(5):441–446.

Anexos técnicos, captura esquemas o evidencias gráficas de mockup de APP





ORTOWASI: Conectando sonrisas en un universo digital (MVP)

Desarrollo de una aplicación móvil para el seguimiento ortodóntico

*Autores: Angie Maritza Collazos Jara
Emely Giovana Ccoyllo Ccanto*

El presente proyecto propone el desarrollo de OrtoWasi, una aplicación móvil innovadora orientada a la gestión integral de pacientes con tratamientos de ortodoncia, con la flexibilidad de adaptarse a distintas especialidades odontológicas. Actualmente, se encuentra en fase de desarrollo como un MVP y ofrece funcionalidades específicas para pacientes, doctores y clínicas dentales. El nombre OrtoWasi combina “Orto” (de ortodoncia) y “Wasi” (casa en quechua), simbolizando un “Hogar de la Ortodoncia” o un “espacio seguro para el cuidado dental”, transmitiendo la idea de un entorno digital completo donde pacientes, especialistas y clínicas trabajan de manera conjunta hacia la sonrisa ideal. La aplicación permite a los pacientes registrar su progreso, recibir recordatorios personalizados, subir fotos periódicas y acceder a contenido educativo. Paralelamente, los odontólogos pueden monitorear la historia clínica de sus pacientes, seguir la evolución de los tratamientos mediante estadísticas, gestionar citas y generar alertas de adherencia. Por su parte, las clínicas obtienen acceso a información centralizada y estadísticas generales, facilitando la optimización de procesos, el seguimiento de indicadores de desempeño y la garantía de una atención integral. De este modo, OrtoWasi se posiciona como una herramienta digital que mejora la experiencia de todos los actores del sistema odontológico, promoviendo un cuidado más eficiente y coordinado.

Justificación e impacto esperado

El presente desarrollo de la aplicación OrtoWasi se enfoca inicialmente en la especialidad de ortodoncia, dado que este tipo de tratamiento requiere un seguimiento prolongado y coordinado entre los distintos actores del sistema odontológico. La gestión tradicional de información sobre tratamientos, pagos y evolución clínica puede presentar errores, provocando retrasos, olvidos de citas y una administración poco eficiente. OrtoWasi se propone como una solución tecnológica innovadora e integradora, que centraliza la información en una plataforma única, accesible desde cualquier dispositivo móvil.

Su diseño como MVP (Producto Mínimo Viable) permite validar la efectividad de la aplicación en un entorno real, optimizar los recursos disponibles y recolectar retroalimentación temprana de pacientes, especialistas y clínicas. Esta fase inicial funciona como un estudio piloto, permitiendo implementar mejoras continuas y garantizar la adaptabilidad de la herramienta a las necesidades del sistema odontológico.

Impacto esperado

En los pacientes se espera un incremento en la adherencia a los tratamientos, así como una mayor educación en hábitos de higiene oral, motivación y compromiso con su salud bucal. La implementación de recordatorios y alertas contribuirá a la reducción de inasistencias. Además, la aplicación ofrecerá funcionalidades como contacto directo con la clínica vía WhatsApp, acceso a tiendas de productos dentales, juegos interactivos, gestión organizada de pagos y la sección “Conoce a tu odontólogo”. Estas herramientas, junto con la posibilidad de visualizar el progreso del tratamiento, buscan mejorar significativamente la experiencia del paciente.

En los odontólogos se espera una disminución significativa de la carga administrativa gracias a la centralización de la información, lo que permitirá una revisión rápida de la evolución de los tratamientos y la reducción de los tiempos de consulta. La aplicación facilitará la coordinación con la clínica en la gestión de citas y planes de tratamiento, así como la derivación de pacientes a diferentes especialidades cuando sea necesario.

Además, permitirá la organización digital de historias clínicas, un registro fotográfico sistemático y la integración de herramientas de software para evaluar radiografías o realizar estudios radiográficos de manera más eficiente.

En el sistema de salud la consolidación de información en tiempo real permitirá optimizar la gestión administrativa y financiera, además de respaldar la toma de decisiones basadas en datos confiables y métricas precisas. La digitalización de las historias clínicas representa el futuro de la salud y su universalización; en esta aplicación se parte con una historia clínica simplificada, específica para ortodoncia, constituyendo el primer paso hacia un sistema más amplio y completo. De manera general, se promoverá la digitalización de los procesos en salud odontológica, la creación de un modelo escalable que pueda implementarse en otras clínicas y el fomento de la innovación en el sector mediante la incorporación de tecnologías móviles.

Impacto social

Permite a los pacientes acceder fácilmente a la información sobre sus tratamientos, incluso si tienen poca experiencia tecnológica, incorporando opciones como letras grandes, alto contraste y un lector de voz (en desarrollo).

Incluye secciones educativas sobre higiene oral y cuidados ortodóncicos, promoviendo hábitos saludables y utilizando material didáctico multimedia (videos de TikTok o YouTube) que generen un impacto más allá del paciente en tratamiento.

Al ser multiplataforma (Android e iOS), contribuye a disminuir la brecha digital en el acceso a herramientas de salud, con la posibilidad futura de integrar un modo offline para funcionar en entornos con baja conectividad.

Brinda la opción a las clínicas de utilizar OrtoWasi en campañas sociales, como revisiones gratuitas en colegios o comunidades, y permite la creación de un repositorio de datos que respalde investigaciones y políticas públicas en salud bucal.

Promueve la sostenibilidad ambiental mediante la disminución del uso de papel en historias clínicas y reportes. Optimiza recursos humanos y financieros dentro de la clínica.

Objetivos

Objetivo general:

Diseñar e implementar una aplicación móvil multiplataforma MVP (Producto Mínimo Viable) llamada OrtoWasi, que permita un seguimiento integral de los tratamientos ortodónticos, facilitando la interacción y coordinación entre pacientes, doctores y clínicas, con el propósito de mejorar la gestión, la comunicación y la toma de decisiones en el ámbito odontológico.

Objetivos específicos:

- Desarrollar la plataforma MVP de OrtoWasi, asegurando su compatibilidad con dispositivos Android e iOS, a través de React Native y Expo Router y garantizando una interfaz amigable para pacientes con distintos niveles de experiencia tecnológica.
- Implementar funcionalidades para pacientes, incluyendo registro de tratamientos, seguimiento del progreso, recordatorios de citas, acceso a material educativo sobre higiene oral y cuidados ortodónticos, y herramientas de motivación como juegos interactivos.
- Integrar herramientas para odontólogos, que permitan la gestión de historias clínicas digitales, revisión de evolución de tratamientos, coordinación con la clínica en la planificación de citas y derivación a distintas especialidades cuando sea necesario.
- Optimizar la gestión de la clínica, mediante centralización de información, acceso a estadísticas y métricas en tiempo real, reducción de carga administrativa y digitalización de procesos para mejorar eficiencia y sostenibilidad.
- Validar el MVP en un entorno real dentro de la clínica piloto, recogiendo retroalimentación de pacientes, doctores y administradores para futuras mejoras.

Descripción técnica de la propuesta

OrtoWasi es una aplicación móvil multiplataforma desarrollada como MVP (Producto Mínimo Viable) que permite un seguimiento integral de los tratamientos ortodónticos, integrando a pacientes, odontólogos y clínicas en un mismo ecosistema digital. Su desarrollo se basa en React Native junto con Expo Router, lo que garantiza compatibilidad con dispositivos Android e iOS, permitiendo actualizaciones ágiles y una experiencia de usuario uniforme.

La aplicación contempla varias capas funcionales:

Pacientes: Registro de tratamientos y seguimiento del progreso mediante fotografías y datos de evolución, recordatorios de citas y alertas personalizadas para mejorar la adherencia,

acceso a contenido educativo, incluyendo videos, infografías y juegos interactivos que fomenten hábitos saludables, interfaz accesible para todos los niveles de experiencia tecnológica, con soporte de letras grandes, contraste alto y lector de voz (en desarrollo).

Odontólogos: Gestión digital de historias clínicas específicas para ortodoncia, con registro de datos clínicos y fotografías, revisión rápida de la evolución de los tratamientos y planificación de citas, herramientas de derivación a distintas especialidades cuando sea necesario, integración de software para evaluación de radiografías y estudios radiográficos.

Clínicas: Centralización de información para optimizar procesos administrativos y financieros, acceso a estadísticas y métricas en tiempo real para la toma de decisiones basada en datos, posibilidad de implementar campañas sociales (revisiones gratuitas en colegios o comunidades) y generación de repositorios de datos anónimos para investigación y políticas públicas, reducción del uso de papel y optimización de recursos humanos y financieros, promoviendo la sostenibilidad.

Aspectos técnicos adicionales: Multiplataforma Android e iOS, posibilidad futura de integración offline para funcionamiento con baja conectividad. Arquitectura escalable que permite ampliar la aplicación a otras especialidades odontológicas, enfoque en seguridad y privacidad de datos, cumpliendo con normativas de protección de información del paciente.

Seguridad y privacidad

El MVP cuenta con un login mediante usuario y contraseña, al cual se le puede implementar verificación en dos pasos (2FA) para reforzar la seguridad. En las etapas de piloto, se contempla la posibilidad de incorporar inicio de sesión biométrico (huella digital o reconocimiento facial) en dispositivos compatibles. Por su parte, las medidas de seguridad adicionales, como la integración de firewalls de aplicaciones y el monitoreo de intrusiones en el backend, se planifican para fases posteriores de mayor alcance y expansión del sistema.

Alcance técnico del MVP

El desarrollo se centra en entregar un MVP funcional, con interfaces amigables y las funcionalidades mínimas necesarias para validar la propuesta en un entorno clínico real. Posteriormente, el sistema puede escalarse a: Integración con historiales clínicos electrónicos completos, sincronización en la nube con almacenamiento seguro o módulos de teleconsulta y pagos en línea.

Etapas de desarrollo o implementación

- **Análisis y levantamiento de requerimientos**
 - Identificación de necesidades de pacientes, doctores y la clínica.
 - Definición de funcionalidades mínimas viables para el MVP.
 - Revisión de apps similares y buenas prácticas en salud digital.
- **Diseño de la solución**
 - Elaboración de casos de uso y mapa de navegación.

- Diseño de la interfaz de usuario en Figma, priorizando usabilidad y estética profesional.
- Definición de roles de acceso: paciente, doctor y clínica.
- Configuración del entorno de desarrollo
 - Instalación y configuración de Expo, React Native y dependencias
 - Integración de control de versiones con Git/GitHub.
 - Preparación de entornos de prueba en Android e iOS.
- Desarrollo del MVP
 - Implementación de la pantalla principal (index) con navegación por roles.
 - Creación de módulos:
 - Paciente: citas, evolución, pagos.
 - Doctor: gestión de historias clínicas, fotos, seguimiento.
 - Clínica: reportes e indicadores globales.
 - Integración de animaciones y estilos.
 - Configuración de notificaciones push con Firebase Cloud Messaging.
- Pruebas y validación
 - Pruebas unitarias y de integración en dispositivos Android e iOS.
 - Validación del MVP en un entorno real de la clínica piloto.
 - Recolección de retroalimentación de pacientes, doctores y administradores.
- Documentación del proyecto
 - Redacción de manual técnico y manual de usuario.
 - Registro de tecnologías utilizadas y arquitectura.
 - Documentación del proceso de desarrollo y resultados obtenidos.
- Entrega y mejoras futuras
 - Presentación del MVP funcional.
 - Identificación de oportunidades de mejora.

Propuesta de escalabilidad: integración con nube, pagos online, teleconsulta

Tecnologías utilizadas

Tecnologías utilizadas en OrtoWasi

Capa / Categoría	Tecnología / Servicio	Uso principal
Frontend (App móvil)	React Native	Crear la app para Android e iOS con un único código base
Frontend (App móvil)	Expo Router	Manejo de rutas y navegación entre pantallas
Frontend (App móvil)	Expo Go	Probar la app en tiempo real durante el desarrollo

Capa / Categoría	Tecnología / Servicio	Uso principal
Frontend (UI/UX)	React Native Animatable, React Native Paper / Tailwind	Animaciones, componentes e interfaz amigable
Frontend (Iconos)	Ionicons, MaterialIcons, FontAwesome5	Representación visual de acciones y funciones
Backend / Base de datos	Firebase / Firestore	Almacenamiento de datos de pacientes y tratamientos en la nube
Backend / Base de datos	AsyncStorage	Guardar datos temporales y configuración en el dispositivo
Seguridad	Login con usuario y contraseña, 2FA, autenticación biométrica	Protección de acceso y datos sensibles
Multimedia / Educación	YouTube / TikTok, gestión de imágenes	Contenido educativo y seguimiento fotográfico de tratamientos
Escalabilidad / Funciones futuras	Modo offline, teleconsulta, pagos en línea, integración con HC electrónicas completas	Preparación para futuras funcionalidades y expansión
Despliegue	EAS (Expo Application Services)	Compilar, publicar y distribuir la app de manera sencilla y eficiente
Despliegue	Git & GitHub	Control de versiones, gestión del código fuente y colaboración en el desarrollo del proyecto
Asistencia	ChatGPT (OpenAI)	Soporte en generación de código, diseño de interfaces, arquitectura del proyecto y optimización de funcionalidades

Sustento bibliográfico o normativo

Alqahtani, N., et al. (2022). Mobile applications in orthodontics: A scoping review. *Journal of Orthodontics*, 49(1), 52–61.

Congreso de la República del Perú. (2011). Ley N° 29733 – Ley de Protección de Datos Personales. Diario Oficial El Peruano. <https://www.gob.pe/ley-29733>

European Union. (2016). General Data Protection Regulation (GDPR). Official Journal of the European Union, L119. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32016R0679>

Firebase. (2025). Firebase Documentation. <https://firebase.google.com/docs>

Gaffar, B., et al. (2021). The role of mobile health applications in orthodontics. International Journal of Dentistry, 2021, 1–8. <https://doi.org/xxxxx>

Meta. (2025). React Native Documentation. <https://reactnative.dev/docs/getting-started>

Ministerio de Salud del Perú (MINSA). (2016). Norma técnica de salud para la gestión de la historia clínica electrónica (Resolución Ministerial N° 180-2016/MINSA). <https://www.gob.pe/resolucion-180-2016-minsa>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). Estrategia mundial sobre salud digital 2020–2025. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>

Pressman, R. S. (2010). Ingeniería del software: Un enfoque práctico (7.ª ed.). McGraw-Hill.

U.S. Department of Health and Human Services. (1996). Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA). Public Law 104-191. <https://www.hhs.gov/hipaa>

World Health Organization. (2021). Global strategy on digital health 2020–2025. Geneva: WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>

Anexos técnicos

Anexo 1. Arquitectura de la aplicación:

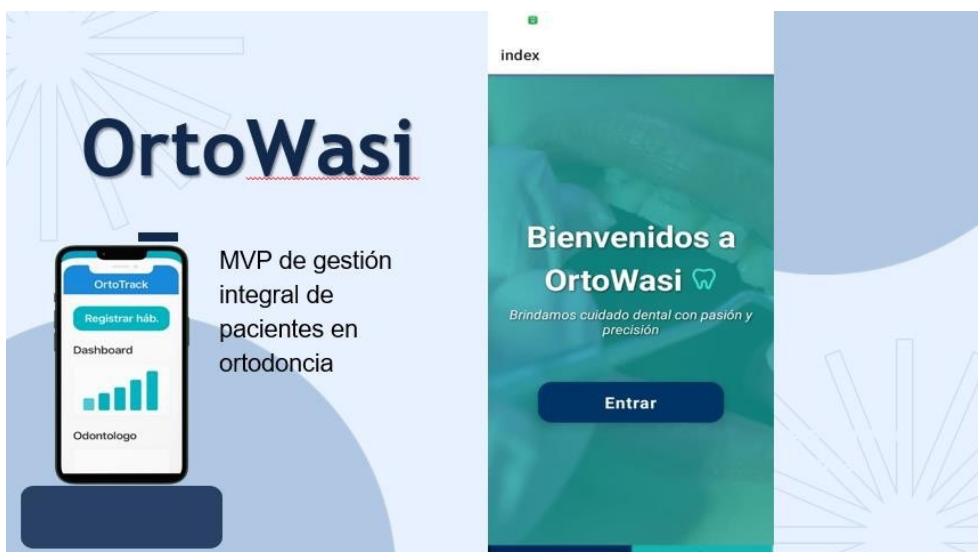
LINK DE ACCESO AL AVANCE DE LA APP ORTOWASI: <http://localhost:8081/>

LOGIN1: **paciente**
CONTRASEÑA1: **1234**

LOGIN2: **doctor**
CONTRASEÑA2: **1234**

LOGIN3: **clinica**
CONTRASEÑA 3: **1234**

Arquitectura de la aplicación



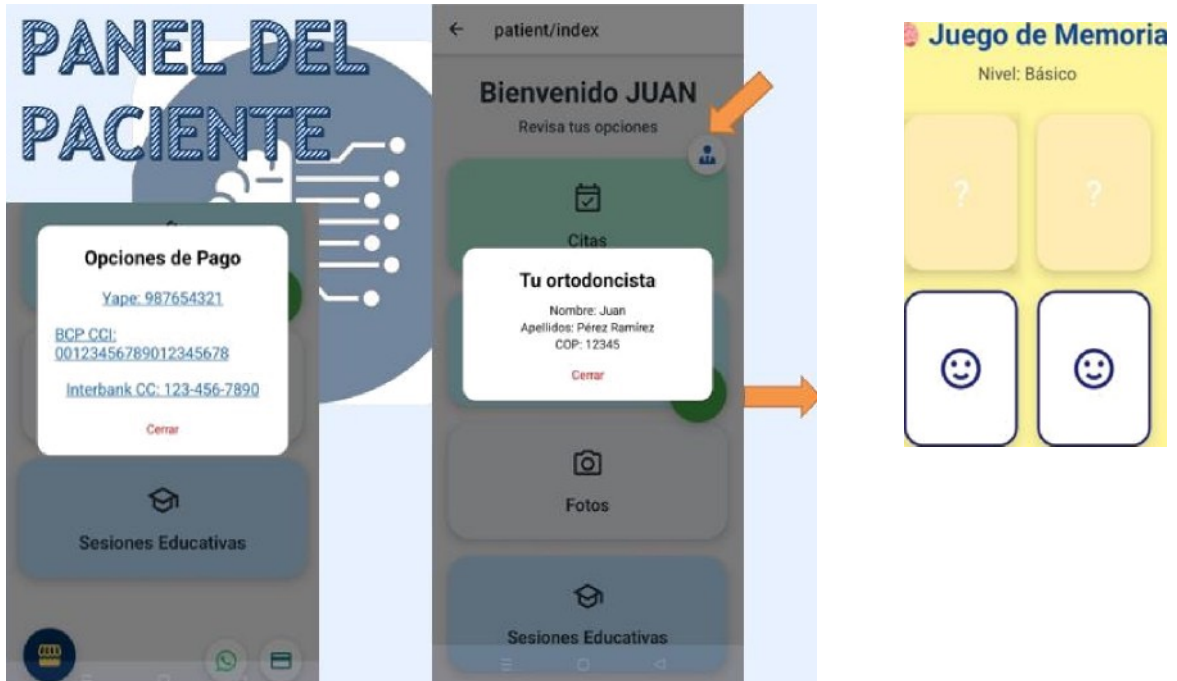
OrtoWasi





Bienvenido







PANEL DEL PACIENTE

AL DARLE CLICK NOS TRASLADAN A VIDEOS EN LA WEB



Uso de Elásticos Intermaxilares

Guía para orientarte en la colocación correcta de los elásticos intermaxilares.

Ver Video

Cancelar

SESIONES EDUCATIVAS

¡Cuida tu sonrisa, tu salud empieza en la boca!

Sesiones Educativas

Aprende hábitos saludables paso a paso



PANEL DEL DOCTOR

HISTORIAL DE PACIENTES

Historial de Pacientes

Previous	Septiembre 2025							Next
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	
		1	2	3	4	5	6	
	7	8	9	10	11	12	13	
	14	15	16	17	18	19	20	
	21	22	23	24	25	26	27	
	28	29						

Agenda del día - 2025-09-30

08:00	Libre	
08:30	Libre	
09:00	Libre	
09:30	Jadira Campos Sifuentes ApellidoPaciente HC: HC123 Control	
10:00	Libre	

Panel de Control Dra. Angie

Pacientes Asignados

Historial de Pacientes

Software Radiográfico

Historial de Pacientes

Previous	Septiembre 2025							Next
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	
		1	2	3	4	5	6	
	7	8	9	10	11	12	13	
	14	15	16	17	18	19	20	
	21	22	23	24	25	26	27	
	28	29						

Agenda del día - 2025-09-29

08:00	Barrantes Arizaga Celia ApellidoPaciente HC: HC123 Control	
08:30	Contreras García Sofia ApellidoPaciente HC: HC123 Control	
09:00	Fabio Ivan Armas Torres ApellidoPaciente HC: HC123 Instalación	

PANEL DEL DOCTOR

PACIENTES ASIGNADOS

The screenshot shows a patient card for Fabio Ivan Armas Torres, ID 121, aged 31, with Orthodontics treatment. The card has buttons for 'HC', 'Cita', and 'Fotos'. A blue arrow points from the 'Fotos' button to a modal window titled 'FOTOS DEL PACIENTE'. The modal shows a calendar for August 2025 with two photo upload slots labeled 'Frontal' and 'Derecha'. A blue callout box at the bottom states: 'PODEMOS VISUALIZAR LA EDICION PARA CADA PACIENTE'. In the top right, there is an 'AGREGAR PACIENTE' button.

PANEL DEL DOCTOR

PACIENTES ASIGNADOS

The screenshot shows a search bar with 'Buscar paciente' and a list of results including Fabio Ivan Armas Torres. A blue arrow points to a patient card for Fabio Ivan Armas Torres, ID 121, with buttons for 'HC', 'Cita', and 'Fotos'. A blue arrow points from the 'Cita' button to a date selection modal. The modal shows 'Cita desde' and 'Cita hasta' fields, with 'Nueva cita: 10:00 - 2025-09-29' displayed. At the bottom of the modal are 'CANCELAR' and 'GUARDAR' buttons. In the top right, there is an 'AGREGAR PACIENTE' button.

PANEL DEL DOCTOR

PACIENTES ASIGNADOS

Buscar paciente

Armas Torres Fabio Ivan

121 Armas Torres Fabio Ivan
Edad: 31
Tratamiento: Ortodoncia

HC Cita Fotos

AGREGAR PACIENTE

Examen Documentos

Examen Documentos Consentimiento

Examen Documentos Consentimiento

Subir Documento Subir Imagen / RX

Guardar Historia Clínica Exportar PDF

PANEL DEL DOCTOR

SOFTWARE RX

Software Radiográfico

Selecciona el tipo de estudio radiográfico que deseas analizar

Análisis Cefalométrico

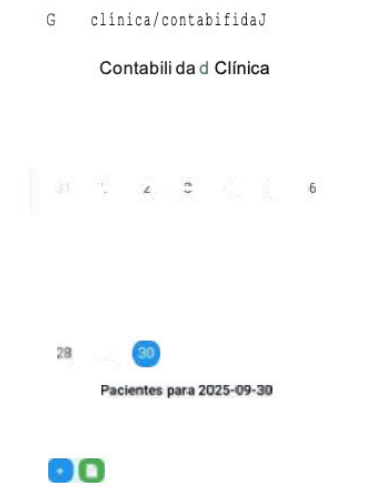
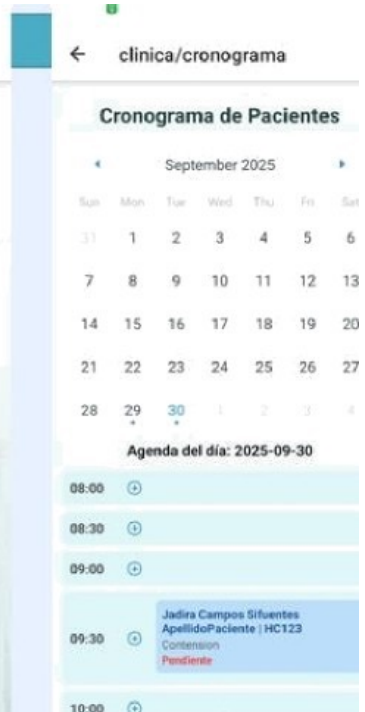
Rickets Steiner

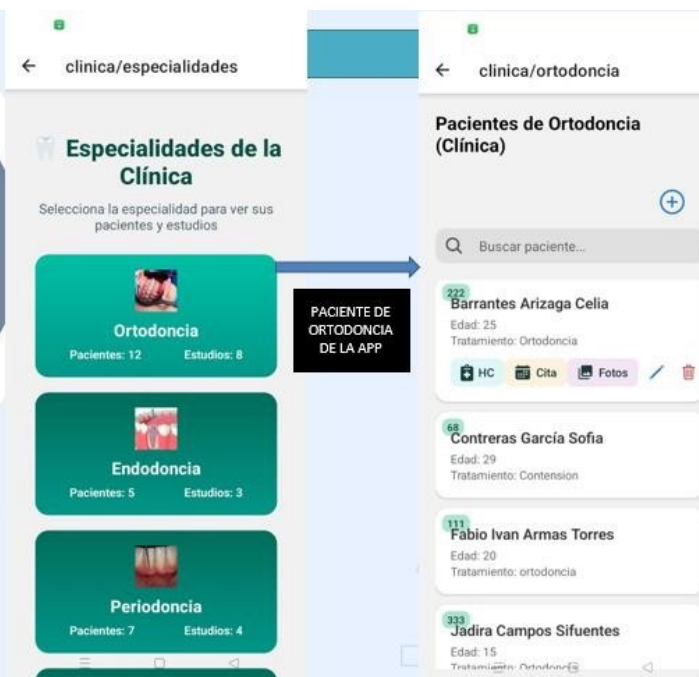
Análisis Cefalométrico

Radiografías Panorámicas

Radiografías Panorámicas

EPI PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN...





EDICION



Visual Studio Code
Aplicación usada frecuentemente

```
1 // app/clinica/ortodoncia.tsx
2 import React from "react";
3 import { StyleSheet, Text, View } from "react-native";
4 import PacientesAsignados from "../doctor/pacientes";
5
6 export default function OrtodonciaScreen() {
7   return (
8     <View style={styles.container}>
9       <Text style={styles.title}>Pacientes Asignados - Ortodoncia/Text
10     </PacientesAsignados //
11   </View>
12 );
13
14
15 const styles = StyleSheet.create({
16   container: {
17     flex: 1,
18     backgroundColor: "#f5f7fa",
19     padding: 60,
20     paddingHorizontal: 15,
21   },
22   title: {
23     fontSize: 22,
24     fontWeight: "700",
25     marginBottom: 20,
26     color: "#495057",
27     textAlign: "center",
28   },
29 });
30
```

EDICION

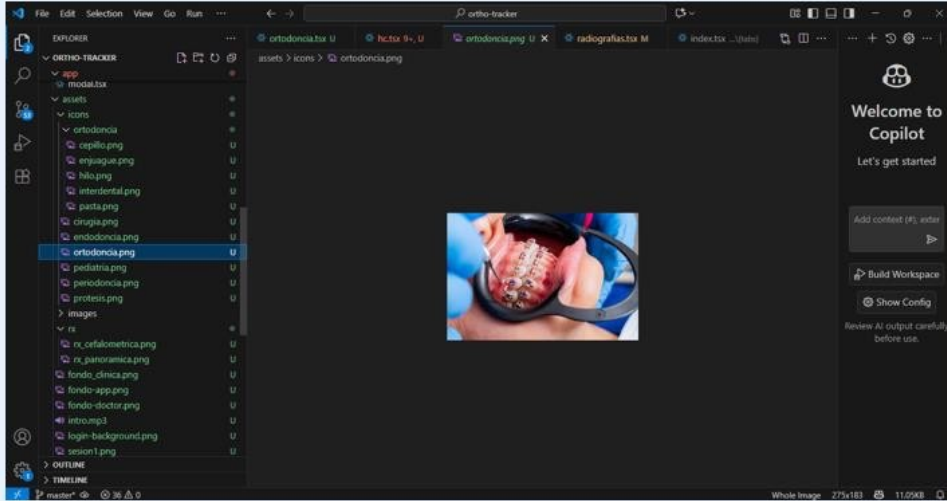


Visual Studio Code
Aplicación usada frecuentemente

```
1 // app/doctor/historiaClinicaOrtodoncia.tsx
2 import { DocumentPicker from "expo-document-picker";
3 import { ImagePicker from "expo-image-picker";
4 import { LinearGradient } from "expo-linear-gradient";
5 import { Print from "expo-print";
6 import { Sharing from "expo-sharing";
7 import React, { useState } from "react";
8 import {
9   Alert,
10   Dimensions,
11   Image,
12   ScrollView,
13   StyleSheet,
14   Switch,
15   Text,
16   TextInput,
17   TouchableOpacity,
18   View,
19 } from "react-native";
20 import { TabBar, TabView } from "react-native-tab-view";
21
22 export default function HistoriaClinicaOrtodoncia() {
23   const [form, setForm] = useState({
24     nombre: "",
25     dni: "",
26     edad: "",
27     sexo: "",
28     direccion: "",
29     telefono: "",
30     motivo: "",
31     antecedentesMedicos: "",
32     antecedentesDontologicos: ""
33   });
34
```

EDICION

 Visual Studio Code
Aplicación usada frecuentemente



```
C:\WINDOWS\system32\cmd. X
retryNode (C:\Users\USER\ortho-tracker\node_modules\react-dom\cjs\react-dom-server-legacy.node.development.js:5899:31)
renderNodeDestructive (C:\Users\USER\ortho-tracker\node_modules\react-dom\cjs\react-dom-server-legacy.node.development.js:5849:11)
finishFunctionComponent (C:\Users\USER\ortho-tracker\node_modules\react-dom\cjs\react-dom-server-legacy.node.development.js:4743:13)
web_Bundled 248ms node_modules\expo-router\entry.js (1 module)
LOG [web] Logs will appear in the browser console
Networking has been disabled
> Stopped server
PS C:\Users\USER\ortho-tracker> npx expo start
Starting project at C:\Users\USER\ortho-tracker
React Compiler enabled
Starting Metro Bundler
Networking has been disabled
Skipping dependency validation in offline mode

<img alt="QR code" data-bbox="105 615 245 715"/>

> Metro waiting on exp://192.168.1.3:8081
> Scan the QR code above with Expo Go (Android) or the Camera app (iOS)
undefined
> Web is waiting on http://localhost:8081
undefined
> Using Expo Go
> Press s | switch to development build
```

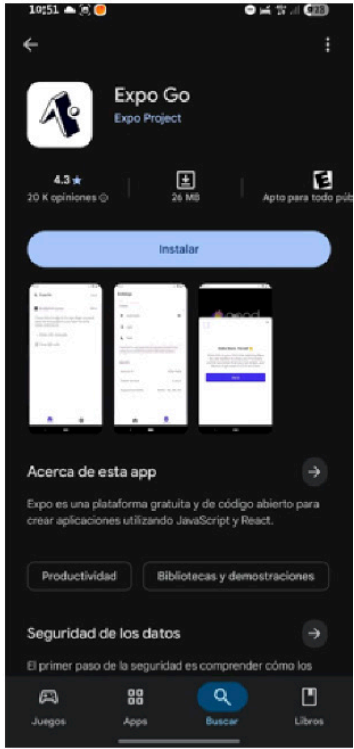
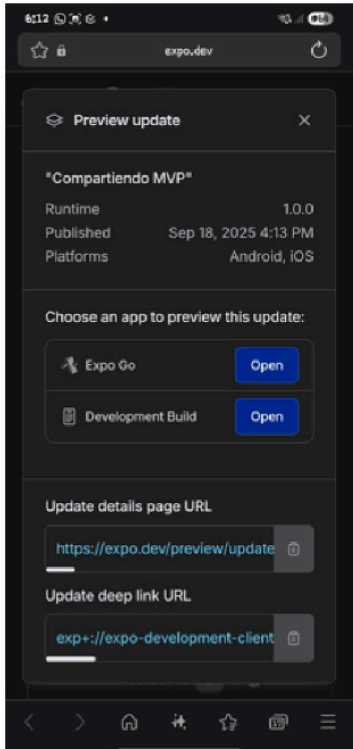
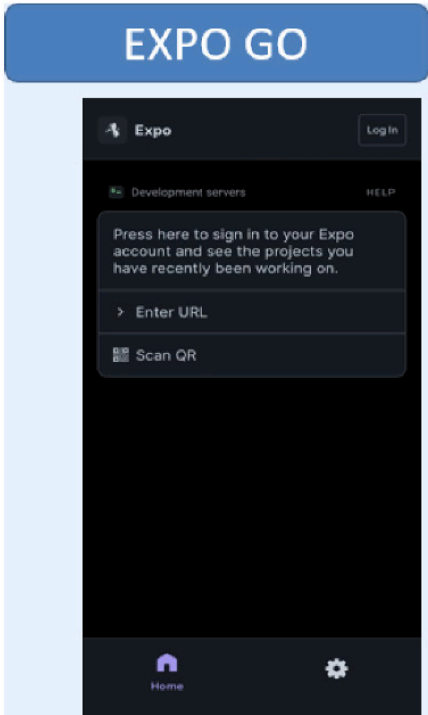
```

C:\WINDOWS\system32\cmd. X + v
ContextNavigator (node_modules\expo-router\build\Exponent.js)
callComponentReactStackBottomFrame (node_modules\react-native\libraries\Renderer\Implementations\ReactFabric-dev.js)
renderWithHooks (node_modules\react-native\libraries\Renderer\Implementations\ReactFabric-dev.js)
updateFunctionComponent (node_modules\react-native\libraries\Renderer\Implementations\ReactFabric-dev.js)
beginWork (node_modules\react-native\libraries\Renderer\Implementations\ReactFabric-dev.js)
renderWithHooksDev (node_modules\react-native\libraries\Renderer\Implementations\ReactFabric-dev.js)
performUnitOfWork (node_modules\react-native\libraries\Renderer\Implementations\ReactFabric-dev.js)
workLoopSync (node_modules\react-native\libraries\Renderer\Implementations\ReactFabric-dev.js)
renderRootSync (node_modules\react-native\libraries\Renderer\Implementations\ReactFabric-dev.js)
performBatchedCallback (node_modules\react-native\libraries\Renderer\Implementations\ReactFabric-dev.js)
performBatchedCallbackViaSchedulerTask (node_modules\react-native\libraries\Renderer\Implementations\ReactFabric-dev.js)

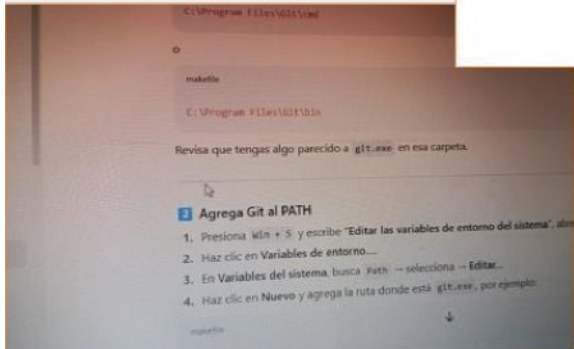
Call Stack
  Exponent (node_modules\expo-router\build\Exponent.js)
  App (node_modules\expo-router\build\middleware-entry.js)
  withDevTools (node_modules\expo\src\android\withDevTools.tsx)
  LOG Error al reproducir sonido: [Error: aB.W: None of the available extractors (f, e, d, b, g, k, b, A, d, H, e, h, b, e, b, a) could read the str
  eam.]
  Android Bundle 936ms node_modules\expo-router\entry.js (1 module)
  [WARN] "expo-notifications" functionality is not fully supported in Expo Go.
  We recommend you instead use a development build to avoid limitations. Learn more: https://expo.fyi/dev-client.
  [WARN] Route "/doctor/CITAS/[id].tsx" is missing the required default export. Ensure a React component is exported as default.
  [WARN] [expo-av]: Expo AV has been deprecated and will be removed in SDK 54. Use the "expo-audio" and "expo-video" packages to replace the required
  functionality.
  [WARN] Route "/patient/orthoInfo.tsx" is missing the required default export. Ensure a React component is exported as default.
  [WARN] Route "./utils/tts.tsx" is missing the required default export. Ensure a React component is exported as default.
  [Link] expo-notifications: Android Push notifications (remote notifications) functionality provided by expo-notifications was removed from Expo Go
  with the release of SDK 53. Use a development build instead of Expo Go. Read more at https://docs.expo.dev/develop/development-builds/introduction/.

Call Stack
  construct {reactive}()
  apply {reactive}
  construct (node_modules\babel\runtime\helpers\construct.js)
  wrapper (node_modules\babel\runtime\helpers\wrapAsyncToAsyncify.js)

```



CHATGPT



Runasimi Salud

Plataforma Digital de Traducción Lingüística y Pertinencia Cultural

*Autores: Julissa Sarai Diaz Campos
Iris Antoanet Quevedo Casquero
Marcos Anderson Arias Arias*

Resumen ejecutivo

Las enfermedades bucodentales afectan a casi la mitad de la población mundial (45%) constituyendo un problema de salud pública global. Entre estas, la caries dental (CD), las enfermedades periodontales, la pérdida dentaria y el cáncer oral son las más reportadas. Además, la CD es la décima enfermedad crónica más prevalente en la infancia, persistiendo durante la adolescencia, adultez y vejez (1,2).

A pesar de la elevada carga de estas patologías, continúan brechas en el acceso a los servicios odontológicos vinculadas a los determinantes sociales de la salud (3,4). Una de ellas es la barrera idiomática porque condiciona la atención en comunidades hablantes de lenguas originarias (5,6).

Ante ello, el presente proyecto propone el desarrollo de una plataforma digital de traducción lingüística y pertinencia cultural que facilite la comunicación bidireccional, tanto en modalidad oral y escrita, entre usuarios en su lengua materna y personal de salud. El modelo presentará tres niveles de interacción:

- Usuario de salud: comunica su motivo de consulta en su lengua originaria, a través de un agente comunitario o en el centro de salud.
- Personal de salud: De no contar con odontólogo en el centro de salud. El personal, recibe y registra el mensaje en la aplicación, que traduce automáticamente al español y lo remite al odontólogo.
- Odontólogo: Recibe, registra el mensaje y brinda solución, o de no estar en el centro de salud, accede a la información traducida y determina la pertinencia de atención a través de una teleconsulta o la derivación al centro de salud correspondiente.

La propuesta se plantea como herramienta complementaria a la teleconsulta, orientada a mejorar la accesibilidad, fortalecer la pertinencia cultural y reducir inequidades. Asimismo, responde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS3 y ODS10) (7,8) y se proyecta con potencial de escalabilidad hacia otras áreas del sector salud.

Justificación e impacto esperado

El Perú es un país multilingüe, que reconoce oficialmente 50 lenguas como el castellano, la lengua de señas peruana y 48 lenguas indígenas. De estas últimas, 44 de ellas se emplean en la Amazonía y 4 en los Andes (9–11). El marco normativo nacional respalda la diversidad lingüística como se establece en la Constitución Política del Perú:

- Ley N° 29735-Artículo N°2 Inciso 19: “Toda persona tiene derecho:

A su identidad étnica y cultural. El Estado reconoce y protege la pluralidad étnica y cultural de la Nación. Todo peruano tiene derecho a usar su propio idioma ante cualquier autoridad mediante un intérprete. Los extranjeros tienen este mismo derecho cuando son citados por cualquier autoridad”

- Constitución Política del Perú-Artículo N°48: “Son idiomas oficiales el castellano y, en las zonas donde predominen, también lo son el quechua, el aimara y las demás lenguas aborígenes, según la ley”(9).

Sin embargo, en la práctica el castellano es el idioma predominante impartido en el sistema educativo, sistema sanitario y en la mayoría de los canales de comunicación, lo que evidencia una brecha entre el marco legal y su aplicación. En el sistema sanitario, esta situación genera una barrera lingüística que limita el acceso a información preventiva, la comprensión, la adherencia terapéutica y la accesibilidad hacia los servicios en las comunidades indígenas. Además, la baja disponibilidad de personal de salud con dominio de lenguas originarias junto con la ausencia de intérpretes en los establecimientos, condicionando barreras en la atención de salud (6,12,13).

El proyecto se justifica en la necesidad de reducir barreras mediante una plataforma digital intercultural de traducción automática que facilite la comunicación paciente-agente comunitario-personal de salud-odontólogo. Sus impactos esperados incluyen:

- Fortalecer la identidad cultural y la confianza de los pacientes al expresarse en su lengua materna.
- Reducir las barreras idiomáticas para acceder a servicios de salud bucodental.
- Contribuir a la inclusión social y a la reducción de inequidades en salud.
- Establecer puentes de atención mediante teleconsulta o derivación en establecimientos sin personal odontológico.
- Incorporar mensajes de promoción y prevención en salud bucal adaptados a grupos específicos (niños, adolescentes, adultos mayores, gestantes, pacientes crónicos).

El proyecto se articula con los ejes del concurso de innovación odontológica:

- Inteligencia Artificial (IA) y Generativa (GenAI): uso de procesamiento de lenguaje natural (PLN) y redes neuronales para traducción oral/escrita en lenguas originarias.
- Teleodontología, telesalud y teleconsulta: integración como herramienta intercultural para reducir barreras lingüísticas en comunidades indígenas, en concordancia con la Ley N.º 30421 artículo 3 sobre telesalud:

“Telesalud: Servicio de salud a distancia prestado por personal de salud competente, a través de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), para lograr que estos servicios y los relacionados con estos sean accesibles a los usuarios en áreas rurales

o con limitada capacidad resolutive. Este servicio se efectúa considerando los siguientes ejes de desarrollo de la telesalud: la prestación de los servicios de salud; la gestión de los servicios de salud; la información, educación y comunicación a la población sobre los servicios de salud; y el fortalecimiento de capacidades al personal de salud, entre otros” (14).

- Informática odontológica: diseño como aplicación móvil y/o web para gestionar comunicación entre el paciente, personal de salud, odontólogo y/o agentes comunitarios.
- Educación odontológica digital e inclusiva: promoción de salud bucal con pertinencia cultural y potencial integración a plataformas educativas multilingües para agentes comunitarios y pacientes.

Objetivos

Objetivo general:

Desarrollar e implementar una plataforma digital de traducción lingüística y pertinencia cultural que facilite la comunicación efectiva entre pacientes en su lengua originaria y el personal de salud en la práctica odontológica y en el marco de la telesalud en odontología en el Perú.

Objetivos específicos:

- Identificar las lenguas originarias con mayor número de hablantes en regiones con menor acceso a servicios de salud (Quechua, Aymara, Asháninka y Huampi).
- Diseñar un sistema de traducción automática oral y escrita que permita la bidireccionalidad en tiempo real.
- Integrar la plataforma en los flujos de teleconsulta en odontología.
- Capacitar a agentes comunitarios y personal de salud en el uso eficiente de la aplicación.
- Evaluar la efectividad, pertinencia cultural y aceptación de la plataforma en comunidades piloto.

Descripción técnica de la propuesta:

Sobre el sistema del aplicativo:

- Aplicación móvil multiplataforma (Android/iOS) y versión web.
- Algoritmos de traducción entrenados mediante procesamiento de lenguaje natural (PLN) y redes neuronales de traducción automática (NMT), con corpus adaptados a lenguas originarias.

Flujo de uso:

- Situación 1: Centro de salud con personal para atención odontológica
 - El paciente acude al centro de salud y emite el motivo de su consulta en su lengua originaria a través de un mensaje oral o escrito.
 - El mensaje es recepcionado por la aplicación, la cual es traducida automáticamente al español.

-
- El odontólogo recibe la información, interactúa con el paciente mediante preguntas adicionales y respuestas, que son devueltas en la lengua originaria.
 - Con esta base, el odontólogo establece el plan terapéutico correspondiente (preventivo o recuperativo), o realiza la referencia a un mayor nivel de complejidad.
 - Situación 2: Centro de salud sin personal para atención odontológica
 - El paciente acude al centro de salud y emite el motivo de su consulta en su lengua originaria a través de un mensaje oral o escrito.
 - El mensaje es recepcionado por la aplicación, la cual es traducida automáticamente al español.
 - El personal de salud actúa como enlace inicial para registrar y transmitir la información al odontólogo.
 - El odontólogo determina establecer una teleconsulta o la referencia presencial para la atención.
 - Durante la teleconsulta o derivación, el uso de la aplicación sigue siendo indispensable para mantener la comunicación bidireccional.

*Para ambas situaciones, el primer encuentro podría darse en la comunidad mediante el agente comunitario o jefe de la comunidad, quienes serán el nexo con el centro de salud.

**Los equipos de atención en poblaciones excluidas (AISPED), equipos itinerantes, Plataformas itinerantes de acción social (PIAS) u otros, también tendrán acceso y serán capacitados para el uso del aplicativo.

Capacitación y soporte comunitario:

- La implementación inicial abarcará lenguas con mayor número de hablantes (Quechua, Aimara, Asháninka y Huampi), con incorporación progresiva de otras lenguas originarias.
- Se trabajará en coordinación con intérpretes comunitarios para adaptar terminología de salud bucal a los contextos lingüísticos y culturales.
- Personal de salud y agentes comunitarios recibirán formación en el uso del aplicativo, con enfoque en pertinencia cultural y accesibilidad.

Etapas de desarrollo e implementación:

- Diagnóstico situacional (3 meses): identificación de barreras idiomáticas y selección de comunidades piloto.
- Desarrollo tecnológico (6-9 meses): diseño del algoritmo de traducción, interfaz de usuario y validación de software.
- Capacitación y validación (3 meses): formación de personal de salud y agentes comunitarios.
- Implementación piloto (6 meses): aplicación en establecimientos de salud de comunidades seleccionadas.
- Escalabilidad y mejora continua (12 meses): incorporación de nuevas lenguas y expansión hacia otros servicios de salud, posibilidad de uso off-line.

Tecnologías utilizadas:

- Procesamiento de lenguaje natural (PLN).
- Redes neuronales de traducción automática (NMT).
- Inteligencia artificial aplicada a reconocimiento y síntesis de voz así como el reconocimiento del texto.
- Aplicaciones móviles multiplataforma (Android/iOS) y entorno web.
- Integración con sistemas de telesalud.

Sustento bibliográfico o normativo:

Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la situación mundial de la salud bucodental: hacia la cobertura sanitaria universal para la salud bucodental de aquí a 2030: resumen regional de la Región de las Américas. Organización Mundial de la Salud. 2023. <https://iris.who.int/handle/10665/375727>

Peres MA, Macpherson LMD, Weyant RJ, Daly B, Venturelli R, Mathur MR, et al. Oral diseases: a global public health challenge. *Lancet*. 2019;394(10194):249-60. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31146-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31146-8)

Avila ML. Hacia una nueva Salud Pública: Determinantes de la Salud. *Acta Méd Costarric*. 2009;51(2):71-3. <https://doi.org/10.51481/amc.v51i2.222>

Rocha-Buevas A. Análisis sobre el acceso a los servicios de la salud bucal: un indicador de equidad. *Rev Gerenc Polit Salud*. 2013;12(25):96-112. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/gerepolsal/article/view/7130>

Isidro-Olán LB, Estrella-Castillo DF, Vega-Lizama EM, Rueda-Ventura MA, Rubio-Zapata HA. Influencia de los determinantes sociales en la salud oral en poblaciones indígenas de las Américas. *Revisión de literatura. Odontol Sanmarquina*. 2022;25(4):1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/os.v25i4.22888>

Sihuay JK. Factores sociodemográficos relacionados a las buenas prácticas en salud bucal de niños peruanos menores de 12 años, ENDES 2020[Tesis de maestría]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2022. p. 1-111. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/18168>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Salud y bienestar: Objetivo de Desarrollo Sostenible 3. PNUD. <https://www.undp.org/es/sustainabledevelopment-goals/salud-bienestar>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Reducción de las desigualdades: Objetivo de Desarrollo Sostenible 10. PNUD. <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals/reduccion-desigualdades>

Congreso de la República del Perú. Constitución Política Del Perú 1993. Edición del Congreso de la República. 1993;

Ministerio de Cultura del Perú. Lenguas indígenas u originarias del Perú. BDPI – Base de Datos de Pueblos Indígenas u Originarios. <https://bdpi.cultura.gob.pe/lenguas>

Chavez P, Ramirez V. Lengua de Señas Peruana (LSP): marco legal de la promoción y protección. *Lengua y Sociedad*. 2024;23(1):869-86. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-26592024000100040&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Congreso de la República del Perú. Ley N.º 29735: Ley que regula el uso, preservación, desarrollo, recuperación, fomento y difusión de las lenguas originarias del Perú. *Diario Oficial El Peruano*. 2011.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/105178/_29735_-_15-10-2012_05_05_08_-LEY_29735.pdf?v=1673977790

Blácido, R. (2016). La situación del quechua en el Perú y su inclusión en el sistema educativo. En Universidad de Lima, Facultad de Comunicación (Ed.), *Concurso de Investigación en Comunicación*. 9na. Edición (pp. 230-242). Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20500.12724/4743>

1Perú. Presidencia de la República. Aprueban el Reglamento de la Ley N° 30421, Ley Marco de Telesalud modificada con el Decreto Legislativo No 1303, Decreto Legislativo que optimiza procesos vinculados a Telesalud. *El Peruano*. 2019.

Anexos técnicos, capturas, esquemas o evidencias gráficas:

Prototipo en español: https://drive.google.com/file/d/1_BxytKvOVJRwJAyLAoi_-3Tx1CYWiwN3/view?usp=sharing Prototipo en quechua: https://drive.google.com/file/d/15Vr1yj7fDyhxjBSmpZ3Hiqcx1V_P6Hgg/view?usp=sharing



TEXTO ORIGINAL
 Kiruyimi nanowon,
 ¿yonopowankimonchu*



TRADUCCIÓN
 Me duele la muela
 ¿me puedes ayudar?



Responder con
 audio

Responder con
 texto



Allin hamuy RUNASIMI

Ama hina kaspá, huk uyariyta qillqay utaq grabay, chaynapi simita riqsinaykupaq.

QILLQA

GRABACIÓN AUDIO NISQA

YAYKUY

SICHUS SIMITA YACHANKI CHAYQA, AKLLAY

Quechua

YAYKUY

Simi tarisqa

Quechua



¿Cómo puedo ayudarte?

Kiru hampiqwan rimay

Yanapaykuna

Selecciona el idioma

Quechua ↔ Español

TEXTO ORIGINAL
Kiruyimi nanowon,
¿yonapowankimonchu'?




TRADUCCIÓN
Me duele la muela
¿me puedes ayudar?



Responder con audio

Simi tarisqa

Quechua



¿Cómo puedo ayudarte?

Kiru hampiqwan rimay

Yanapaykuna

Simi tarisqa

Yanapaykuna

¿Imaynataq yanapaykiman?
¿Munawaqchu consejota salud oral nisqamanta?

Wiksayuq warmikuna

Wawakuna

Wayna sipaskuna

Kuraq runakuna

ODONTOCALL-IA

App de Teleodontología con Inteligencia Artificial para Consultas Remotas Comunitarias

*Autores: Arturo Amadeo Diaz Mayta
Kiyomi Sernaque Calderon
Tania Valentina Rosales Cifuentes*

La presente propuesta plantea el desarrollo de ODonTOCALL-IA, una aplicación móvil gratuita que integra inteligencia artificial (IA) y teleodontología para ofrecer teleconsultas odontológicas en tiempo real, a través de llamadas o videollamadas dirigidas a números celulares previamente afiliados a la red. Inspirada en modelos de aplicaciones inclusivas para personas con discapacidad visual, la app está orientada a facilitar el acceso a atención odontológica en zonas rurales, periurbanas y en poblaciones en situación de vulnerabilidad, reduciendo la necesidad de desplazamiento.

El funcionamiento se basa en un sistema de alarmas que notifica a los profesionales voluntarios registrados, quienes podrán aceptar o rechazar la consulta según su disponibilidad.

Funciones principales:

- Para profesionales: afiliación a la red mediante número de colegiatura y celular, acceso a la Historia Clínica Electrónica (HCE), emisión de recetas médicas con firma electrónica, y sistema de calificación de pacientes.
- Para pacientes: afiliación mediante DNI y celular, creación de su Historia Clínica Electrónica simplificada, posibilidad de subir imágenes en formato JPG y calificación del profesional.

La IA actuará como asistente inicial, clasificando la consulta (urgencia, orientación preventiva o seguimiento) y derivando automáticamente al profesional disponible, asegurando una respuesta rápida y adecuada. Asimismo, el aplicativo integrará un módulo de historia clínica digital simplificada y un sistema de recordatorios para el seguimiento de tratamientos.

Con esta iniciativa se busca reducir las brechas de acceso a la atención odontológica, mejorar la continuidad del cuidado y fomentar un modelo de teleodontología inclusiva, solidaria y sostenible, en concordancia con lo establecido en la Ley de Telesalud (Ley N.º 30421).

Justificación e impacto esperado

Problema: Poblaciones vulnerables tienen limitado acceso a servicios odontológicos por distancia, costos o falta de especialistas.

Oportunidad: La telesalud y la IA permiten generar soluciones innovadoras de bajo costo, escalables y con impacto social.

Impacto esperado:

- Ampliar la cobertura de atención odontológica en zonas de difícil acceso.
- Reducir la saturación de emergencias hospitalarias por problemas odontológicos.
- Fomentar la solidaridad y voluntariado profesional.
- Crear un modelo replicable en otras regiones y áreas de la salud.

Objetivos

Objetivo general:

Desarrollar una aplicación móvil basada en IA y teleodontología para brindar teleconsultas odontológicas inmediatas y accesibles a poblaciones vulnerables del Perú.

Objetivos específicos:

- Implementar un sistema de triaje automatizado mediante IA.
- Integrar una red de profesionales voluntarios/colegiados habilitados disponibles en tiempo real.
- Incorporar historia clínica digital simplificada y segura.
- Evaluar el impacto de la app en la mejora del acceso y la satisfacción del paciente.

Descripción técnica de la propuesta

Módulo IA (Triage y asistente virtual): analiza síntomas básicos, clasifica el nivel de urgencia y dirige la llamada. Este triaje podrá realizarse tanto por chatbot automatizado como por llamada directa, lo que permite mayor accesibilidad para pacientes con diferentes niveles de conectividad digital.

Módulo de conexión (Teleconsulta): realiza llamadas o videollamadas seguras a los profesionales afiliados disponibles, asegurando la privacidad de los datos y cumpliendo con la normativa de telesalud vigente.

Módulo de seguimiento: registro de consulta, envío de recomendaciones personalizadas, recordatorios de tratamiento y notificaciones de próxima cita.

Módulo de recetas odontológicas: permite al profesional emitir recetas digitales seguras y validadas con firma electrónica, facilitando la prescripción de medicamentos de uso odontológico (analgésicos, antibióticos, enjuagues u otros), asegurando que el paciente pueda acceder a ellas de forma rápida y legal en farmacias autorizadas.

La arquitectura se basará en aplicación móvil Android/iOS, con servidor en la nube para almacenamiento seguro y cifrado de datos, y un sistema de notificaciones en tiempo real para conectar al paciente con el profesional disponible.

Módulo de Historia Clínica Electrónica: permite al paciente y al prestador de servicio contar con el registro de antecedentes sistémicos, historial de atención y continuidad de la atención, datos almacenados en la nube y de acceso exclusivo por profesionales de la red de voluntariados.

Etapas de desarrollo o implementación

- Diseño conceptual y validación de necesidad: definición del problema, alcance del proyecto y validación mediante revisión con pares académicos y clínicos (Mes 1).
- Desarrollo de prototipo funcional: construcción de la primera versión operativa de la solución tecnológica (Mes 2-5).
- Pruebas piloto en población vulnerable: aplicación controlada en grupos vulnerables para evaluar usabilidad, aceptación y desempeño inicial (Mes 5-7).
- Evaluación de resultados e iteración: análisis de métricas clínicas y de experiencia del usuario, con ajustes al prototipo (Mes 6-7).
- Implementación y escalamiento: despliegue en mayor número de usuarios, integración con redes de atención y optimización continua (Mes 7-12).

Tecnologías utilizadas

Inteligencia Artificial (Machine Learning, NLP)

- El machine learning (aprendizaje automático) permitirá que la app aprenda de datos y pueda tomar decisiones simples. Con enfoque en la atención odontológica/estomatológica. La IA hace el triaje inicial, clasificando la consulta como urgencia, preventiva o seguimiento.
- NLP (Procesamiento de Lenguaje Natural): permitirá que el chatbot entienda preguntas y mensajes escritos por el paciente (ej. “me duele la muela al masticar”) y los traduzca en información estructurada que la app pueda usar.

Aplicación móvil multiplataforma (Flutter/React Native)

- Frameworks de programación que permiten crear apps que funcionen en Android e iOS con un solo código. Ahorra tiempo y dinero en desarrollo, y garantiza que cualquier paciente pueda usar la app sin importar su celular. De no contar con acceso a internet, la base de la propuesta del proyecto da la opción de acceder directo al módulo de conexión.

Servidor en la nube (Firebase)

- Se empleará la plataforma de servicios en la nube de Google Firebase, para almacenar la información (historia clínica, registros de consulta), enviar notificaciones en tiempo real (recordatorios, conexión con odontólogo disponible), tener escalabilidad: si el número de pacientes crece, no se necesita comprar servidores propios.

Videollamadas seguras (API WebRTC)

- WebRTC es una tecnología de código abierto para llamadas y videollamadas seguras que garantiza que la teleconsulta sea fluida, estable y con cifrado de datos, cumpliendo con normas de confidencialidad en salud.

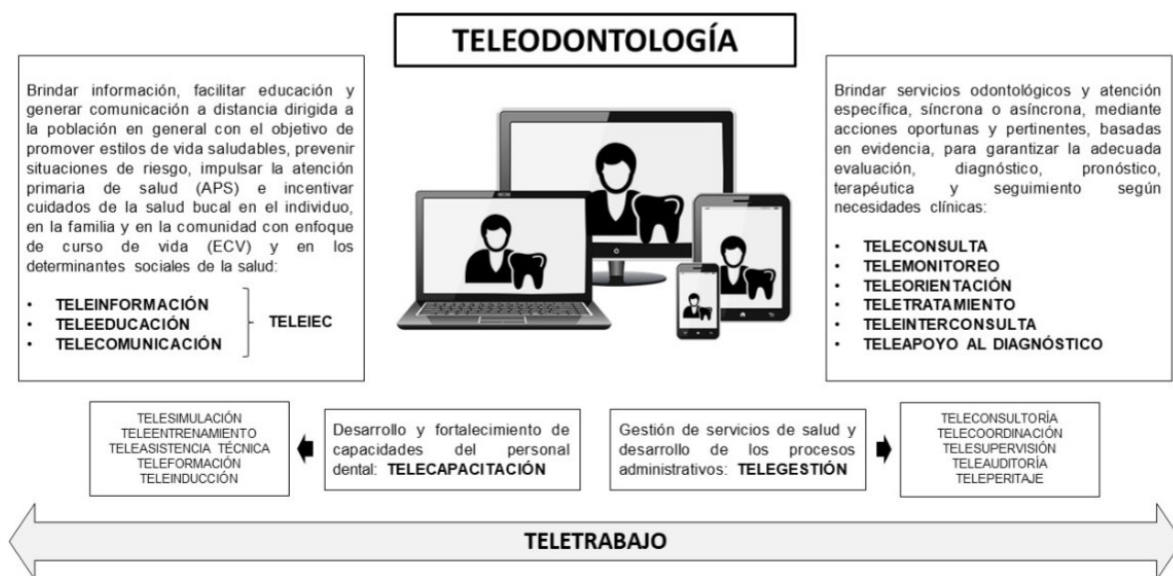
Base de datos encriptada para historia clínica digital

- Base de datos (ej. PostgreSQL, MongoDB, o incluso Firestore de Firebase) configurada con cifrado de extremo a extremo, para proteger la información sensible del paciente (síntomas, recetas, evolución clínica). Además, permite cumplir con las normativas de protección de datos personales en salud (en Perú, la Ley de Protección de Datos Personales).

Sustento bibliográfico o normativa

Hay una escasez de investigaciones que evalúen el uso de aplicaciones de telesalud para el cuidado bucal preventivo, el tamizaje odontológico a distancia (cribado dental remoto) y la promoción de la salud bucal¹. Estudios indican que la teleodontología tiene una eficacia comparable a la atención bucal preventiva tradicional para mantener la salud bucal, ofreciendo una solución viable para ampliar el acceso a la atención bucal preventiva, especialmente en comunidades desfavorecidas y de limitado acceso, así como el aumento de la satisfacción de los usuarios al emplear la teleodontología, tanto en los pacientes como en los proveedores de servicio ^{2,3}, especialmente en zonas rurales y remotos con satisfacción debido al ahorro del tiempo en viaje, ahorro de días de trabajo y el inicio rápido del tratamiento⁴.

La confiabilidad y aceptación de prescripción de recetas médicas, Digemid en enero del 2024 señala que la prescripción de medicamentos debe adherirse a los requisitos legales vigentes y define la “receta médica electrónica” como aquella emitida por un profesional de salud autorizado con firma digital, por lo que no autorizada la receta en imagen digital ⁵. Así como la Ley N.º 30421 – Ley Marco de Telesalud y Ley N.º 31814 – Promoción del uso de la Inteligencia Artificial y Norma Técnica de Salud N.º 067- MINSA/DGSP-V.01 – Teleodontología.



La Teleodontología debe cumplir con principios éticos, legales y normativos para garantizar un adecuado Acto Médico Estomatológico de la Ley N.º 32210, así toda comunicación a través de esta debe ser realizada por profesionales Cirujanos Dentistas titulados, colegiados y habilitados para el ejercicio profesional, a fin de que todo servicio, consulta u orientación que se realice debe ser registrado en la historia clínica del paciente para dejar documentada la atención y evidenciar la relación Odontólogo- Paciente^{6,7}. Así mismo esta práctica pueda empleabilizar herramientas complementarias y de fortalecimiento, desde la Historia Clínica Electrónica (HCE), Receta Única Estandarizada (RUE), emisión de informes y/o certificados odontológicos con firma digital, apoyo al diagnóstico mediante fotografía clínica, radiografía, entre otras ⁶.

Bibliografía

Azimi S, Bennamoun B, Mehdizadeh M, Vignarajan J, Xiao D, Huang B, et al. Teledentistry Improves Access to Oral Care: A Cluster Randomised Controlled Trial. *Healthcare*. enero de 2025;13(18):2282.

Menhadji P, Patel R, Asimakopoulou K, Quinn B, Khoshkhounejad G, Pasha P, et al. Patients' and dentists' perceptions of tele-dentistry at the time of COVID-19. A questionnaire-based study. *J Dent*. octubre de 2021;113:103782.

Utsani WS, Demartoto A, Murti B. Meta-Analysis of the Effectiveness of Teledentistry on Patients Satisfaction. *J Health Policy Manag*. 16 de septiembre de 2023;8(3):178-88.

Emami E, Harnagea H, Shrivastava R, Ahmadi M, Giraudeau N. Patient satisfaction with e-oral health care in rural and remote settings: a systematic review. *Syst Rev*. 29 de octubre de 2022;11(1):234.

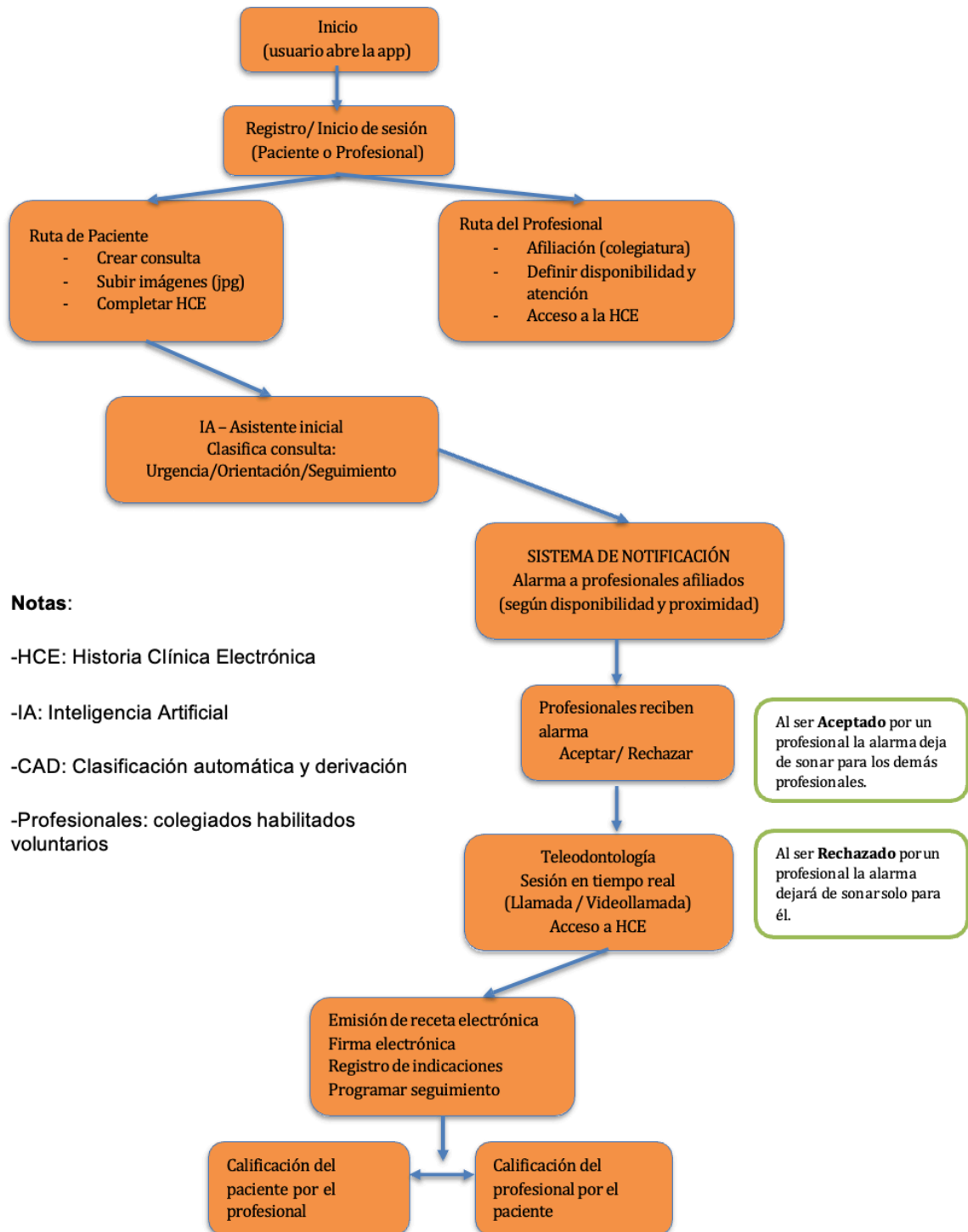
jarvis. Resolución Ministerial N° 079-2022/MINSA [Internet]. DIGEMID. 2022 [citado 30 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.digemid.minsa.gob.pe/webDigemid/normas-legales/2022/resolucion-ministerial-n-079-2022-minsa/>

Manrique-Chávez JE. Teleodontología: Desarrollo y Gestión de la Telesalud en la Odontología. *Rev Estomatológica Hered*. 23 de diciembre de 2021;31(4):239-41.

DIGEMID. COMUNICADO N° 007 - 2024 - DIGEMID PRESCRIPCIÓN Y RECETA MÉDICA.

Anexos técnicos

Diagrama de flujo del funcionamiento de ODONTOCALL-IA



Capturas simuladas de videollamadas y registro clínico



ODONTOCALL-IA

Paciente Cirujano Dentista

Email*

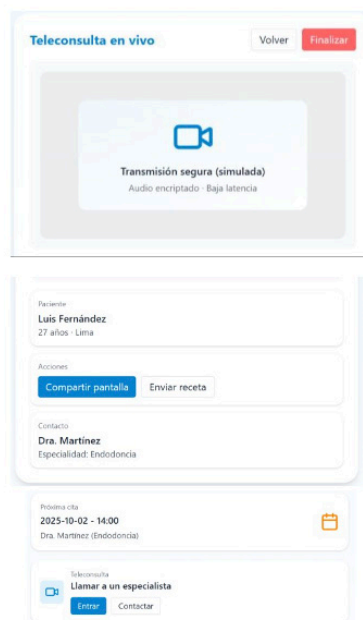
Contraseña*

REGÍSTRATE AHORA

Paciente

Cirujano dentista

Simulación 1: Inicio de sesión general



Teleconsulta en vivo Volver Finalizar

Transmisión segura (simulada)
Audio encriptado · Baja latencia

Paciente
Luis Fernández
27 años · Lima

Acciones
Compartir pantalla Enviar receta

Contacto
Dra. Martínez
Especialidad: Endodoncia

Proximidad
2025-10-02 - 14:00
Dra. Martínez (Endodoncia)

Teleconsulta
Llamar a un especialista
Entrar Contactar

Simulación 2: Visión del profesional al aceptar la teleconsulta

Teleodontología para todo el Perú PE

Consulta con especialistas, comparte fotos para diagnóstico asistido por IA y agenda citas en clínicas aliadas. Diseño pensado para familias y zonas con conectividad variable.

Comenzar teleconsulta

Reservar cita

Analizar foto (IA)

Simulación 3: Visión del paciente para solicitar una teleconsulta

Diagnóstico asistido por IA

Volver



Sube una foto intraoral

La IA genera un informe preliminar y sugiere posibles causas y pasos a seguir.

Seleccionar foto

Resultado preliminar

No hay imagen cargada.

Simulación 4. Diagnóstico mediante aprendizaje automatizado (IA), para diagnósticos con registro fotográfico.

Plataforma de teleconsulta dental en base a lenguas indígenas: Una solución para la brecha digital en zonas remotas del territorio peruano

*Autores: Ivet Quesada Llanto
Jose Luis Laura Vivanco*

Siendo el Perú un país multilingüe existe una barrera idiomática existente entre el profesional de la salud y el poblador de zonas remotas, lo cual trae como consecuencia problemas de comunicación. Se propone generar una plataforma en la cual cuente con un traductor de la lengua nativa e idioma, con la finalidad de que ambos puedan interactuar de manera fluida(1).

Es bien conocido que en el Perú existen una alta incidencia en problemas de atención dental, lo que trae como consecuencia un impacto negativo entre los pobladores(2), la causas a las que se hace referencia son:

- Alta prevalencia de problemas bucales:

La caries dental es un problema de salud pública sobre todo en zonas rurales, donde la prevalencia llega alcanzar los 85.26%, nueve de cada diez escolares en nuestro territorio presentan de caries(3), lo que amerita la urgencia de intervenciones efectivas y accesibles.

- Barreras de acceso a la atención:

Al igual que en el Perú hay diferentes países que presentan carencia en la disponibilidad de odontólogos; sobre todo en zonas rurales, la necesidad de una atención dental hace que el poblador tenga que viajar a grandes distancias la cual son obstáculos permanentes en poblaciones remotas (4). Con la aplicación de la teleodontología estas brechas desaparecerán de manera progresiva, con la presencia de la internet y la plataforma a crearse lo cual ayudará a mitigar dichos obstáculos ofreciendo consultas, diagnósticos y tratamientos odontológicos a largas distancias.

- Avances en lo referente a la conectividad móvil

Hoy en día el uso de la tecnología de información y comunicación (TIC) va en ascenso de manera progresiva y exponencial en cada hogar de nuestro país. Durante los primeros trimestres de estudio del año 2025 el 36.8% de los hogares del país dispone de al menos

una computadora. En Lima metropolitana, esta proporción fue de 55.0%, en el resto urbano, 41.3% y en el área rural apenas el 82.2%(5). De cinco hogares cuatro de ellos cuentan con internet en casa, lo que demuestra que el desarrollar una comunicación en base a la Tele odontología(6) es una manera de brindar apoyo en zonas alejadas.

En recientes publicaciones científicas nacionales e internacionales han demostrado que el uso de la TIC orientado a la odontología ha mejorado los tratamientos dentales así como sus atenciones de primer nivel en diferentes comunidades(7).

Impacto esperado

El presente proyecto busca generar un impacto positivo en la salud pública dentro del área profesional sobre todo en las diferentes zonas alejadas de nuestro territorio, uno de los impactos sería:

- Mejora en el acceso a los servicios de salud

Al implementar la tele odontología; en zonas rurales en la cual carezcan de acceso a clínicas dentales permanentes estas puedan recibir evaluación, orientación y/o consejería de expertos a través de los dispositivos móviles mediante redes sociales para una atención oportuna(8).

- Reducción de costos y tiempos de viajes:

Con la implementación de la tele odontología, estas podrían reemplazar muchas consultas presenciales, lo que ahorraría al poblador de la zona gastos y tiempo innecesarios(9). Las visitas a los consultorios por problemas dentales podrían ser reemplazadas por consultas virtuales.

- Incremento en la finalización de tratamientos:

Los estudios de casos, han demostrado que los programas de tele odontología han mejorado significativamente en los tratamientos bucales a largo plazo (10).

- Fortalecimiento del sistema de salud:

La creación de un marco de políticas en relación a de tele odontología este podría servir como modelo escalable para el Ministerio de Salud (MINSA) en relación a las atenciones en poblaciones aisladas (11). El apoyo en el uso de herramientas tecnológicas accesibles a los usuarios contribuiría como soporte en la odontología.

- Fomento de la educación en salud bucal:

La plataforma de tele odontología por lo común presentan herramientas educativas interactivas tales como pizarras virtuales, notas de apunte entre otros la cual podría ser aprovechada en lo referente a la salud bucal (12). La creación de la presente este podría concientizar y sensibilizar a los usuarios finales dentro de las comunidades, promoviendo la atención básica y de alguna manera reducir la incidencia de enfermedades bucales.

Objetivos

Para la generación de tele consulta en odontología, este se establecería en objetivos generales:

Objetivos Generales:

- Reducir la brecha de acceso a la salud bucal(13):

Proporcionar atención odontológica de calidad a las poblaciones rurales que viven en zonas remotas, donde el acceso a clínicas y profesionales es limitado o inexistente.

- Mejorar la salud bucal en zonas rurales:

A largo plazo, se busca reducir la prevalencia de enfermedades dentales entre las principales como la caries y la gingivitis, a través de la prevención y la detección temprana.

- Promover la equidad en salud:

Que, la ubicación geográfica no sea barrera para recibir una adecuada y oportuna atención odontológica.

Es importante indicar que, los objetivos de la plataforma de atención en teleconsulta debe estar enfocado a pobladores de las zonas marginales de nuestro territorio; cuya interacción verbal les sea difícil debido a su dialecto y/o idioma.

Para la creación de una plataforma tele odontológica debe considerarse algunos objetivos específicos, las cuales están divididos en categorías:

Objetivos Específicos

- Crear una plataforma accesible y fácil de usar:

La interfaz por diseñar debe ser intuitiva y debe ser amigable para personas que tengan problemas de comunicación debido al dialecto y/o idioma. El contar con dispositivos de comunicación como teléfonos inteligentes ayudará la interactividad entre el usuario y el operador.

- Integración servicios en tele consulta:

La plataforma debe permitir videollamadas y chats seguros entre los pacientes y el profesional de la salud bucal. Los servicios de traducción en tiempo real, ya sea por IA o por intérpretes humanos, son cruciales para superar la barrera del idioma.

- Desarrollar contenido educativo en lenguas nativas:

Crear materiales audiovisuales (videos, animaciones) acerca de la higiene bucal, nutrición y prevención de enfermedades bucales. Este contenido debe ser totalmente relevante y estar disponible en lenguas como el quechua, aimara en otros facilitando la comprensión.

- Capacitar a personal de salud local a cargo de la plataforma:

Formar a agentes comunitarios o técnicos en salud para que actúen como “facilitadores digitales”. El apoyo brindado ayudaría a los pacientes a utilizar la plataforma como: la toma de fotos o videos intraorales y servir de enlace con el profesional de la salud bucal de ser necesario.

- Establecer un sistema de referencia eficiente:

La plataforma debe permitir que los profesionales de la salud bucal realicen diagnósticos preliminares y determinen si el paciente necesita ser referido a otra instalación de mayor o menor categoría para un tratamiento simple o complejo. Esto optimizará los recursos y evita traslados innecesarios.

-
- Garantizar la seguridad y privacidad de los datos:
Implementar protocolos de seguridad robustos para la protección de la información de los pacientes tratados y cumpliendo con las regulaciones que están establecidas por el MINSA en lo referente a la protección de datos.

Descripción técnica

La plataforma de tele odontología debe estar diseñada como un sistema integral que cubra tecnologías web y móviles para la interacción con dentistas y especialistas hacia los pacientes ubicados en zonas rurales del Perú. Su arquitectura estaría basada en un modelo cliente-servidor, con componentes específicos que superen los desafíos de conectividad a distancia y las barreras lingüísticas.

- Componentes de la Plataforma
Aplicación Móvil para el Usuario (Paciente):
Aplicación que deberá ser desarrollado en lenguajes móviles. La interfaz de usuario (UI) debe ser intuitiva y altamente visual, reduciendo la dependencia del texto.
- Creación de Perfil:
Registro simplificado para los datos básicos.
- Solicitud de Consulta:
El usuario puede seleccionar la lengua madre de origen o de su preferencia para la tele consulta con el profesional de la salud.
- Carga de Material:
Con opción a subir material digital y/o audiovisual de la cavidad intraoral tomados con la móvil del usuario.
- Chat y Videollamada:
Conexión segura y encriptada para ser enviando al equipo multidisciplinario en el área de la salud bucal.
- Acceso a Contenido Educativo:
Una biblioteca de videos y animaciones en relación con la salud bucal, la cual debe estar disponible en diferentes dialectos y/o lenguas.
- Portal Web para el equipo multidisciplinario en el área de la salud bucal:
La generación de una aplicación web robusta y segura que funcione de manera interactiva para los usuarios finales. El usuario final podrá:
Gestionar Citas: Ver y organizar las solicitudes de consulta.
Manejo de Historial Clínico Digital: Acceso a la información del paciente según niveles de responsabilidad de acuerdo con los lineamientos establecidos por el MINSA, incluyendo imágenes y videos cargados.
Teleconsulta: Videollamadas con los pacientes
Diagnóstico y Prescripción: Emisión de diagnósticos preliminares y la generación de recetas digitales que se envían directamente al paciente.

Herramientas de Colaboración: Derivar casos a otros especialistas o a establecimientos de salud.

Sistema de Backend (Servidor): La columna vertebral de la plataforma debe estar alojada en la nube privada.

El componente por manejar sería:

Base de Datos: La cual almacena de forma segura los perfiles de usuarios, historiales médicos y datos de consultas.

API (Application Programming Interface): Lo que permite una comunicación segura y estandarizada entre la aplicación móvil y el portal web.

Algoritmos de Compresión: Para optimizar la transferencia de imágenes y videos en entornos de baja conectividad.

Servicios de Traducción (Opcional): Integración con APIs de traducción automática o con un sistema de gestión para intérpretes.

Aspectos Técnicos:

Baja Conectividad: La plataforma a utilizar sería un diseño “mobile-first” y técnicas de compresión de datos. Las imágenes se reducen en tamaño antes de ser enviadas y la videollamada se adapta a anchos de banda muy bajos, priorizando el audio si es necesario. La plataforma también permite la sincronización asincrónica, donde los datos se guardan localmente en el dispositivo y se envían cuando hay una conexión estable.

Seguridad y Privacidad: Toda la información se transmite a través de un protocolo HTTPS encriptado. Los datos de los pacientes están encriptados tanto en tránsito como en reposo en la base de datos. Se implementa la autenticación multifactor (MFA) para los profesionales.

Soporte Multilingüe: La aplicación móvil estaría diseñada para soportar múltiples idiomas y lengua nativas. El contenido educativo (videos) se almacena en el servidor y se etiqueta con el idioma correspondiente para que la aplicación muestre la versión correcta al usuario. Se podría integrar un módulo de reconocimiento de voz para facilitar la interacción con pacientes.

Interoperabilidad: La plataforma tiene la capacidad de integrarse con sistemas de salud existentes a través de APIs. Esto permitiría la futura conexión con el sistema de historias clínicas del Ministerio de Salud del Perú (MINSA) para una coordinación más efectiva.

Etapas de desarrollo o implementación

ETAPA	ACTIVIDADES CLAVES	RECURSOS NECESARIOS	RESULTADOS ESPERADOS
Planificación y diseño	<p>Trabajo de Campo: Viajes a zonas rurales, entrevista a líderes comunitarios y agentes de salud.</p> <p>Análisis de requerimiento: Requerimiento de funcionalidades, lenguas indígenas prioritarias y necesidades de los usuarios</p> <p>Diseño de arquitectura: Definición de la tecnología a usar (stack tecnológico).</p> <p>Creación de prototipos: Diseño de la interfaz del usuario (UI/UX) para la aplicación del móvil y el portal web</p>	<p>Personal: Sociólogos, antropólogos, diseñadores</p> <p>Equipamiento: Dispositivos móviles, software de diseño.</p> <p>Financiamiento: Fondos para viajes, viáticos y salarios</p>	<p>Un plan de proyecto detallado</p> <p>Prototipos interactivos de la plataforma</p> <p>Documentos de requisitos técnicos y funcionales.</p>
Desarrollo y creación y contenido	<p>Desarrollo del Backend: Programación del servidor y la API.</p> <p>Desarrollo de las aplicaciones: Creación de la app móvil para pacientes y el portal web para profesionales.</p> <p>Producción de contenido: Grabación y edición de videos educativos.</p> <p>Traducción y localización: Adaptación del contenido y la interfaz a las lenguas indígenas</p>	<p>Personal: Ingenieros de software (front-end, back-end), especialistas en seguridad informática, productores audiovisuales, traductores.</p> <p>Equipamiento: Servidores en la nube, equipos de grabación.</p>	<p>Aplicación móvil funcional.</p> <p>Portal web para dentistas operativo. Biblioteca de contenido educativo en lenguas nativas.</p>
Pruebas y pilotos	<p>Pruebas de funcionalidad y rendimiento: La Verificación de la plataforma en condiciones de baja conectividad.</p> <p>Pruebas de usabilidad: Sesiones con usuarios reales para identificar problemas de navegación.</p> <p>Selección y capacitación: Formación de agentes de salud comunitarios y dentistas participantes.</p> <p>Implementación piloto: Despliegue de la plataforma en una o dos comunidades seleccionadas.</p>	<p>Personal: Analistas de calidad (QA), personal de soporte, capacitadores.</p> <p>Equipamiento: Teléfonos y dispositivos móviles para los participantes del piloto.</p> <p>Logística: Coordinación con líderes comunitarios para el despliegue.</p>	<p>Un informe de errores y mejoras a realizar.</p> <p>Un grupo de usuarios y profesionales capacitados.</p> <p>Datos y feedback del piloto para la siguiente fase.</p>
Lanzamiento y expansión	<p>Ajustes finales: Corrección de errores y mejora de la plataforma basados en el piloto.</p> <p>Estrategia de lanzamiento: Comunicación y difusión de la plataforma en las comunidades.</p> <p>Soporte y mantenimiento: Establecimiento de un equipo para asistencia técnica.</p> <p>Monitoreo y análisis: Recopilación de datos de uso y impacto.</p> <p>Expansión: Replicación del modelo en otras regiones del país.</p>	<p>Personal: Equipo de marketing y comunicación, personal de soporte técnico.</p> <p>Financiamiento: Presupuesto para campañas de difusión, salarios y mantenimiento de servidores.</p>	<p>Plataforma disponible para un público más amplio.</p> <p>Un equipo de soporte funcional.</p> <p>Un plan de expansión a corto y largo plazo.</p>

Tecnologías utilizadas

La tecnología por usar es crucial, para asegurar que la plataforma sea eficiente, robusta y adaptable a las condiciones específicas en las zonas rurales, como la baja conectividad y el uso de dispositivos móviles.

Anexos técnicos, capturas, esquemas o evidencias gráficas

Aplicación Móvil para el Usuario (Paciente) Framework de Desarrollo: React Native.

Video y Chat en Tiempo Real: WebRTC (Web Real-Time Communication) o librerías basadas en esta tecnología como Agora.io o Twilio Programmable Video.

Base de Datos Local (para modo sin conexión): SQLite o Realm. Portal Web para el Profesional (Dentista)

Framework de Desarrollo: React.js o Vue.js. Backend y API (Servidor)

Lenguaje de Programación y Framework:

Python con Django o Flask:

Node.js con Express:

Base de Datos: PostgreSQL.

Servidor en la Nube: Amazon Web Services (AWS) o Google Cloud Platform (GCP).

Traducción: Google Cloud Translation API o Amazon Translate.

Reconocimiento de voz: Google Cloud Speech-to-Text.

Análisis de Datos (opcional): Google Analytics o Mixpanel.

Seguridad: Librerías de encriptación como bcrypt para las contraseñas y uso de SSL/TLS para asegurar la comunicación.

Referencias bibliográficas

Rivera Vela E. La interculturalidad como contenido transversal en la educación universitaria peruana. *Notas reflexivas. Educación.* 2020;29(56):211-31.

Martin Saul P, Alvarez Midigal E, Abanto J, Cabrera Matta A. Epidemiología de la caries dental en america latina. *Epidemiologia de la caries dental en américa latina [Internet].* 2025 [citado 25 de agosto de 2025];4(2). Disponible en: <https://backup.revistaodontopediatria.org/ediciones/2014/2/art-4/>

Minsa: la caries dental es la enfermedad más común entre la población infantil [Internet]. [citado 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/741092-minsa-la-caries-dental-es-la-enfermedad-mas-comun-entre-la-poblacion-infantil>

Informe-Defensorial-N-169.pdf [Internet]. [citado 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/Informe-Defensorial-N-169.pdf>

INEI. Gob.pe. 2025 [citado 25 de agosto de 2025]. INEI: 58,9% de los hogares del país tiene acceso a Internet en el primer trimestre de 2025. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/1195629-inei-58-9-de-los-hogares-del-pais-tiene-acceso-a-internet-en-el-primer-trimestre-de-2025>

Surdu A, Foia CI, Luchian I, Trifan D, Budala DG, Scutariu MM, et al. Telemedicine and Digital Tools in Dentistry: Enhancing Diagnosis and Remote Patient Care. *Medicina (Mex)*. 30 de abril de 2025;61(5):826.

Manrique Chávez JE. Teleodontología: Desarrollo y Gestión de la Telesalud en la Odontología. *Rev Estomatológica Hered*. octubre de 2021;31(4):239-41.

Chalco MMC, Siranaula ELE, Abad MCL, Tenesaca DEN, Calderón MEB. TELEODONTOLOGIA Y SU IMPLEMENTACIÓN EN LA GESTIÓN DE CLÍNICAS DENTALES: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA. *RECIMA21 - Rev Científica*

Multidiscip - ISSN 2675-6218. 1 de agosto de 2024;5(8):e585527.

Salazar - Villavicencio A, Leon - Malpartida K, Sihuy Torres K. (PDF) Barreras de acceso a los servicios de salud bucodental en poblaciones Indígenas del Perú. *ResearchGate*. 6 de agosto de 2025;1(28):1-7.

Kaushik R, Rapaka R. AI-driven evolution in teledentistry: A comprehensive overview of technology and clinical applications. *Dent Rev*. 1 de junio de 2025;5(2):100154.

Lazo-Gonzales O, Alcalde-Rabanal J, Espinosa-Henao O. El sistema de salud en Perú - Situación y desafíos [Internet]. 1era ed-. Vol. 1. REP SAC; 84 p. Disponible en: <https://repositorio.cmp.org.pe/bitstream/handle/20.500.12971/32/libroSistemaSaludPeru.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

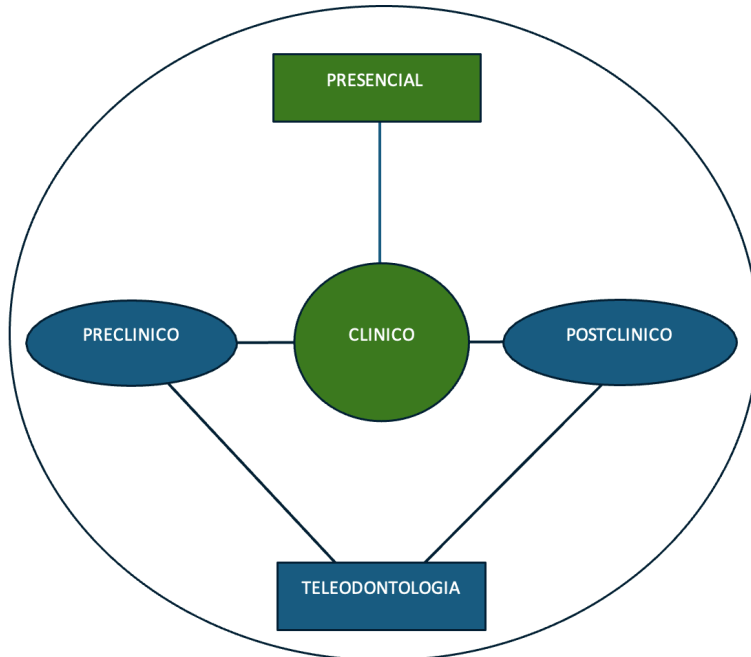
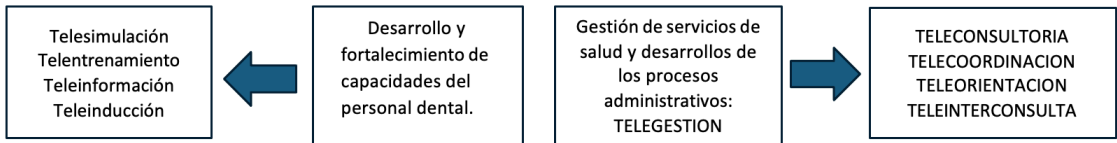
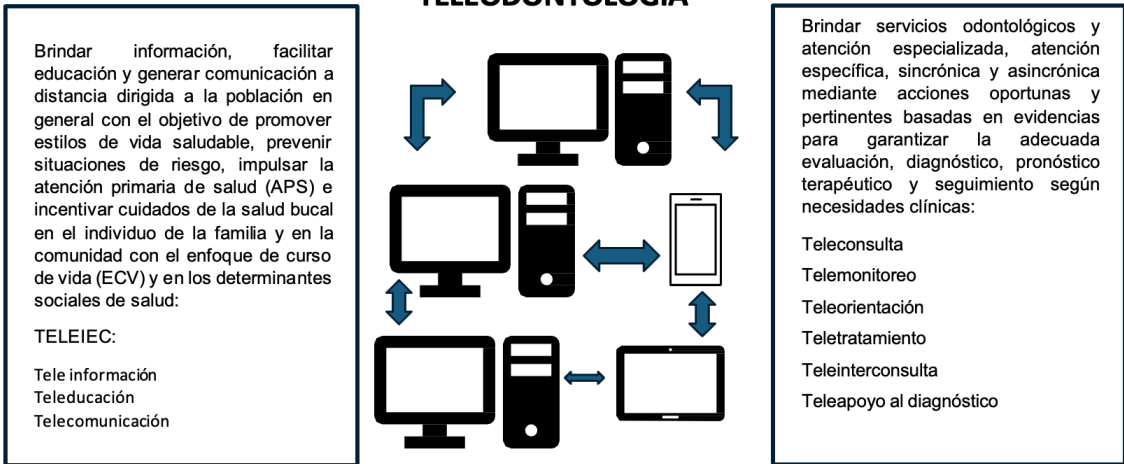
Rodríguez Delgado I, Arango Morales XA, Tamez González G, Rodríguez Delgado I, Arango Morales XA, Tamez González G. Política pública vía un modelo de educación teleodontológica. *Política Glob Ciudad*. diciembre de 2023;9(18):211-28.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA, Lazo Meneses GA. PROBLEMÁTICA ACTUAL EN SALUD BUCAL EN EL PERÚ. *SCIENTIARVM*. 4 de julio de 2015;1(1):55-8.

Iruretagoyena MA. Tele-odontología. [citado 30 de agosto de 2025]. Tele- odontología. Disponible en: <https://www.sdpt.net/teleodontologia.htm>

Anexos

TELEODONTOLOGIA



LEYENDA: COLOR AZUL CONTACTO VISUAL, COLOR VERDE : CONTACTO ESTRECHO(14)

OdontoFlex: Atención Odontológica sin barreras

*Autores: Mag. CD. Gaby Tasayco Torbisco
Stephanny Carol Fabian Leiva
Gianella Mostajo Fuentes*

El acceso oportuno a la atención odontológica continúa siendo un desafío para un amplio sector de la población económicamente activa. Las largas jornadas laborales, los horarios inflexibles y las limitaciones de tiempo provocan que muchas personas posterguen o descuiden su salud bucal, incrementando el riesgo de enfermedades odontológicas prevenibles y afectando su bienestar general.

Este problema se agrava por la falta de alternativas de atención adaptadas a las necesidades de los trabajadores, así como por la baja disponibilidad de servicios odontológicos fuera del horario convencional. En este contexto, la tecnología emerge como un aliado estratégico para reducir brechas de acceso y mejorar la continuidad de la atención.

La presente propuesta propone el desarrollo de un prototipo tecnológico funcional que permita ofrecer atención odontológica accesible, flexible y oportuna, mediante la integración de herramientas digitales que faciliten la comunicación entre el paciente y el profesional, el seguimiento preventivo, la orientación inicial y la programación inteligente de citas.

Con este prototipo se busca optimizar la experiencia del paciente, reducir los tiempos de espera, incrementar la adherencia a controles odontológicos periódicos y promover la salud bucal preventiva, contribuyendo así a la mejora de la calidad de vida de la población laboralmente activa.

Justificación e impacto esperado

La atención odontológica enfrenta una brecha significativa en su accesibilidad, especialmente entre personas con rutinas laborales extensas y horarios inflexibles. Este grupo poblacional, que constituye una parte esencial de la fuerza productiva, suele posponer o evitar las consultas odontológicas debido a la falta de tiempo y la limitada disponibilidad de servicios fuera del horario convencional. Como consecuencia, aumentan los casos de enfermedades bucales prevenibles, se incrementa el ausentismo laboral por complicaciones odontológicas y se deteriora la calidad de vida y el bienestar general.

Frente a esta problemática, Odontoflex busca generar un impacto social positivo mediante la incorporación de herramientas tecnológicas que democratizan el acceso a la atención odontológica. El desarrollo del prototipo permite ofrecer una atención flexible, accesible y adecuada, ajustada a los tiempos reales del usuario, reduciendo las barreras temporales y geográficas que limitan la continuidad del cuidado bucal.

Desde el punto de vista económico, la solución contribuye a disminuir los costos derivados de inasistencias laborales y tratamientos complejos por falta de prevención, generando beneficios tanto para los usuarios como para las organizaciones que priorizan la salud de sus colaboradores.

En el ámbito tecnológico, Odontoflex promueve la transformación digital en los servicios de salud odontológica, integrando herramientas como inteligencia artificial, automatización y seguimiento remoto. Estas innovaciones fortalecen la eficiencia del sistema de atención y sientan las bases para modelos de salud más proactivos y centrados en el paciente.

Finalmente, el impacto educativo y preventivo del prototipo impulsa una cultura de autocuidado bucal, fomentando hábitos saludables y empoderando al usuario en la gestión de su propia salud. De esta manera, la propuesta no solo responde a una necesidad real, sino que aporta una solución escalable, sostenible e innovadora que contribuye al bienestar integral de la población trabajadora.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un prototipo tecnológico que facilite el acceso y la atención odontológica oportuna a personas con rutinas laborales exigentes y horarios limitados, promoviendo la prevención y el cuidado continuo de la salud bucal.

Objetivos específicos

- Identificar las necesidades de los pacientes con rutinas laborales exigentes y horarios limitados
- Determinar las recomendaciones y asesoramiento necesario para los pacientes
- Diseñar una interfaz digital que permita la interacción ágil entre pacientes y profesionales odontológicos, adaptada a las necesidades de los usuarios con poco tiempo disponible.
- Validar la funcionalidad y usabilidad del prototipo mediante prueba piloto.

Descripción técnica de la propuesta

El prototipo desarrollado consiste en un prototipo móvil interactivo que integra diferentes módulos diseñados bajo un enfoque de diseño centrado en el usuario y experiencia de atención continua.

Componentes principales:

- Módulo de registro y perfil del usuario:
Permite el ingreso de datos personales, horarios disponibles, recomendaciones y recordatorios según el perfil del paciente.

- **Módulo de teleorientación y seguimiento remoto:**
Permite la interacción por videollamada o mensajería con el odontólogo, ideal para consultas breves o seguimiento de tratamientos.

- **Gestor automatizado de citas y recordatorios:**
Sincroniza la agenda del paciente con los horarios disponibles de los profesionales odontológicos.

Envía alertas personalizadas para próximos controles o seguimientos

Etapas de desarrollo o implementación

El desarrollo del prototipo tecnológico OdontoFlex se basó en la metodología Design Thinking, la cual promueve la creación de soluciones tecnológicas centradas en las necesidades reales de los usuarios.

Este enfoque permitió diseñar una herramienta funcional, empática y viable que responda a los desafíos de atención odontológica accesible y adecuada a personas con rutinas laborales exigentes y horarios limitados.

Esta metodología sigue las siguientes etapas:

- **Empatizar: Comprender las necesidades del usuario**

En esta primera etapa, el objetivo fue profundizar en las necesidades, motivaciones, limitaciones y expectativas de los usuarios objetivo: personas con rutinas laborales extensas y poco tiempo para asistir a consultas odontológicas.

Actividades desarrolladas:

- Observación de patrones de comportamiento vinculados con la postergación de citas odontológicas, falta de información y la necesidad de atención rápida y flexible.
- Entrevistas semiestructuradas a trabajadores de diversos sectores (oficinas, y/o comercios)
- Creación del user persona: que permitirá comprender mejor al público objetivo

Principales hallazgos:

- El tiempo y la rigidez de los horarios clínicos son las principales barreras para acudir al odontólogo.
- Los pacientes valoran la orientación inmediata y confiable, especialmente de recomendaciones y/o videos de sugerencias.

Estos hallazgos permitieron definir las necesidades reales y emocionales de los usuarios: seguridad, orientación, acompañamiento y confianza.

- **Definir: Delimitación de la necesidad real del usuario**

Con base en la información obtenida se estableció los momentos de la experiencia del usuario, esto permitió identificar los puntos de dolor y encontrar la necesidad real del usuario.

“Los trabajadores con rutinas laborales exigentes necesitan una forma accesible, rápida y confiable de recibir atención odontológica y orientación preventiva, sin depender de horarios convencionales, para mantener su salud bucal de manera continua.”

Esta necesidad permitió buscar ideas de solución usando la siguiente pregunta:

¿cómo podríamos mejorar la atención odontológica y la orientación preventiva de los trabajadores con rutinas laborales exigentes para mantener su salud bucal de manera continua?

- **Ideación: Generación de soluciones creativas**

Durante esta fase se promovió la creatividad y co-creación entre los estudiantes de odontología del curso de tecnologías biomédicas, liderado por la docente del curso.

Estrategias empleadas:

- Lluvia de ideas (brainstorming) enfocada en cómo mejorar la experiencia del paciente
- Priorización de ideas mediante la matriz de priorización.
- Mapa de concepto.

- **Prototipado: Construcción del modelo funcional**

En esta etapa se desarrolló un prototipo tecnológico funcional que materializó las ideas seleccionadas.

El diseño se centra en la interfaz intuitiva y la experiencia del usuario (UX) .

Características principales del prototipo:

- Interfaz móvil (Mockitt).
- Módulos de inicio, higiene bucal, citas express, pantalla de teleconsultas y videos de recomendaciones.

Herramientas utilizadas:

- Diseño centrado en el usuario
- Desarrollo: Mockitt

El prototipo permitió visualizar el flujo de interacción y validar la facilidad de uso.

- **Evaluar: Validación del prototipo**

La fase final se centra en evaluar la usabilidad, funcionalidad y aceptación del prototipo con usuarios reales.

Actividades de validación:

- Pruebas piloto con pacientes reales.
- Encuestas de satisfacción sobre claridad, utilidad y facilidad de uso.

Resultados:

- El 90% de los usuarios demostró que la plataforma es fácil de usar y útil para gestionar sus citas y dudas odontológicas.
- El 87% destacó la oportunidad de comunicarse con las doctoras por medio de videollamadas.

El enfoque de diseño centrado en el usuario, aplicado mediante las fases del design thinking permitió crear una solución tecnológica relevante, empática y funcional, alineada con las necesidades reales de las personas con rutinas laborales exigentes.

El resultado fue Odontoflex un prototipo validado, con potencial de escalar hacia una plataforma integral de atención odontológica digital, que promueve la equidad, accesibilidad e innovación en salud bucal.

Tecnologías utilizadas

- Diseño centrado en el usuario
- Mockitt

Anexos técnicos, capturas, esquemas o evidencias gráficas

Presentación de la funcionalidad de MiGuíaDent

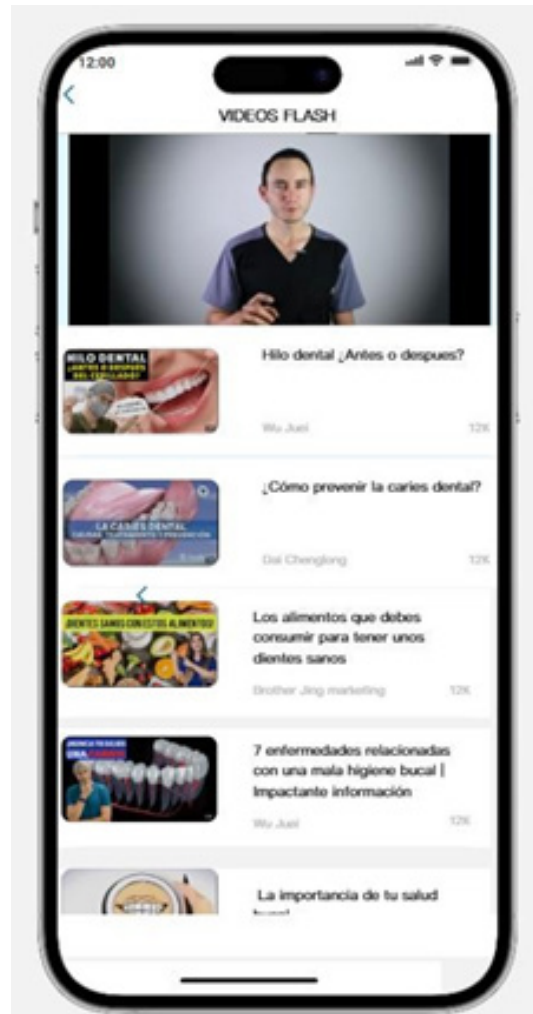
Pantalla 1



Pantalla 2



Pantalla 3



JURAMENTO DIGITAL DEL CIRUJANO DENTISTA

- *Prometo utilizar la tecnología, la inteligencia artificial, la robótica y los datos clínicos como medios para ampliar mi capacidad de cuidar, diagnosticar, prevenir, educar y servir.*
- *No delegaré en una máquina aquello que exige conciencia profesional, criterio humano, responsabilidad ética y respeto por la dignidad del paciente.*
- *Protegeré la información clínica como parte esencial de la confianza terapéutica.*
- *Comprenderé que cada dato representa una persona, cada imagen una historia clínica, cada algoritmo una decisión que debe ser supervisada, y cada innovación una oportunidad para construir una Odontología más segura, inclusiva y humana.*

Odonto_log.IA[®]

CAPÍTULO 3

EDUCACIÓN ODONTOLÓGICA DIGITAL E INCLUSIVA – PLATAFORMAS VIRTUALES Y GAMIFICACIÓN

Este capítulo agrupa siete proyectos centrados en la formación y educación en salud bucal mediante recursos digitales, plataformas virtuales e intervenciones gamificadas. Se incluyen videojuegos educativos para la prevención de enfermedades bucales, prototipos móviles con IA dirigidos a la prevención de caries en la infancia temprana, plataformas virtuales que emplean IA para el desarrollo de competencias clínicas, propuestas de inmersión en odontología digital con entornos 3D y experiencias gamificadas orientadas a la educación inclusiva de estudiantes y pacientes. Las iniciativas evidencian cómo la educación odontológica puede beneficiarse de la gamificación, la accesibilidad y el uso de tecnologías emergentes para fomentar el aprendizaje significativo y la participación activa.

- Sonrisas Digitales – Innovación Tecnológica para la Prevención Bucal
- Plataformas Virtuales e IA en el Desarrollo de Competencias Clínicas
- DientinGo – Videojuego Educativo para la Prevención Enfermedades Bucales
- Prototipo Tecnológico Móvil con IA para Capacitación en Prevención de Caries de Infancia Temprana
- MiGuiaDent – Acompañamiento Digital Odontológico
- Inmersión en Odontología Digital – Protocolo Docente Gamificado para Competencias Clínicas 3D
- Happy Smiles Training – Plataforma Gamificada para la Educación Odontológica Inclusiva

Sonrisas Digitales – Innovación Tecnológica para la Prevención Bucal

Autora: Aracelli Dalma Pariona Chauca

El proyecto “Sonrisas Digitales: Innovación Tecnológica para la Prevención Bucal” tiene como objetivo prevenir enfermedades bucodentales en madres gestantes, niños y adolescentes. Transformará la promoción de la salud oral en el Perú mediante la integración de tecnología digital, educación preventiva y dinámicas lúdicas. Surge como respuesta a una situación preocupante donde más del 85% de los escolares peruanos presentan caries dental (MINSA, 2022), lo que evidencia una brecha significativa en la prevención y en el acceso a información confiable. Para abordar esta problemática, se plantea el desarrollo de una aplicación móvil interactiva y multiplataforma, dirigida a madres gestantes, niños y adolescentes, orientada a fomentar hábitos de higiene bucal y conductas saludables desde las etapas más tempranas de la vida con la participación de familias, escolares y personal de salud. Su finalidad es fortalecer la cultura de autocuidado bucal y reducir la alta prevalencia de caries en el Perú. Para lograrlo, incorpora contenidos educativos validados por Odontólogos con especialidad en Salud Pública, Odontopediatra, Odontología general y profesionales de salud materno-infantil adaptados a cada grupo etario, con mecánicas de juego que fomenten la motivación y la adherencia: retos diarios, niveles de progreso, insignias digitales y recompensas virtuales. Tendrá un módulo dirigido a padres y cuidadores que refuerza la educación familiar y promueve la práctica constante de hábitos de higiene bucal en el hogar.

A nivel tecnológico, la propuesta empleará herramientas multiplataforma que permitirá que la aplicación funcione en distintos dispositivos, junto con almacenamiento en la nube y seguimiento del uso en tiempo real, ofreciendo así una experiencia inclusiva, escalable y disponible incluso sin conexión a internet. En una fase posterior, se integrará inteligencia artificial para personalizar el contenido y anticipar posibles riesgos de salud bucal.

Para llevar esta propuesta a la práctica, el proyecto se desarrollará en cuatro etapas:

- Diseño y validación científica: elaboración de los contenidos educativos y de las estrategias de juego, con revisión de Odontólogos con especialidad en Salud Pública, Odontopediatra, Odontología general y profesionales de salud materno- infantil
- Implementación de la herramienta digital: creación de la plataforma interactiva que facilite el aprendizaje de hábitos saludables.

-
- Piloto de campo: puesta en marcha en centros de salud y colegios de zonas urbanas y rurales para evaluar su aceptación y efectividad.
 - Escalamiento y evaluación: expansión progresiva a nivel nacional, con medición de resultados e incorporación de mejoras continuas.

Este plan de trabajo se apoya en una base legal y normativa sólida, en concordancia con la Constitución Política del Perú, la Ley General de Salud, la Política Nacional de Transformación Digital y el Plan Nacional de Salud Bucal 2022-2030. A su vez, cuenta con un sustento científico respaldado por las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), así como por estudios que evidencian la efectividad de la gamificación en la promoción de la salud. Gracias a esta combinación de planificación, respaldo normativo y evidencia científica, “Sonrisas Digitales” aspira a disminuir la incidencia de caries, fortalecer la educación en salud bucal desde etapas tempranas y fomentar una cultura de innovación responsable en Odontología en el Perú.

Justificación e impacto esperado

La caries dental constituye la enfermedad crónica más frecuente en niños y adolescentes del Perú, afectando su salud general y calidad de vida. A ello se suma que muchas madres gestantes carecen de orientación adecuada sobre la importancia de la salud bucal durante el embarazo y en la primera infancia, etapa clave para la prevención. Paralelamente, el alto acceso a teléfonos inteligentes entre la población juvenil convierte a las aplicaciones móviles en un canal estratégico para la educación y la prevención. En este contexto, la gamificación se presenta como una herramienta innovadora que hace el aprendizaje más atractivo, motivador y con mayor adherencia, favoreciendo la adquisición y el mantenimiento de hábitos de higiene bucal. Con esta combinación de necesidad sanitaria y oportunidad tecnológica, el proyecto tiene el potencial de disminuir la prevalencia de caries, fortalecer la cultura de autocuidado bucal y contribuir de manera significativa a la salud pública del país.

Objetivos

Objetivo General

Prevenir enfermedades bucodentales en madres gestantes, niños y adolescentes mediante el diseño y aplicación de una aplicación educativa gamificada que promueva hábitos saludables de manera lúdica e interactiva.

Objetivos Específicos

- Desarrollar una aplicación móvil gamificada con contenidos adaptados para cada etapa de vida.
- Promover la adquisición de hábitos saludables (higiene, dieta, controles dentales) a través de dinámicas de juego.
- Generar alertas y recordatorios personalizados para gestantes y familias.
- Evaluar la efectividad de la aplicación en la mejora de conocimientos y prácticas preventivas.

-
- Establecer un modelo replicable y escalable en el sistema de salud y escuelas.

Descripción Técnica de la Propuesta

La propuesta “Sonrisas Digitales” consiste en el diseño, desarrollo y validación de una aplicación móvil gamificada orientada a la prevención de enfermedades bucodentales en madres gestantes, niños y adolescentes del Perú. Para lograr este objetivo, la iniciativa combina de manera articulada tecnologías digitales, pedagogía interactiva y odontología preventiva, con el fin de promover hábitos de autocuidado bucal sostenibles desde etapas tempranas de la vida. Para implementar esta estrategia, la propuesta incorpora:

- Contenidos educativos validados por especialistas en Salud Pública y Odontopediatría, adaptados a cada grupo etario.
- Mecánicas de gamificación (retos diarios, niveles de progreso, insignias digitales y recompensas) que favorecen la motivación y la adherencia.
- Un módulo para padres y cuidadores, que refuerza la educación familiar y garantiza la continuidad de las prácticas saludables en el hogar.
- Una plataforma tecnológica multiplataforma, con almacenamiento seguro en la nube, seguimiento de uso en tiempo real y capacidad de funcionamiento sin conexión a internet.
- Una fase futura de inteligencia artificial, destinada a personalizar contenidos y a identificar tempranamente factores de riesgo en salud bucal.

Esta descripción técnica evidencia que “Sonrisas Digitales” es una solución integral que une innovación tecnológica y evidencia odontológica, orientada a reducir la prevalencia de caries y a fortalecer la cultura de autocuidado en la población objetivo.

Características Técnicas Principales:

Plataforma Multietapa

Es un sistema digital que adapta su contenido, diseño y funciones según la etapa de vida del usuario. El sistema reconoce, o el usuario elige, si es gestante, niño o adolescente y, a partir de ello, muestra información, juegos y herramientas específicas para cada grupo.

- Gestantes: Ofrece contenidos sobre higiene oral, prevención de transmisión madre-hijo, recordatorios de citas y retos semanales.
- Niños (3-12 años): Presenta juegos interactivos, cronómetro de cepillado musical, recompensas virtuales y videos educativos animados.
- Adolescentes (13-17 años): Incluye historias interactivas, pruebas de autoevaluación, ranking y acceso a teleorientación odontológica.

La plataforma acompaña todo el proceso de crecimiento ofreciendo una experiencia personalizada para cada etapa.

Gamificación en salud bucal

Incorpora elementos lúdicos para que el aprendizaje y la práctica de una correcta higiene oral resulten motivadores:

-
- Sistema de recompensas: Puntos, medallas y logros que los niños y familias obtienen al completar cepillados y actividades de cuidado dental.
 - Retos progresivos: Desafíos que aumentan de dificultad de acuerdo con la edad y fomentan la mejora continua de los hábitos de higiene.
 - Reconocimiento inmediato: Mensajes de felicitación y recompensas simbólicas que refuerzan de manera positiva cada avance.

De esta forma, la prevención y el autocuidado se convierten en una experiencia divertida y constante.

Características principales de la aplicación:

- Compatibilidad: Disponible para Android y iOS, desarrollada en una plataforma híbrida (Flutter o React Native), para llegar a familias, escuelas y centros de salud.
- Panel profesional: Permite a los Odontólogos visualizar estadísticas de uso y nivel de adherencia de cada usuario.
- Recordatorios: Envía avisos automáticos para iniciar el cepillado, recordar citas con el/la Odontólogo(a) y participación en retos de salud bucal.
- Modo sin conexión: Funciona sin internet y sincroniza los datos en cuanto se restablezca la conexión.

Soporte educativo y científico

- Sustento Odontológico: Los contenidos preventivos y de promoción de la salud bucal son elaborados y validados por especialistas en odontopediatría, salud pública y educación para la salud.
- Enfoque cultural y lingüístico: Los mensajes y materiales se adecuan a las costumbres, idioma y realidad de cada comunidad; en etapas posteriores se incorporarán lenguas originarias para un mayor alcance.
- Material accesible e inclusivo: Se emplean ilustraciones claras, ejemplos cotidianos y un lenguaje sencillo e inclusivo que facilite la comprensión de niños, familias y personal de salud.

Metodología de desarrollo

- Fase 1: Diagnóstico de necesidades en salud bucal: Se identificarán los hábitos, las barreras y los requerimientos educativos en la población infantil y familiar.
- Fase 2: Diseño de la experiencia educativa: Se creará una interfaz atractiva y fácil de usar que motive a niños y cuidadores a practicar buenos hábitos de higiene oral.
- Fase 3: Elaboración del prototipo educativo: Se desarrollará un primer modelo que incorpore juegos, retos y mensajes de prevención odontológica.
- Fase 4: Prueba piloto en entornos reales: Se Implementará de manera inicial en centros de salud y escuelas para evaluar su aceptación y efectividad.
- Fase 5: Ajustes según resultados: Se incorporarán mejoras a partir de la retroalimentación de profesionales de Odontología, educadores y usuarios.

-
- Fase 6: Expansión e integración: Se escalará el programa y se articulará con los servicios de salud pública para su uso a mayor escala.

Resultados esperados

- Aplicación pionera en salud bucal preventiva: Se desarrollará la primera aplicación peruana que utiliza dinámicas de juego para promover la prevención odontológica en gestantes, niños y adolescentes.
- Fortalecimiento de hábitos de higiene oral: Se logrará una mayor constancia en prácticas preventivas diarias, como el cepillado correcto y el uso de flúor gracias a la gamificación que motiva la participación constante.
- Impacto en la salud bucodental: Se reducirá la incidencia de caries y aumentará la asistencia regular a controles odontológicos.
- Modelo escalable y transferible: Se dispondrá de una herramienta adaptable a distintas regiones del país y con posibilidad de implementarse en otros países de Latinoamérica.

Etapas de Desarrollo e Implementación

- Diagnóstico de la realidad en salud bucal (Mes 1-2):
 - Se evaluará la situación de salud oral en gestantes, niños y adolescentes.
 - Se identificarán hábitos, necesidades preventivas, dificultades en el acceso y manejo de herramientas digitales.
 - Se aplicarán encuestas y se conformarán grupos de diálogo en salud oral con familias, escolares y personal de salud.
- Diseño educativo y de contenidos (Mes 3)
 - Se elaborará material pedagógico y preventivo validado por especialistas en Odontopediatría y Salud pública.
 - Se definirán estrategias lúdicas y motivacionales (retos, recompensas, niveles).
 - Se organizarán en módulos temáticos según cada etapa de vida.
- Construcción del prototipo educativo (Mes 4-6)
 - Se desarrollará una versión inicial de la herramienta con recursos interactivos, videos y recordatorios de higiene oral.
 - Se realizarán pruebas internas para asegurar claridad, comprensión y facilidad de uso.
- Pilotaje y validación en campo (Mes 7-9)
 - Se implementará en centros de salud y escuelas seleccionadas.
 - Se observará la participación de madres, niños y adolescentes.
 - Se ajustarán contenidos y dinámicas a partir de la retroalimentación de usuarios y Odontólogos.
- Evaluación del impacto (Mes 10-11)
 - Se medirán los resultados: incremento del conocimiento, mejora en la frecuencia y técnica de cepillado, aumento de controles odontológicos.

-
- Se aplicarán encuestas de satisfacción a usuarios y personal de salud.
 - Se elaborará un informe de logros y aprendizajes para futuras mejoras.
 - Expansión y sostenibilidad (Mes 12 en adelante)
 - Se extenderá el programa a nuevas regiones del país.
 - Se integrará con programas del Ministerio de Salud y del ámbito escolar.
 - Se actualizarán de forma continua los contenidos educativos y las estrategias de motivación.
 - Se proyectará su adaptación en otros países de Latinoamérica.

Tecnologías Utilizadas

La propuesta “Sonrisas Digitales” se sustenta en un ecosistema tecnológico moderno, flexible y escalable, que garantiza su funcionamiento, accesibilidad y sostenibilidad en el tiempo.

- **Plataforma de Desarrollo:**

Se utiliza un framework multiplataforma, como Flutter o React Native, que permite crear una sola aplicación capaz de ejecutarse tanto en Android como en iOS.

Los lenguajes de programación Dart o JavaScript/TypeScript proporcionan la base de código con la que la aplicación realiza sus funciones, facilitando el mantenimiento y las actualizaciones en ambas plataformas de forma simultánea.

- **Infraestructura en la Nube:**

La aplicación opera sobre servidores en la nube (AWS, Google Cloud o Microsoft Azure), que almacenan y procesan la información en entornos virtuales seguros, evitando la dependencia de un solo equipo físico y asegurando alta disponibilidad. Para la gestión de datos se emplean bases como Firebase o PostgreSQL/MySQL, que organizan y resguardan desde registros en tiempo real hasta datos estructurados, con mecanismos de respaldo automático.

- **Gamificación y Experiencia de Usuario:**

Se integran motores de juego como Unity Lite o Flame Engine, que facilitan animaciones y dinámicas lúdicas. Los sistemas de recompensas generan automáticamente puntos, medallas y niveles, mientras que el diseño de UI/UX(interfaz y experiencia de usuario) adapta colores, iconografía y animaciones a cada grupo etario para mantener el interés y la motivación.

- **Inteligencia Artificial y Analítica:**

Algoritmos de IA personalizan retos y recordatorios en función del avance de cada usuario. Las herramientas de Big Data y analítica reúnen y examinan grandes volúmenes de información para evaluar el impacto preventivo en salud bucal. A futuro, el componente de Machine Learning podría identificar riesgos de caries a partir de cuestionarios o fotografías validadas, ampliando las capacidades de diagnóstico temprano.

- **Accesibilidad y Usabilidad:**

El modo offline permite que el aplicativo funcione sin conexión a internet, sincronizando los datos en cuanto la red se restablece. La función multilenguaje incluye español y, en etapas posteriores, incorporará lenguas originarias para un mayor alcance. Además, la aplicación mantiene compatibilidad con dispositivos de gama baja, garantizando que las familias de diferentes contextos socioeconómicos puedan acceder al servicio.

- **Seguridad y Privacidad:**

El cifrado de datos mediante SSL/TLS protege toda la información personal que los usuarios registran. La plataforma cumple con la Ley de Protección de Datos Personales del Perú y establece perfiles diferenciados para que los menores utilicen la aplicación únicamente bajo la supervisión de un adulto responsable.

Sustento Bibliográfico y Normativo

Marco Normativo en el Perú

- Constitución Política del Perú (1993): reconoce la salud como un derecho fundamental de toda persona (artículo 7).
- Ley General de Salud (Ley N.º 26842): establece que la promoción de la salud y la prevención son pilares del sistema de salud.
- Plan Nacional de Salud Bucal 2022-2030 – MINSA: prioriza la prevención de caries y enfermedades periodontales en población infantil y adolescente, promoviendo estrategias innovadoras y digitales.
- Política Nacional de Transformación Digital (Decreto de Urgencia N.º 006- 2020): fomenta el uso de tecnologías digitales en los servicios públicos, incluida la salud.
- Ley de Protección de Datos Personales (Ley N.º 29733): regula el tratamiento de datos sensibles, asegurando la privacidad de la información de usuarios.
- Ley que promueve el uso de la inteligencia artificial en favor del desarrollo económico y social del País (Ley N.º 31814): promover el uso de la inteligencia artificial en el marco del proceso nacional de transformación digital .
- Política Nacional Multisectorial de Salud al 2030 “Perú, País Saludable”: resalta la importancia de la innovación tecnológica para mejorar el acceso a la salud.

Sustento Científico y bibliográfico

- OMS. Global Oral Health Status Report 2022: la salud bucal es un componente esencial de la salud general; destaca la importancia de la prevención en poblaciones vulnerables.
- OPS. Estrategia y Plan de Acción sobre Salud Bucodental 2021-2030: promueve la innovación tecnológica y el uso de herramientas digitales en prevención.
- Sheiham A. (2019). Oral health, general health and quality of life: evidencia que la salud oral impacta directamente en la calidad de vida.

- MINSA – Dirección General de Intervenciones Estratégicas en Salud Pública (2022): reportes de caries en escolares muestran prevalencias superiores al 85%, lo que justifica intervenciones preventivas digitales.
- Frencken JE, et al. (2017). Global epidemiology of dental caries and severe periodontitis – a comprehensive review: refuerza la necesidad de intervenciones tempranas y preventivas en niños.
- Sardi, Idri & Fernández-Alemán (2017). Gamification in Health: demuestra que la gamificación aumenta la motivación, adherencia y efectividad en programas de salud.

Justificación del Sustento

La propuesta “Sonrisas Digitales” se basa en la articulación de:

- Normas peruanas que promueven la prevención en salud bucal y la digitalización.
- Políticas internacionales de salud bucodental que destacan la prevención y el uso de tecnologías innovadoras.
- Evidencia científica que valida la gamificación y las herramientas digitales como medios eficaces para mejorar conductas de autocuidado.

Anexos Técnicos

Estructura de la plataforma

- Aplicación móvil: herramienta disponible para diferentes dispositivos que brinda contenido educativo y dinámicas de juego.
- Centro de datos seguro: espacio en la nube donde se almacenan y protegen los registros de uso y de salud bucal.
- Panel de seguimiento: entorno web que permite a profesionales y padres visualizar reportes e indicadores de higiene oral y participación.



Recorrido del usuario



Registro

El usuario ingresa los datos de la madre gestante, niño, adolescente o tutor.



Elección de perfil

Selecciona la etapa de vida correspondiente



Acceso a contenido interactivo

Explora videos, cuentos digitales y juegos relacionados con la salud bucal



Retos de autocuidado

Participa en cepillado diario, trivias y niveles de progreso



Reconocimiento

Recibe insignias, certificados y recordatorios motivadores



Monitoreo

Padres y profesionales de salud revisan avances y hábitos

Ejemplos de pantallas educativas

- Bienvenida animada con personajes que invitan al cuidado dental.
- Zona de retos para practicar el cepillado y responder trivias.
- Perfil del usuario infantil o adolescente con logros y estadísticas de cepillado.
- Panel para padres con consejos y alertas personalizadas.



- Evidencias visuales y prototipos



Boceto inicial del diseño del aplicativo





Esquema de puntos, medallas y recompensas de la gamificación

SonriPuntos

1. Medallas (Logros)

Como se obtienen:

-  Cepillado diario registrado en la app: **+10 SonriPuntos**
-  Completar triviás de salud dental **+15 SonriPuntos**
-  Participar en retos familiares (por ejemplo foto cepillándose juntos) **+20 SonriPuntos**

Uso: Canjear por medallas digitales y subir de nivel

2. Recompensas

- Reales o virtuales según app:
- Stickers digitales coleccionables
- Fondos exclusivos para su perfil
- Cupón para un sorteo mensual (si hay alianza con clínicas o marcas de higiene dental)

3. Niveles de Usuario

- ◆ Explorador de Sonrisas (0-199 puntos)
- ◆ Defensor Dental (200-499 puntos)
- ◆ Campeón de la Sonrisa (500+ puntos)



Hábitos Saludables de Higiene Oral

(para gestantes, niños y adolescentes)

Cepillado

Gestantes

- Cepillado 2 veces al día con pasta fluorada.
- Visita dental preventiva cada trimestre.
- Dieta baja en azúcares simples.
- Uso de hilo dental diariamente.

Niños

- Cepillado 2-3 veces al día con ayuda de un adulto.
- Reemplazar el cepillo cada 3 meses.
- Limitar golosinas y bebidas azucaradas.
- Aplicar flúor o sellantes según recomendación odontológica

Adolescentes

- Cepillado después de cada comida.
- Uso diario de hilo dental y enjuague sin alcohol.
- Control de consumo de bebidas energéticas y gaseosas.
- Visita al dentista cada 6 meses

Indicadores de evaluación

- Cantidad de descargas y uso de la aplicación.
- Tiempo promedio de participación diaria.
- Porcentaje de usuarios que completan los retos de higiene bucal.
- Variación en la prevalencia de caries en la población piloto

Las plataformas virtuales y uso de la IA en el desarrollo de competencias clínicas en estudiantes de odontología

*Autores: Lucy del Pilar Chiong Lam
Carlos Delfin Chinga Nuñez*

En estudiantes universitarios, solemos encontrar varios estilos de aprendizaje, como el aprendizaje visual, el auditivo, el kinestésico y también el aprendizaje social. Estos estilos de aprendizaje pueden influir en cómo cada estudiante asimila la información.

Esta propuesta plantea el uso de las plataformas virtuales y las IA como herramienta de apoyo y complementario en el aprendizaje de los estudiantes de odontología, ya que, la IA permitiría la creación y personalización del modelo de enseñanza para cada uno de los estudiantes mediante su estilo de aprendizaje.

El proyecto propone el desarrollo de una IA capaz de adaptarse y moldearse al estilo de aprendizaje del usuario, capaz de la lectura de radiografías panorámicas, periapicales, tomografías, y de crear imágenes que reflejen como se verían las diferentes patologías mediante estos exámenes auxiliares, así como asistir al estudiante a la planificación del plan de tratamiento por orden de objetivos del paciente como por nivel de importancia o urgencia.

El impacto esperado es asistir a los docentes en el proceso de enseñanza para una mejor llegada para con los estudiantes, en los alumnos poder mejorar sus competencias clínicas, mediante la práctica de protocolos, planificación de tratamientos, así como un mejor manejo de la información brindada en clase. Este plan propone evolucionar la manera de enseñanza mediante el uso de las tecnologías actuales.

Justificación e impacto esperado

El proceso de formación clínica en odontología exige no solo la adquisición de conocimientos teóricos, sino también el desarrollo de habilidades prácticas y de razonamiento clínico que permitan al futuro profesional enfrentar de manera competente las demandas del entorno odontológico. Tradicionalmente, este proceso se ha realizado de forma presencial y bajo la supervisión directa de docentes, lo que limita la disponibilidad de escenarios de práctica y la retroalimentación individualizada debido a restricciones de tiempo, recursos e infraestructura.

En este contexto, las plataformas virtuales y el uso de la Inteligencia Artificial (IA) representan una alternativa innovadora y necesaria para complementar la enseñanza clínica. La IA tiene la capacidad de adaptarse al nivel de aprendizaje del estudiante, identificar sus debilidades y ofrecer retroalimentación personalizada en tiempo real, generando entornos de simulación clínica interactiva y segura. Además, las plataformas virtuales facilitan el acceso a recursos educativos flexibles y actualizados, permitiendo al alumno practicar de manera autónoma y continua, lo que potencia la autogestión de su aprendizaje.

El uso de estas tecnologías no pretende reemplazar la práctica clínica tradicional, sino potenciar el desarrollo de competencias clínicas al ofrecer oportunidades adicionales de entrenamiento y evaluación. De esta manera, se responde a la necesidad de una educación odontológica más inclusiva, flexible y adaptada a las demandas de un entorno digital en constante evolución.

Impacto esperado incluye:

- En el estudiante:
 - Desarrollo de competencias clínicas mediante experiencias simuladas y retroalimentación inmediata.
 - Mayor motivación y autonomía en el proceso de aprendizaje gracias a la personalización de contenidos por la IA.
 - Reducción de la brecha entre teoría y práctica mediante la práctica virtual segura antes de la atención de pacientes reales.
- En la docencia:
 - Optimización del tiempo docente al contar con herramientas de apoyo para seguimiento individualizado del progreso de los estudiantes.
 - Posibilidad de identificar patrones de aprendizaje y áreas de dificultad comunes en los alumnos, lo que facilita la mejora continua de las estrategias pedagógicas.
- En la institución académica:
 - Innovación educativa alineada con las tendencias globales en salud y educación digital
 - Incremento de la calidad formativa al incorporar metodologías activas apoyadas en tecnología avanzada.
 - Fortalecimiento de la reputación institucional por la implementación de recursos digitales de vanguardia.
- En la sociedad y la práctica profesional futura:
 - Formación de odontólogos con mejores competencias clínicas, preparados para la resolución de problemas en escenarios reales.
 - Mayor seguridad y calidad en la atención odontológica brindada a los pacientes, al contar con profesionales entrenados en entornos simulados antes del contacto clínico directo.

Objetivos

Objetivo general

Implementa y evaluar el uso de las IA en el desarrollo de competencias clínicas de los estudiantes de odontología, mediante la adaptación personalizada de los contenidos y la retroalimentación contenía en el proceso formativo.

Objetivos específicos

- Analizar como las IA potencian el aprendizaje autónomo y la adquisición de conocimientos teórico clínicos en estudiantes de odontología.
- Identificar las ventajas de la IA en la personalización del proceso de enseñanza aprendizaje.
- Evaluar la efectividad de la retroalimentación generada por la IA en la mejora del desempeño clínico simulado de los estudiantes.
- Comparar el desarrollo de competencias clínicas entre los estudiantes que utilizan la IA y aquellos que emplean metodos tradicionales de aprendizaje.

Descripción técnica de la propuesta

La propuesta consiste en la implementación de un entorno de aprendizaje virtual apoyado en Inteligencia Artificial (IA), orientado a fortalecer el desarrollo de competencias clínicas en estudiantes de odontología. Este sistema integra plataformas digitales educativas con algoritmos de IA adaptativos que permiten personalizar los contenidos, simular escenarios clínicos y proporcionar retroalimentación en tiempo real a los estudiantes.

- Componentes tecnológicos
 - Plataforma virtual de aprendizaje (LMS): Sistema en línea que centraliza los contenidos teóricos, materiales multimedia y módulos de práctica interactiva
 - Módulos de simulación clínica digital: Casos clínicos virtuales que replican situaciones reales en odontología (diagnóstico, planificación y toma de decisiones terapéuticas).
 - Motor de Inteligencia Artificial: Algoritmos de aprendizaje automático que analizan el desempeño del estudiante, identifican patrones de error y ajustan la dificultad y los contenidos de manera personalizada.
 - Sistema de retroalimentación automática: Herramienta que proporciona al estudiante comentarios inmediatos y sugerencias de mejora basadas en su desempeño.
- Funcionamiento propuesto
 - El estudiante accede a la plataforma virtual mediante una cuenta institucional.
 - Completa un diagnóstico inicial de conocimientos y habilidades clínicas.
 - La IA analiza los resultados y adapta el contenido a las necesidades individuales del estudiante.
 - El estudiante participa en casos clínicos virtuales y actividades interactivas, recibiendo retroalimentación inmediata.

-
- El sistema genera un perfil de progreso individual, accesible tanto para el alumno como para el docente.
 - El docente utiliza la información para reforzar las áreas de mayor dificultad en sesiones presenciales y supervisadas.
 - Beneficios técnicos esperados
 - Adaptabilidad personalizada: La IA ajusta el nivel de complejidad de los casos clínicos según el avance de cada estudiante.
 - Entrenamiento seguro y repetitivo: El alumno puede practicar múltiples veces en un entorno sin riesgo para el paciente.
 - Optimización docente: Los profesores reciben reportes analíticos que facilitan la tutoría focalizada.
 - Accesibilidad: La plataforma es de acceso remoto, permitiendo continuidad del aprendizaje en cualquier momento y lugar.

Alcance de la propuesta

La propuesta está orientada a estudiantes de pregrado en odontología, específicamente en asignaturas clínicas e integrales. Puede ser aplicada inicialmente en cursos piloto, para posteriormente ampliarse a todo el plan de estudios y complementarse con prácticas presenciales en clínicas universitarias.

Etapas de desarrollo o implementación

- Diagnóstico y planificación

Duración: 3 meses

Identificación de las competencias clínicas prioritarias en la formación odontológica.

Levantamiento de información sobre necesidades de los estudiantes y docentes en el uso de plataformas digitales.

Selección de la plataforma virtual (LMS) y definición de requerimientos técnicos para la integración de la IA.

Elaboración del plan de trabajo y cronograma de implementación.

- Diseño de contenidos y escenarios clínicos virtuales.

Duración: 3 meses

Desarrollo de módulos teóricos digitales adaptados al currículo de odontología. Creación de casos clínicos virtuales (diagnóstico, tratamientos y toma de decisiones).

Inclusión de recursos multimedia interactivos (videos, imágenes 3D, animaciones clínicas).

Configuración de algoritmos de IA para adaptar el nivel de dificultad de los casos a las habilidades del estudiante.

- Desarrollo tecnológico y pruebas piloto

Duración: 3 meses

Configuración de la plataforma virtual con integración de la IA. Implementación de un sistema de seguimiento y retroalimentación automática.

Capacitación inicial a docentes y estudiantes en el uso de la plataforma.

Ejecución de un piloto con un grupo reducido de estudiantes, recolectando retroalimentación sobre la experiencia de uso.

- Implementación

Duración: 6 meses

Escalamiento del sistema a un número mayor de estudiantes y cursos clínicos.

Integración de la plataforma con las prácticas clínicas presenciales para un aprendizaje combinado (blended learning).

Monitoreo continuo del desempeño de los estudiantes y de la aceptación por parte de los docentes.

- Evaluación

Duración: 3 meses

Evaluación de los resultados en el desarrollo de competencias clínicas (diagnóstico, planificación, ejecución).

Comparación del rendimiento entre estudiantes que utilizan la IA y los que siguen métodos tradicionales.

Ajuste de algoritmos de IA y contenidos en función de las necesidades detectadas.

Documentación de logros, limitaciones y recomendaciones para futuras implementaciones a mayor escala.

Sustento bibliográfico o normativo

En un metaanálisis con diseño experimental de orden transversal dirigido por Quintanar – Casillas, R. & Hernández – López, M. (2022) efectuó una revisión sistemática de los modelos o sistemas de aprendizaje adaptativo propuestos durante el año 2012-2021, donde tomaron en cuenta autores hispanoamericanos. Se aplicó la metodología de análisis de contenido por directrices de la declaración Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses para la revisión sobre una muestra de 50 estudios seleccionados de diferentes fuentes científicas que propusieron modelos o sistemas de aprendizaje adaptativo. Esto a través de una matriz bibliográfica y una matriz analítica. Dentro de los resultados se observó que la inteligencia artificial (IA) es la técnica de adaptabilidad más empleada.

Referencia: Quintanar-Casillas, R. & Hernández-López, Ma. S. (2022). Modelos Tecnológicos de Aprendizaje Adaptativo Aplicados a la Educación: Revisión Sistemática de la Literatura. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, VOL.15(1), 41-58. <https://doi.org/10.37843/rted.v15i1.308>

Mallineni, S. k. et. al. (2024) dentro de su trabajo buscaron revisar los avances más recientes de la IA en el campo de la odontología. Las diferentes especialidades de la odontología han adoptado a la IA, en su mayoría se centran en el diagnóstico basado en imágenes, mientras otras tareas son menos útiles debido a las limitaciones como la disponibilidad de datos, la uniformidad y la capacidad computacional. La IA y los sistemas tecnológicos en odontología pueden ofrecer mayores beneficios, como mayor precisión diagnóstica contrastada con la experiencia humana. Mediante los modelos de IA se pueden reconocer y clasificar eficazmente a los pacientes con diversos problemas orofaciales en diferentes categorías de riesgo.

Referencia: Mallineni, S.K.; Sethi, M.; Punugoti, D.; Kotha, S.B.; Alkhayal, Z.; Mubarak, S.; Almotawah, F.N.; Kotha, S.L.; Sajja, R.; Nettam, V.; et al. (2024). Artificial Intelligence in Dentistry: A Descriptive Review. *Bioengineering*, 11, 1267. <https://doi.org/10.3390/bioengineering11121267>

Chan, C. & Hu, W. (2023) dentro de este estudio explora las percepciones de los estudiantes sobre la GenIA en la educación superior, enfocándose en la familiaridad, la disposición a participar, los posibles pro y contras, y la integración efectiva. Mediante una encuesta a 399 estudiantes de pregrado y posgrado en Hong King reveló una actitud positiva hacia la GenIA en la enseñanza y el aprendizaje. Aquí los estudiantes reconocieron el potencial de apoyo personalizado al aprendizaje, la asistencia para la escritura y en la lluvia de ideas, y las capacidades de investigación y análisis. Al comprender las percepciones de los estudiantes, educadores y los responsables de las políticas puedan adaptar las GenIA para abordar las necesidades e inquietudes, al tiempo que promueven resultados de aprendizaje efectivos.

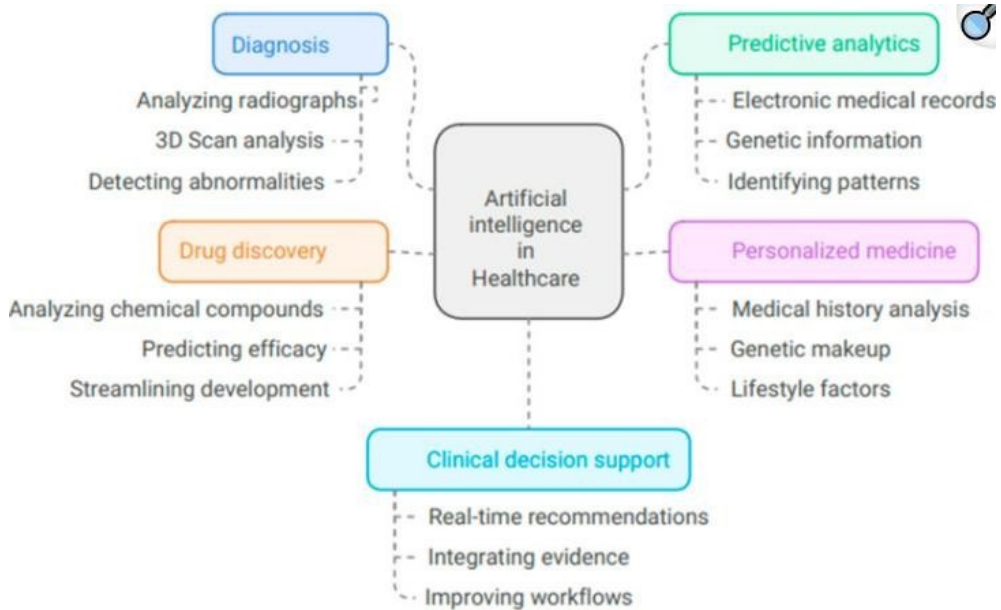
Referencia: Chan, CKY, Hu, W. (2023). Voces estudiantiles sobre la IA generativa: percepciones, beneficios y desafíos en la educación superior. *Int J Educ Technol High Educ* 20, 43. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8>

Araújo Ameijeiras, A. et. al. (2025) en su estudio investigaron el nivel de conocimiento y uso de la IA en el ámbito de la formación profesional, mediante el uso de un enfoque mixto y diseño exploratorio – descriptivo, donde estudiaron las percepciones de 150 estudiantes y 20 docentes de la rama sanitaria. Los resultados mostraron que ambos grupos tienen una noción limitada de las IA, se encontró una relación significativa entre la edad y el conocimiento de la IA, reportando que los más jóvenes hacen mayor uso de estas tecnologías, de los resultados subrayan la necesidad de fomentar e implementar programas formativos que aborden estas carencias y se adapten a las diferencias generacionales.

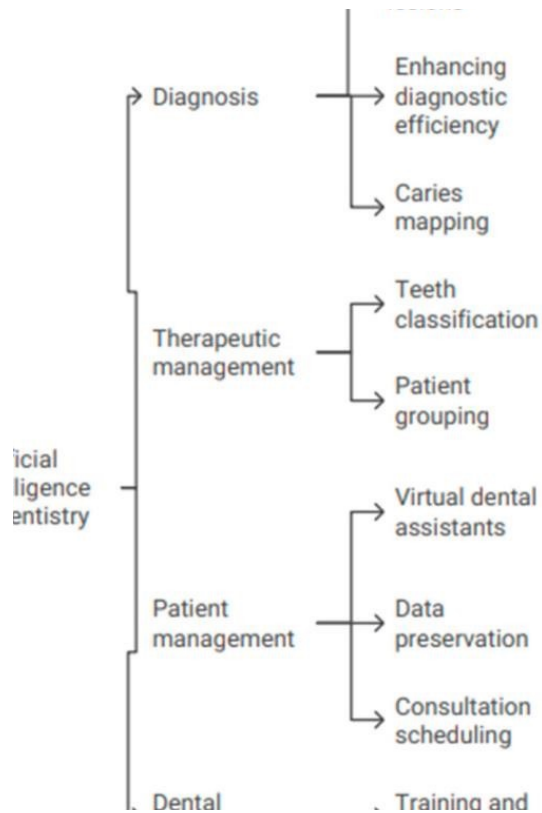
Referencia: Araújo Ameijeiras, A., García-Fuentes, O., & Raposo-Rivas, M. (2025). La Inteligencia Artificial en la Formación Profesional: explorando su conocimiento y uso desde la perspectiva del profesorado y el alumnado. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 26, e32230. <https://doi.org/10.14201/eks.32230>

Anexos técnicos, capturas, esquemas o evidencias gráficas

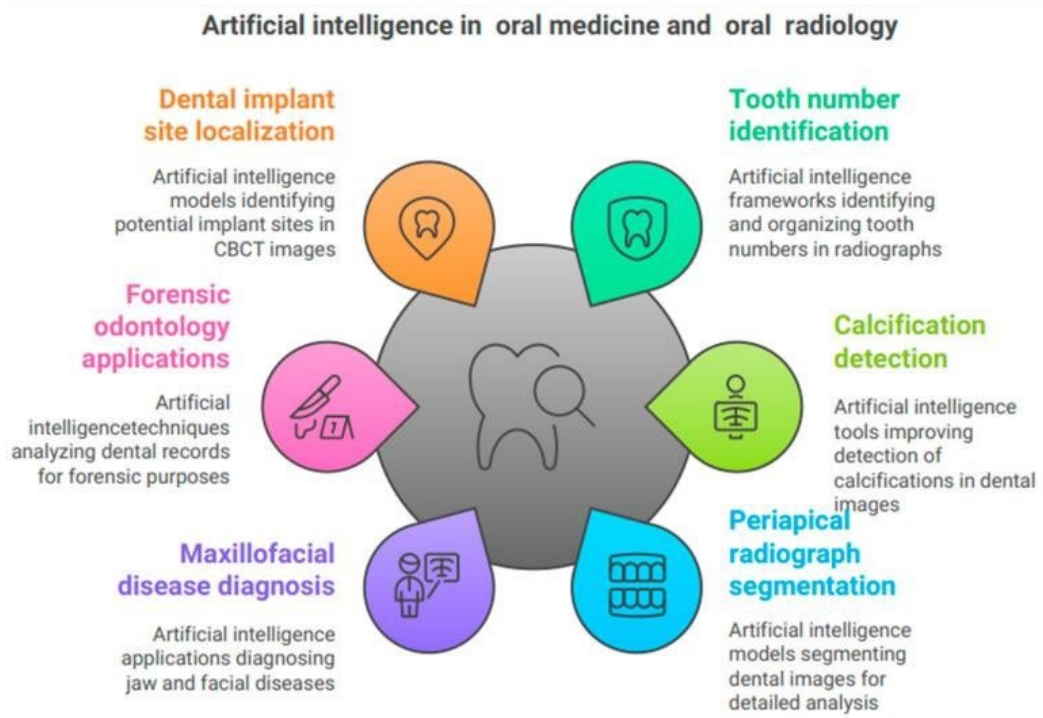
Anexo N.º 1 - Ilustra los usos de la inteligencia artificial en la atención médica



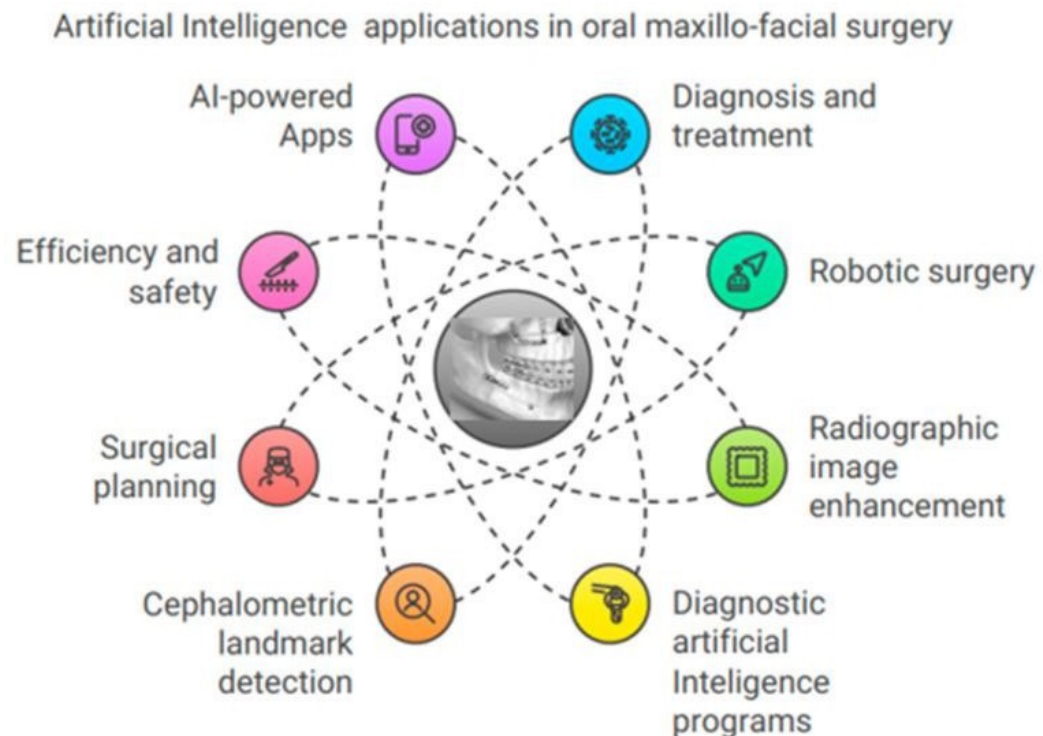
Anexo N.º 2 - Ilustra el uso de inteligencia artificial en odontología



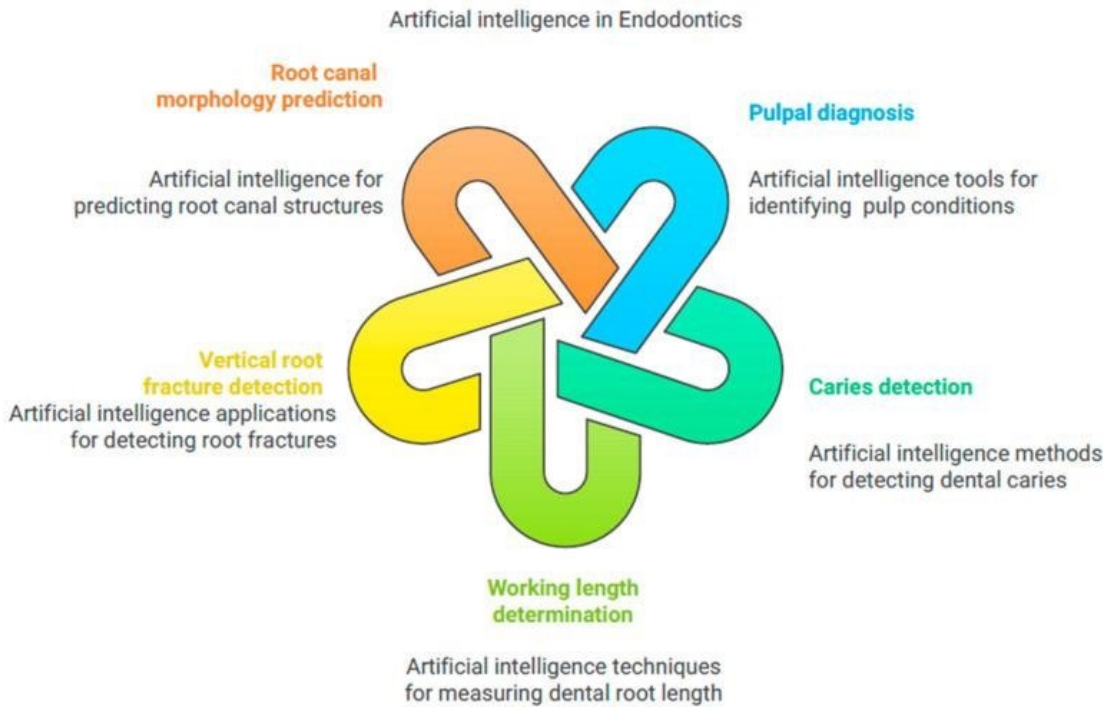
Anexo N.º 3 – El uso de inteligencia artificial en medicina oral y radiología



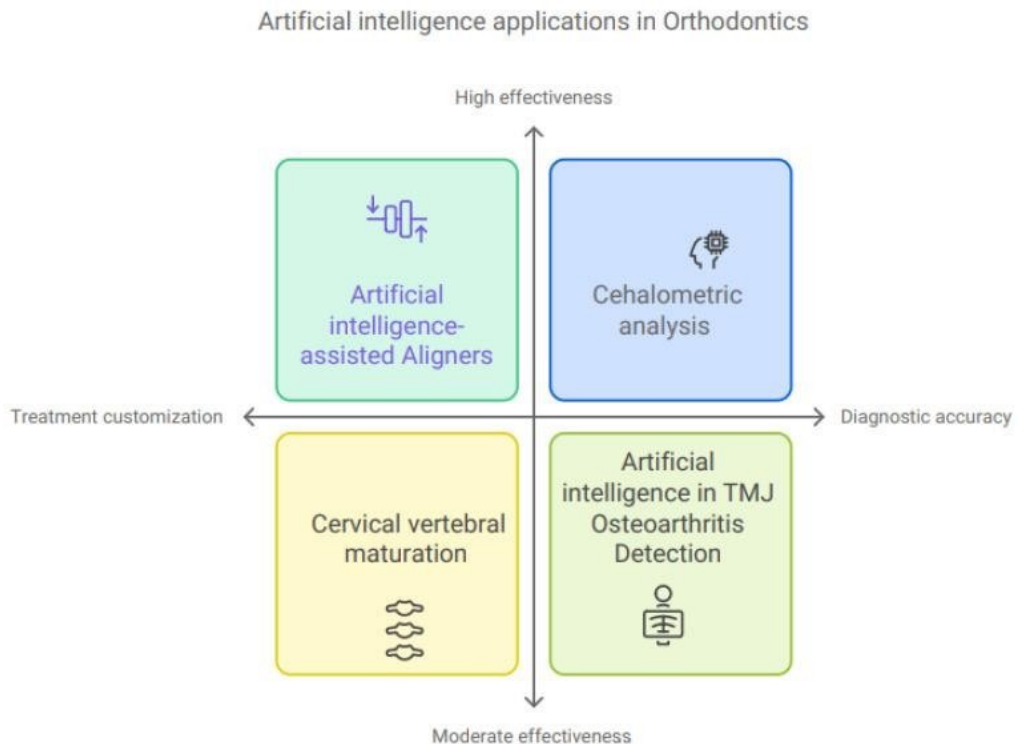
Anexo N.º 4 – El uso de inteligencia artificial en cirugía oral maxilofacial



Anexo N.º 5 – El uso de inteligencia artificial en endodoncia y odontología conservadora



Anexo N.º 6 – Ilustración del uso de inteligencia artificial en ortodoncia



DientinGo: Videojuego Educativo para la Prevención Enfermedades Bucales

Autora: Ivonne Yllesca Yllesca

El proyecto propone el desarrollo de “DientinGo”, un videojuego educativo en español que utiliza la gamificación como estrategia innovadora para la prevención de enfermedades bucales en niños de 6 a 12 años.

La problemática de la salud bucal infantil en el Perú es crítica: la caries dental afecta hasta al 80% de los escolares y al 90% de la población general, según reportes del MINSA. A nivel mundial, la OMS señala que la caries es la enfermedad crónica más común en la infancia, lo que evidencia la urgencia de nuevas estrategias preventivas.

En este contexto, DientinGo integra contenidos validados por odontólogos con dinámicas de entretenimiento diseñadas por programadores y diseñadores gráficos. El protagonista es Tin Dientin, una ardilla odontóloga que inicia su aventura con los dientes deteriorados. A través de misiones educativas, alimentación saludable, cepillado en tiempo real, eliminación de caries y visitas al cirujano dentista, los jugadores mejoran la “sonrisa” del personaje, representando de forma visual y progresiva los beneficios de los hábitos saludables.

El videojuego funcionará en dispositivos móviles y computadoras, inicialmente en versión offline para asegurar acceso en zonas con dificultades para el acceso a internet. Además, contará con recursos de accesibilidad digital, como narración en audio, íconos grandes y colores contrastantes, permitiendo la participación de niños con dificultades visuales o de comprensión lectora.

El impacto esperado incluye:

- En niños, una mejora en el conocimiento y prácticas de la higiene bucal.
- En docentes y familias, un recurso lúdico e inclusivo para reforzar hábitos saludables.
- En instituciones odontológicas, la oportunidad de posicionarse como líderes en innovación educativa y salud digital.

En suma, DientinGo busca transformar la educación en salud bucal mediante un recurso atractivo, accesible y sostenible, contribuyendo a reducir la prevalencia de enfermedades bucales en niños peruanos.

Justificación e impacto esperado

La salud bucal infantil constituye un problema prioritario en salud pública. La caries dental es considerada la enfermedad crónica más prevalente en la infancia a nivel mundial y regional. La OMS estima que afecta a casi la mitad de la población mundial, siendo especialmente frecuente en niños y adolescentes (1-3). En el Perú, reportes oficiales del MINSA confirman que la caries dental afecta al 80% de los escolares y al 90.4% de la población general, lo que refleja la magnitud del problema y la necesidad de intervenciones innovadoras en prevención (4,5).

Pese a los esfuerzos de los programas de salud, las estrategias tradicionales de promoción enfrentan diversas limitaciones: baja adherencia de los niños a las recomendaciones, desinterés por parte de las familias y escaso acceso a materiales educativos atractivos que motiven el cambio de comportamiento (6-8). En este contexto, la gamificación emerge como una estrategia innovadora capaz de transformar el aprendizaje en experiencias lúdicas y motivadoras, fomentando la práctica repetida y sostenida de hábitos saludables (9-11).

El desarrollo de videojuegos educativos como “DientinGo” permite integrar la narrativa y el entretenimiento con objetivos de salud pública. Estudios recientes han demostrado que los videojuegos educativos y las aplicaciones móviles orientadas a la salud bucal mejoran significativamente los niveles de conocimiento, la técnica de cepillado y la actitud hacia la prevención en escolares (12-14). Asimismo, revisiones sistemáticas destacan que las intervenciones basadas en gamificación logran mayor retención de información y mejor aceptación en comparación con métodos tradicionales (8,11).

Impacto esperado del proyecto:

- Niños y niñas (6–12 años): incremento en el conocimiento y la práctica efectiva de la higiene bucal, mediante experiencias interactivas como minijuegos sobre cepillado y selección de alimentos saludables (8,12,14).
- Docentes y familias: contar con un recurso digital lúdico e inclusivo que facilite la enseñanza y el refuerzo de hábitos saludables dentro y fuera del aula (15,16).
- Instituciones odontológicas: fortalecimiento de la imagen del Colegio Odontológico del Perú como referente en innovación educativa y salud digital aplicada a la odontología (17-19).

En suma, este proyecto busca responder a una necesidad epidemiológica crítica con una herramienta tecnológica innovadora y de alto impacto social, alineada con las tendencias globales en salud digital y educación preventiva (1-5,9,11).

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un videojuego educativo, protagonizado por Tin Dientin, que promueva la prevención de enfermedades bucales en niños de 6 a 12 años, contribuyendo a la reducción de la prevalencia de enfermedades bucales en niños peruanos.

Objetivos específicos

- Diseñar contenidos lúdicos que enseñen técnicas correctas de cepillado dental y uso del hilo dental.
- Implementar minijuegos temáticos que refuercen la selección de alimentos saludables y la visita periódica al odontólogo.
- Incorporar un sistema de recompensas digitales (puntos, insignias, logros) que motive la práctica repetitiva de conductas saludables.
- Evaluar la aceptación y la efectividad educativa del videojuego mediante un piloto con escolares, valorando su impacto en el conocimiento, la actitud y la práctica de hábitos de higiene bucal.

Descripción técnica de la propuesta

El videojuego “DientinGo” se desarrollará inicialmente en español, con la posibilidad de incorporar en futuras versiones otros idiomas de acuerdo con su impacto y alcance, siguiendo lineamientos de accesibilidad en salud digital (9). Asimismo, incluirá funciones que permitan la participación de niños con diferentes capacidades, como narración en audio, botones de repetición y señales auditivas, en concordancia con las recomendaciones de diseño universal en plataformas educativas digitales (10).

Personaje principal

El protagonista será Tin Dientin, una ardilla odontóloga que inicia el juego con una sonrisa deteriorada y progresivamente, a medida que se superan misiones educativas, logra una “Sonrisa Brillante”, que simboliza la adquisición de hábitos saludables. Este tipo de progresión gráfica ha demostrado ser eficaz para motivar cambios de conducta en entornos de gamificación (20).

Mecánicas principales

- Alimentación saludable: selección de frutas, verduras y lácteos que fortalecen los dientes; los alimentos cariogénicos restan puntos (11).
- Cepillado en tiempo real: movimientos táctiles o con el mouse simulan el cepillado correcto de todos los cuadrantes dentales, otorgando recompensas (9).
- Atrapa la caries: minijuego de reflejos en el que se deben eliminar caries antes de que dañen los dientes (10).
- Visita al dentista: simulación de un control preventivo con mensajes educativos, en línea con campañas de salud bucal escolar (20).
- Evolución de la sonrisa: el personaje mejora su salud dental en cada nivel hasta alcanzar dientes blancos y alineados, reforzando el vínculo entre prevención y logro personal (11).

Sistema de niveles y recompensas

Cada nivel representa un reto educativo. Al completarlos, el jugador obtiene puntos, insignias y trofeos virtuales, estrategia que promueve la repetición y consolidación de hábitos saludables en niños (8,12,14).

Gestión de datos y sincronización

El videojuego funcionará en versión offline, con la posibilidad de sincronización en la nube en fases posteriores. No recopilará datos personales sensibles; solo se registrarán indicadores educativos básicos (niveles superados, logros alcanzados, tiempo de juego), garantizando privacidad y confidencialidad conforme a estándares de seguridad en entornos digitales (10,20).

Accesibilidad e inclusión

El diseño considerará elementos multisensoriales: narración en audio, íconos grandes y colores contrastantes, lo que facilita la interacción de niños con dificultades visuales o de comprensión lectora (18,19).

Equipo multidisciplinario

El desarrollo requerirá un equipo en el que los odontólogos validen los contenidos y mensajes preventivos, mientras que un programador y un diseñador gráfico se encargarán de la parte técnica y visual. Este enfoque colaborativo asegura la solidez educativa y la viabilidad tecnológica del proyecto (9,11).

Etapas de desarrollo o implementación

El desarrollo del videojuego “DientinGo” se organizará en cinco fases, con la participación de un equipo multidisciplinario conformado por odontólogos (contenido y validación), un programador (desarrollo técnico) y un diseñador gráfico (diseño visual y animaciones).

- Fase 1 – Diseño conceptual (2 meses)

Elaboración del guion narrativo y educativo bajo supervisión de odontólogos. Definición de personajes, escenarios, mecánicas y sistema de recompensas.

Diseño inicial de accesibilidad (uso exclusivo en español, narración en audio, íconos grandes).

- Fase 2 – Prototipo digital (3 meses)

Desarrollo del primer nivel jugable en Unity por parte del programador. Creación de ilustraciones iniciales y animaciones a cargo del diseñador gráfico

Implementación de mecánicas básicas: alimentación saludable y cepillado en tiempo real.

Versión offline para asegurar jugabilidad en zonas con dificultades para el acceso a internet.

- Fase 3 – Validación piloto (2 meses)

Prueba piloto con un grupo de 30 escolares de 6 a 12 años.

Evaluación de usabilidad, motivación y comprensión de los mensajes educativos.

Retroalimentación de docentes y familias respecto a accesibilidad y atractivo visual.

Registro de datos básicos de uso (tiempo de juego, niveles alcanzados), sin recolección de información personal.

-
- Fase 4 – Ajustes y optimización (2 meses)

Incorporación de mejoras en jugabilidad, gráficos, narración y accesibilidad.

Integración de todos los minijuegos: Atrapa la caries, Visita al dentista y Evolución de la sonrisa.

Preparación para incluir en versiones futuras la sincronización en la nube y perfiles de usuario, según necesidades institucionales.

- Fase 5 – Lanzamiento y difusión (1 mes) Publicación del videojuego en Google Play y App Store.

Difusión en colegios, centros de salud y campañas del Colegio Odontológico del Perú.

Elaboración de un informe técnico con los resultados de la validación piloto y proyección de impacto educativo.

Cada fase será documentada y supervisada por el equipo multidisciplinario, garantizando la coherencia pedagógica, técnica y visual en todas las etapas del proyecto.

Tecnologías utilizadas

El desarrollo del videojuego “DientinGo” se basará en un conjunto de herramientas tecnológicas que permiten integrar los contenidos odontológicos con dinámicas interactivas adaptadas a la infancia:

- Motor de desarrollo: Unity 3D

Unity es una de las plataformas más utilizadas a nivel mundial para el desarrollo de videojuegos y aplicaciones educativas en 2D y 3D. Su elección se justifica porque permite crear un mismo proyecto que funciona en diferentes dispositivos (Android, iOS y PC), lo que facilita la escalabilidad y reduce costos de producción (9). Además, ha demostrado efectividad en proyectos de salud y educación infantil al mejorar la motivación y la retención de conocimientos (10,11).

- Lenguaje de programación: C#

C# es el lenguaje nativo de Unity y se empleará para implementar las mecánicas del juego, como el cepillado en tiempo real, la evolución dental y el sistema de recompensas. Su uso asegura la integración fluida de contenidos educativos dentro de las dinámicas lúdicas, manteniendo estabilidad y flexibilidad en el desarrollo (9,11).

- Ilustración y animación digital

Se utilizarán herramientas como Adobe Illustrator y Blender para diseñar personajes, escenarios y animaciones. Estas plataformas permiten generar gráficos amigables y adaptados al público infantil, favoreciendo la comprensión de conceptos de salud bucal mediante imágenes llamativas y fáciles de recordar (20).

- Gamificación y sistema de recompensas

El videojuego incluirá insignias, puntos, niveles y logros para incentivar la práctica repetida

de hábitos saludables. La gamificación ha demostrado ser eficaz en mejorar la higiene oral infantil, especialmente en contextos escolares y entornos digitales (8,12,14).

- Accesibilidad digital

El diseño contará con narración en audio, botones de repetición y una interfaz visual inclusiva. Estos recursos permitirán la participación de niños con dificultades visuales o de comprensión lectora, alineándose con las recomendaciones de la educación inclusiva en salud (18,19).

- Gestión de datos y sincronización

La primera versión funcionará offline, garantizando el acceso en comunidades con dificultades de acceso a internet. En fases posteriores podrá añadirse la sincronización en la nube para guardar avances y generar perfiles de usuario, siempre bajo principios de protección de datos infantiles y confidencialidad (10,20).

Sustento bibliográfico o normativo

Organización Mundial de la Salud. Poner fin a la caries dental en la infancia: manual de aplicación de la OMS. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2021. Disponible en: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/83e99a0c-0846-4a9a-a91b-620685e1daa0/content>

Organización Mundial de la Salud. Salud bucodental: hoja informativa. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2022 [actualizado en marzo de 2024; consultado el 26 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>

Organización Mundial de la Salud. La OMS destaca el abandono de la salud bucodental que afecta a casi la mitad de la población mundial. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2022 [publicado el 18 de noviembre; consultado el 26 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/18-11-2022-who-highlights-oral-health-neglect-affecting-nearly-half-of-the-world-s- population>

Ministerio de Salud del Perú. La caries dental es la enfermedad más común entre la población infantil. Lima: Ministerio de Salud; 2023 [publicado el 28 de noviembre; consultado el 25 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/741092-minsa-la-caries-dental-es-la- enfermedad-mas-comun-entre-la- poblacion-infantil>

Ministerio de Salud del Perú. El 90.4% de los peruanos tiene caries dental. Lima: Ministerio de Salud; 2019 [publicado el 4 de abril; consultado el 26 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/45475-el-90-4- de-los-peruanos-tiene-caries-dental>

Ladera MI, Medina CG. La salud bucal en América Latina: Una revisión desde las políticas públicas. *Salud Cienc. Tecnol.* 2023;3:340.

Salinas C. Factors affecting oral health in children and adolescents in Ecuador. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias.* 2024;3:889.

Das H, Janakiram C, SVK, Karuveettil V. Effectiveness of school-based oral health education interventions on oral health status and oral hygiene behaviors among schoolchildren: an umbrella review. *Evid Based Dent*. 2025;26(2):110-111.

Ghasemi H, Alautry HF, Khoshnevisan MH, Namdari M. Effectiveness of a School- Based Oral Health Promotion Program on Dental Caries Among Iraqi School Children: A Cluster Randomised Controlled Trial. *Int. Dent. J*. 2025;75(2):744-51.

Zaror C, Mariño R, Atala-Acevedo C. Current State of Serious Games in Dentistry: A Scoping Review. *Games Health J*. 2021;10(2):95-108.

Mohammadzadeh N, Gholamzadeh M, Zahednamazi S, Ayyoubzadeh SM. Mobile health applications for children's oral health improvement: A systematic review. *Inform. Med. Unlocked*. 2023;37:101189.

Paiva SM, Martins LP, Bittencourt JM, Alvarez L, Acevedo AM, Cepeda V, et al. Impact on oral health-quality of life in infants: Multicenter study in Latin American countries. *Braz Dent J*. 2022;33(2):61-67.

Doshi A, Bapna D, Qadri AW, Palak, Garg A, Abhishek SD. Effectiveness of School-Based Oral Health Education Programs in Improving Knowledge, Attitude, and Practice Among Primary School Students: A Pre-Post Intervention Study. *Afr. J. Biomed. Res*. 2024;27(4):5578 – 82.

Özvarış SS, Çoğulu D. Effects of a Mobile Application to Improve Oral Hygiene in Children. *J Pediatr Res*. 2024;11(1):11-16.

Ministerio de Salud del Perú. Campaña de protección y promoción de la salud bucal. Lima: Ministerio de Salud; [consultado el 25 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/campañas/8671-campana-de-proteccion-y-promocion-de-la-salud-bucal>

University of Illinois Chicago, Institute for Health Research and Policy. CO-OPCHW Games: Herramientas educativas para promotores de salud comunitarios. Chicago: UIC IHRP; 2021 [consultado el 27 de septiembre de 2025]. Disponible en: https://co-opchicago.ihrp.uic.edu/wp-content/uploads/sites/682/2021/07/CO-OP-CHW-Games_Spanish-final-with-cover.pdf

Al-Hassan S, Kazlak M, Kateeb, E. Effectiveness of an Interactive School-Based Oral Health Educational Program on Periodontal Status Among Palestinian Adolescents: An Intervention Study. *Children*. 2025;12(10):1302.

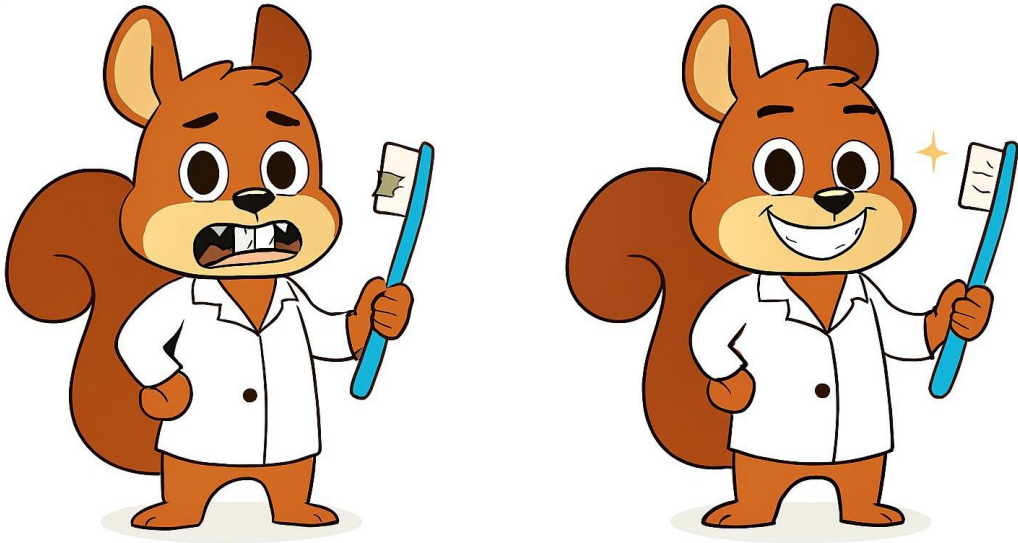
Shirahmadi S, Bashirian S, Soltanian AR, Vahdatinia F. Effectiveness of theory- based educational interventions of promoting oral health among elementary school students. *BMC Public Health*. 2024;24:130.

Camuñas-García D, Cáceres-Reche MP, Cambil-Hernández ME, Lorenzo-Martín ME. Digital Game-Based Heritage Education: Analyzing the Potential of Heritage- Based Video Games. *Educ Sci*. 2024;14(4):396.

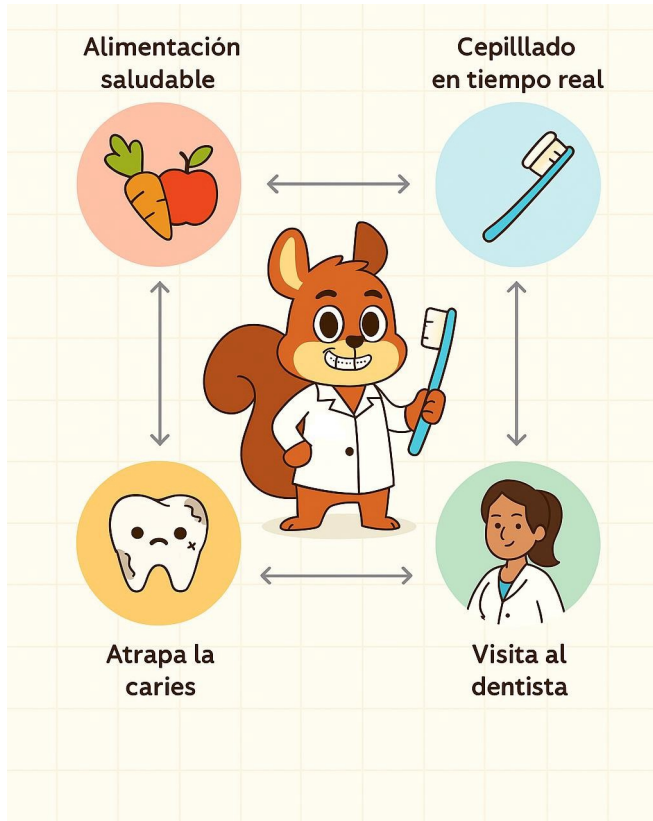
Febria ND, Femilian A, Arinawati DY, Heningtyas AH, Rakhmawati AK, Kenji VK. Increasing Children's Dental Health Knowledge with Educational Games. *E3S Web Conf*. 2024; 570:03003.

Anexos

ANEXO 1. Boceto del personaje principal: Dos versiones: inicio del juego (dientes opacos/manchados) y final del juego (sonrisa brillante).



ANEXO 2. Mapa de mecánicas del juego.



Anexo 3. Pantallas de ejemplo del videojuego (mockups)



Anexo 4. Evolución de la sonrisa

Estado inicial: dientes manchados, con caries visibles y superficies irregulares.



Progreso intermedio: dientes más limpios, alineados, sin manchas ni caries.



Estado final: dientes blancos, brillantes y perfectamente alineados, con estrellas de brillo.



Anexo 5. Cronograma de desarrollo (línea de tiempo)

	1 MES	2 MESES	3 MESES	4 MESES	5 MESES	6 MESES	7 MESES	8 MESES	9 MESES	10 MESES
ETAPA 1: Diseño conceptual	X	X								
ETAPA 2: Prototipo digital			X	X	X					
ETAPA 3: Validación piloto						X	X			
ETAPA 4: Ajustes y optimización								X	X	
ETAPA 5: Lanzamiento y difusión										X

Anexo 6. Sistema de recompensas

Sistema de Recompensas

 **Puntos**
Acumulables para desbloquear contenido





 **Insignias**
Reconocen logros específicos
Completaste todos los cuadrantes
→ Insignia plateada



 **Trofeos** 
Máximo logro por constancia


7 días seguidos de juego

[Ver premios](#)

Anexo 7. Interfaz accesible

 ¡Cepilla arriba y abajo!







Prototipo Tecnológico móvil con Inteligencia Artificial para capacitar sobre prevención de caries de infancia temprana al personal de salud de primer nivel de atención

Autora: Sonia Gabriela Apaza Ramos

Las Caries de Infancia Temprana (CIT) es una patología de la cavidad bucal referida a la caries dental en niños menores de 6 años, la cual continúa presentando elevadas prevalencias, convirtiéndose en un problema de salud pública global. Las estrategias tomadas se concentran en la prevención de la enfermedad; con este fin se identificó que el personal de salud juega un papel importante mediante las prácticas colaborativas a favor de la salud bucal infantil. Por ello, es de suma importancia que el personal de salud tenga los conocimientos suficientes en CIT.

Objetivo: Desarrollar y evaluar un prototipo tecnológico móvil para capacitar sobre prevención en caries de infancia temprana al personal de salud del primer nivel de atención.

Metodología: El diseño del estudio utilizará una metodología mixta exploratoria; que iniciará con una fase exploratoria conformada por datos cualitativos y terminará con la evaluación de datos cuantitativos. La fase cualitativa corresponderá a la identificación de barreras y requerimientos para informarse en CIT mediante grupos focales. La fase cuantitativa corresponderá a la intervención. En esta fase se evaluarán los conocimientos en CIT del personal de salud antes y después de la intervención (diseño pre-post). La evaluación pre se realizará antes de la intervención; seguidamente se ejecutará la intervención mediante el prototipo tecnológico, el cual contendrá información sobre CIT. Este prototipo incorporará inteligencia artificial para facilitar su uso, adaptar la experiencia a las necesidades del usuario y mejorar la comprensión de los contenidos. Las evaluaciones post estarán compuestas por una inmediata a la intervención y otra un mes después de la intervención.

Palabras clave: Caries dental, salud del niño, atención primaria de salud, conocimientos, diseño de sistemas, tecnología de la información. (Fuente: DeSC)

Justificación e impacto

La caries de infancia temprana (CIT) se presenta como un problema de salud global, afectando a la salud infantil (1). En el mundo, la prevalencia promedio de la CIT es de 23.8% en niños menores de 36 meses y de 57.3% en niños de 36 a 71 meses de edad (2). Asimismo, estudios sobre la carga global de enfermedades reportan a la caries dental en dientes deciduos (diente primario o diente de leche o diente temporal) como una de las enfermedades con las más altas prevalencias en el 2017 (3).

En el Perú, la CIT es un problema de salud pública con prevalencias muy altas, que no disminuye con los años (4). En promedio el 76% de los niños peruanos menores de 6 años presentan CIT (2), siendo una de las principales causas el pobre conocimiento de los cuidadores y personal de salud (5). Por ello, la participación del primer nivel de atención en la promoción de salud bucal es fundamental para romper la inequidad en salud bucal, siendo el principal personal de este servicio el Ministerio de Salud (MINSa) (6); sin embargo, solo el 61.67% de la población peruana tiene acceso a información sobre salud bucal (7).

La salud bucal infantil es una prioridad en las políticas de salud, siendo la detección temprana una crucial medida para la prevención y control de la CIT (8). Expertos en salud bucal e intervenciones de salud pública contra la CIT (A WHO Global Consultation on ECC), recomiendan dirigir las políticas a la promoción de la importancia de los dientes deciduos mediante la sensibilización de los padres y la comunidad, promoviendo la dieta saludable libre de azúcar; sin embargo, para potenciar resultados necesitamos entrenar a todos los trabajadores de salud brindándoles conocimientos en prevención de CIT (1)(9).

Las intervenciones en salud bucal infantil se enfocan en la prevención de la CIT, empleando diversas estrategias como charlas motivacionales, mensajes de texto, folletos, ayudas audiovisuales, videojuegos, aprendizaje virtual, poster, sesiones en clase, etc. (10). En este contexto, las tecnologías de información y comunicación (TIC) sirven como herramientas para potenciar estas estrategias con el objetivo de mejorar la alfabetización en salud, en el autocuidado, la toma de decisiones y las brechas de inequidad en el acceso a la salud. Dentro de este conjunto de tecnologías, la inteligencia artificial (IA) se ha incorporado como un recurso innovador que permite personalizar la experiencia de aprendizaje, facilitar la interacción con los contenidos, y adaptar la información a las necesidades del usuario en tiempo real. (11)(12)(13).

La efectividad de las TIC en salud se evidencian cuando la tecnología es de fácil uso para los usuarios y con un objetivo que puede resolver (14). En salud resulta necesario evaluar las diferentes herramientas tecnológicas empleadas; donde la calidad del software, el soporte científico basado en evidencia y el diseño orientado en el usuario, sirvan como pilares para la efectividad a largo plazo (15). Las TIC en salud bucal son herramientas tecnológicas orientas a las intervenciones educativas y promociones en salud (10).

Por lo expuesto, el presente estudio busca mejorar los conocimientos en CIT del personal de salud utilizando un prototipo tecnológico diseñado según sus requerimientos con el fin de brindar información clara y necesaria para los usuarios. Este prototipo integrará inteligencia artificial para optimizar la experiencia de uso, facilitar el aprendizaje interactivo y aumentar la efectividad de la capacitación.

Objetivos

Objetivo General:

Desarrollar y evaluar un prototipo tecnológico móvil que incorpore inteligencia artificial para facilitar la capacitación en prevención en caries de infancia temprana al personal de salud del primer nivel de atención.

Objetivos Específicos:

- Identificar el contexto de uso y requerimientos sobre los conocimientos en la caries de infancia temprana del personal de salud para proponer un prototipo tecnológico móvil según sus necesidades.
- Desarrollar el prototipo tecnológico móvil que incorpora IA para facilitar la capacitación en prevención en caries de infancia temprana al personal de salud.
- Evaluar el nivel de conocimientos sobre caries de infancia temprana antes, después y un mes después de la intervención y la usabilidad del prototipo tecnológico móvil dirigido al personal de salud.

Metodología

Diseño del estudio

El diseño del estudio utilizará una metodología mixta exploratoria; que iniciará con una fase exploratoria conformada por datos cualitativos y terminará con la evaluación de datos cuantitativos. La fase cualitativa corresponderá a la identificación de barreras y requerimientos para informarse en CIT mediante grupos focales. La fase cuantitativa corresponderá a los datos obtenidos en la intervención mediante un diseño cuasi experimental pre-post, buscando cumplir con los objetivos del estudio. Las mediciones evaluadas serán comparadas al finalizar la intervención.

Población

La población estará conformada por proveedores de salud entre profesionales y técnicos (médico general o especialista, enfermera, obstetra, odontólogo general, nutricionista, psicólogo, asistente social y técnico y/o auxiliar en enfermería) que se encuentren laborando en establecimientos del primer nivel de atención pertenecientes a la Dirección Regional de Salud del Callao (DIRESA-Callao), ubicados en la provincia constitucional del Callao.

Se seleccionaron tres centros de salud materno infantil pertenecientes al nivel I-4, fueron elegidos por reportar valores altos en demanda de atención en el grupo etario de interés (niños menores de seis años) según la Unidad de Estadística de la DIRESA-Callao (16). Se tomará para el estudio la población total de proveedores de salud de los establecimientos de salud seleccionados, siendo un total de 157 proveedores de salud, donde 72 pertenecen al C.S. Materno Infantil Pachacutec Perú-Corea, 34 al C.S. Bellavista Perú-Corea y 51 al C.S. Néstor Gambeta.

Muestra

No se trabajará con muestra porque la intervención será en la población total.

Criterios de selección Criterios de inclusión

- Proveedores de salud nombrado o CAS, pudiendo ser médico general o especialista, enfermera, obstetra, odontólogo general, nutricionista, psicólogo, asistente social y técnico y/o auxiliar en enfermería; que laboren en los Centros de Salud seleccionados, pertenecientes a la DIRESA Callao.
- Aceptar formar parte del estudio

Criterios de exclusión

- No participarán quienes en el pasado hayan recibido una capacitación previa en el tema en específico.
- No participarán proveedores de salud que sean serumistas.

Operacionalización de variables (Ver Anexo N°1)

Procedimiento del estudio

La investigación se realizará en 3 fases:

Fase 1: Identificación de barreras y requerimientos de los proveedores de salud

Se coordinará con la DIRESA-Callao y los tres centros de salud para iniciar con el reclutamiento de participantes. La identificación de las barreras y requerimientos para informarse en CIT, se realizará mediante 3 grupos focales involucrando entre 8 a 10 proveedores de salud, un grupo focal por establecimiento de salud (C.S. Materno Infantil Pachacutec Perú-Corea, C.S. Bellavista Perú-Corea y C.S. Néstor Gambeta). El grupo focal tendrá una duración aproximada de 1 hora. Al finalizar se otorgará un refrigerio y un obsequio por la participación en el estudio.

La fase 1 corresponderá a la investigación cualitativa realizada mediante grupos focales. Para ello, el moderador tendrá un consentimiento informado para los proveedores de salud y una guía para dirigir el grupo focal donde buscará identificar las barreras para informarse en CIT, y los requerimientos con respecto al contenido temático de CIT y la tecnología de preferencia. (Ver Anexo N°2) Para identificar las barreras para que un proveedor de salud se informarme en CIT, basamos la guía en un estudio previo realizado por Pesaressi y col. (2014) en profesionales de salud peruanos (17).

Fase 2: Desarrollo del prototipo tecnológico

El contenido temático para informar a los proveedores de salud sobre CIT se basará en un programa diseñado para el entrenamiento interprofesional de educación en salud bucal desarrollado y validado por expertos el 2008, llamado Cavity Free at Three. Los temas abordados por el programa referentes a CIT son: definición, detección de CIT, evaluación de riesgos para CIT, prevención e influencia de la salud bucal de los niños. Este contenido se modelará a los requerimientos reportados por los proveedores de salud, donde el contenido final se validará mediante 03 expertos odontopediatras. Se presentará a los expertos el consentimiento informado para su participación en el estudio y el formato de Juicios de Expertos. Si los expertos presentarán sugerencias o modificaciones que necesiten una segunda reunión, se coordinará una próxima reunión con las observaciones resueltas.

Según los requerimientos tecnológicos reportados por los proveedores de salud en la fase 1 se diseñará el prototipo tecnológico con el contenido temático. Para mostrar el diseño del prototipo tecnológico nos ayudaremos de herramientas open source o software libre de uso público. Para representar la utilidad de la tecnología en el contexto de uso del proveedor de salud se preparará un guion gráfico o storyboard.

El prototipo tecnológico integrará un componente de inteligencia artificial (IA), cuya función será facilitar la interacción del usuario con la aplicación mediante funcionalidades como navegación guiada, respuestas automatizadas a preguntas frecuentes sobre CIT, y recomendaciones personalizadas de contenido en función del progreso del usuario. La IA se implementará utilizando frameworks de desarrollo compatibles con dispositivos móviles y con capacidad de aprendizaje supervisado a partir de patrones de uso. Este componente buscará mejorar la usabilidad, comprensión y retención de la información, adaptándose al nivel de conocimiento del usuario.

Antes de la intervención, se presentará el prototipo tecnológico y el guion gráfico a un grupo de expertos conformados por: 01 odontopediatra, 01 pedagogo y 01 comunicador; con el objetivo de evaluar la usabilidad del prototipo tecnológico y obtener sugerencias sobre el uso, diseño y claridad del contenido. Para ello, los expertos pasarán por la prueba de usabilidad donde se calificará la efectividad, eficiencia y satisfacción, previo consentimiento informado.

Fase 3: Intervención y evaluación

El cuestionario para evaluar el conocimiento en CIT de los proveedores de salud fue creado por González y col. (2014) (18) y, adaptada y validada para proveedores de salud peruanos por Díaz y col (2018) (19). El cuestionario consta de 16 preguntas cerradas con opciones de respuestas donde solo una es la respuesta correcta; dividido en 5 bloques sobre: etiología de CIT (pregunta 5, 9, 10, 11 y 12), diagnóstico (pregunta 2, 6 y 8), prevención (pregunta 1, 3, 4, 7, 14 y 16) y tratamiento (pregunta 13 y 15). El nivel de conocimientos se puede expresar en 3 grados: adecuado, medio o inadecuado.

La usabilidad del prototipo tecnológico se evaluará mediante: la efectividad evaluando el número de errores que presenta el usuario para completar una tarea, eficiencia evaluando el tiempo empleado para el uso de la tecnología y satisfacción mediante el Cuestionario de Usabilidad del Sistema Informático (CSUQ). El CSUQ presenta una adecuada validez con respecto al constructo y la evaluación de la satisfacción general del usuario con una interfaz o tecnología informática (20) (21). Por ello, el presente estudio utilizará el CSUQ para evaluar la satisfacción del usuario con el prototipo elegido, el cual consta de 16 preguntas con respuestas en escala de Likert del 1 al 7, donde la puntuación de 1 es totalmente en desacuerdo y 7 totalmente de acuerdo.

Se invitará a todos los proveedores de salud de los tres establecimientos seleccionados (C.S. Materno Infantil Pachacutec Perú-Corea, C.S. Bellavista Perú-Corea y C.S. Néstor Gambeta) a participar en la intervención. La intervención se realizará previa coordinación con cada establecimiento mediante reuniones en grupos hasta intervenir a la población total. Primero, se informará a los participantes sobre el estudio, los que decidan participar llenarán el consentimiento informado y seguidamente se iniciará la intervención con la evaluación de los conocimientos sobre CIT. (Ver Anexo N°3)

Luego, se presentará el prototipo tecnológico y el guion gráfico, otorgándole al participante 60 minutos aproximadamente para informarse sobre CIT. Seguidamente, se pasará a evaluar la usabilidad (efectividad, eficiencia y satisfacción) del prototipo tecnológico. (Ver Anexo N°4) Finalmente, la intervención culminará con la evaluación de los conocimientos de CIT. En un mes post intervención se volverá a aplicar el cuestionario sobre los conocimientos en CIT a toda la población.

Al finalizar la intervención se otorgará a los participantes un refrigerio y obsequio por su colaboración con el estudio.

Plan de análisis

Análisis cualitativo

Las transcripciones de los grupos focales de la fase 1, se analizarán mediante el programa AQUAD 7 (<http://www.aquad.de/es/>), que es un software libre el cual analiza texto, audio, video y gráficos; compatible con Windows; con herramientas para codificar, analizar secuencias y datos exploratorios.

Análisis cuantitativo

El análisis de los resultados de la intervención se procesará en el programa estadístico Stata versión 15. Se realizará un análisis descriptivo para mostrar los resultados de las preguntas del cuestionario de CIT; del mismo modo, para las co-variables. Para comparar los resultados pre-post del cuestionario de conocimientos en CIT se utilizará la prueba de Ji-cuadrado. Para evaluar la relación entre el cuestionario de conocimientos en CIT y las co-variables se utilizará análisis bivariado, según la distribución normal que presente. Se considerará para los análisis un nivel de significancia de $p < 0.05$. Para los resultados cuantitativos de la prueba de usabilidad (efectividad, eficiencia y el cuestionario CSUQ) se expresarán los resultados en medidas de tendencia central (promedio y desviación estándar). Para el análisis del CSUQ con las co-variables cualitativas politómicas y dicotómicas usaremos la prueba ANOVA o Kruskal Wallis, y la prueba t-student, respectivamente; previa evaluación de la distribución normal entre las variables. Para el análisis del CSUQ con la co-variable cuantitativa utilizaremos un análisis de correlación lineal.

Referencias Bibliográficas:

Phantumvanit P, Makino Y, Ogawa H, Rugg-Gunn A, Moynihan P, Petersen PE, et al. WHO Global Consultation on Public Health Intervention against Early Childhood Caries. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. 46(3):280-7.

El Tantawi M, Folayan MO, Mehaina M, Vukovic A, Castillo JL, Gaffar BO, et al. Prevalence and Data Availability of Early Childhood Caries in 193 United Nations Countries, 2007–2017. *Am J Public Health*. 108(8):1066-72.

James SL, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet* ;392(10159):1789-858.

Folayan MO. A Compendium on Oral Health of Children Around the World: Early Childhood Caries. Nova Science Publishers, Incorporated; 2018. 474 p.

Guetterman TC, Fetters MD, Creswell JW. Integrating Quantitative and Qualitative Results in Health Science Mixed Methods Research Through Joint Displays. *The Annals of Family Medicine*. 13(6):554-61.

Azañedo D, Hernández-Vásquez A, Casas-Bendezú M, Gutiérrez C, Agudelo-Suárez AA, Cortés S. Factors determining access to oral health services among children aged less than 12 years in Peru. *F1000Res*. 12 de septiembre de 2017;6.

Aleman Longhi MA, Román Ocampo MA, Stucchi Altamirano CRC. Acceso a información de salud bucal en niños de 0 a 11 años según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar en el Perú en el año 2016 [Tesis Pregrado]. [Perú]: Peruana Cayetano Heredia; 2018

Nelson S, Slusar MB, Albert JM, Riedy CA. Do Baby Teeth Really Matter? Changing Parental Perception and Increasing Dental Care Utilization for Young Children. *Contemp Clin Trials*. 59:13-21.

Braun PA, Widmer-Racich K, Sevick C, Starzyk EJ, Mauritson K, Hambidge SJ. Effectiveness on Early Childhood Caries of an Oral Health Promotion Program for Medical Providers. *American Journal of Public Health*. 107(S1):S97-103.

Ghaffari M, Rakhshanderou S, Ramezankhani A, Buunk-Werkhoven Y a. B, Noroozi M, Armoon B. Are educating and promoting interventions effective in oral health?: A systematic review. *International Journal of Dental Hygiene*. 2018.16(1):48-58.

García-Cuyàs F, de San Pedro M, Martínez Roldan J. [Digital health as a motor for change towards new healthcare models and the relationship between patients and healthcare professionals. Disruption of healthcare processes]. *Med Clin (Barc)*. 2015. 145 Suppl 1:38-42.

Landry KE. Using eHealth to Improve Health Literacy Among the Patient Population. *Creative Nursing*; Minneapolis. 2015;21(1):53-7.

Wu J, Guo S, Huang H, Liu W, Xiang Y. Information and Communications Technologies for Sustainable Development Goals: State-of-the-Art, Needs and Perspectives. *IEEE Communications Surveys Tutorials*. 2018;20(3):2389-406.

Yu Y, Yan X, Zhang X, Zhou S. What They Gain Depends on What They Do: An Exploratory Empirical Research on Effective Use of Mobile Healthcare Applications. En 2019.

Paglialonga A, Lugo A, Santoro E. An overview on the emerging area of identification, characterization, and assessment of health apps. *J Biomed Inform*. julio de 2018; 83:97-102.

Diresa Callao - Estadística:: [Internet]. [citado 14 de marzo de 2019]. Disponible en: http://www.diresacallao.gob.pe/wdiresa/_estadistica_atenciones.php

Pesaressi E, Villena RS, van der Sanden WJ, Mulder J, Frencken JE. Barriers to adopting and implementing an oral health programme for managing early childhood caries through primary health care providers in Lima, Peru. *BMC Oral Health*. 6 de marzo de 2014;14:17.

E González, Pérez-Hinojosa S, Alarcón J., Peñalver M. [Knowledge of Andalusian pediatricians and parents about early-onset tooth decay]. *An Pediatr (Barc)*. enero de 2015;82(1).

Díaz Sánchez DA, Paredes Quiroz CM. Conocimientos sobre caries de infancia temprana en personal de salud del primer nivel de atención, Cajamarca-Perú-2017 [Internet] [Tesis Pregrado]. [Perú]: Peruana Cayetano Heredia; 2018.

Lewis JR. Measuring Perceived Usability: The CSUQ, SUS, and UMUX. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 2 de diciembre de 2018;34(12):1148-56.

Aguilar MIH, González A de la G, Miranda MPS, Villegas AAG. Adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ / Spanish language adaptation of the Computer Systems Usability Questionnaire CSUQ. *RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*. 14 de enero de 2016;4(8):84-99.

Anexos

Anexo N.º 1

Operacionalización de variables VARIABLE DEPENDIENTE CUALITATIVA

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN
Contexto de uso para los conocimientos en CIT	Perspectiva de los usuarios sobre las limitaciones para conocer sobre CIT	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia de la Salud Bucal • Responsabilidad percibida • Intención de dar consejos • Formación • Normas sociales • Experiencia en ver lesiones cariosas • Conocimientos sobre prevención de caries
Requerimientos del usuario	Opinión de los usuarios finales sobre los requerimientos sobre el contenido temático y la tecnología de preferencia	Contenido Temático sobre la CIT: <ul style="list-style-type: none"> • Definición • Detección de CIT • Practicas preventivas Prototipo tecnológico: <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología preferida para informarse • Diseño de presentación (texto, imagen, video) • Con o sin necesidad de internet

VARIABLE PRINCIPAL DEPENDIENTE

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	TIPO Y ESCALA	VALOR
Conocimientos sobre CIT Medición del nivel de conocimientos	Medición del nivel de conocimientos acerca CIT	<ul style="list-style-type: none"> • Etiología de CIT • Diagnóstico 	Cualitativa/ Nominal	Inadecuado = 0 respuestas correctas Medio = 1 respuesta correcta Adecuado = 2 respuestas correctas Inadecuado = 0 respuestas correctas Medio = 1 respuesta correcta Adecuado = 2 respuestas correctas
		<ul style="list-style-type: none"> • Prevención • Tratamiento 		Inadecuado = 0 respuestas correctas Medio = 1 respuesta correcta Adecuado = 2 respuestas correctas Inadecuado = 0 respuestas correctas Medio = 1 respuesta correcta Adecuado = 2 respuestas correctas

VARIABLE PRINCIPAL DEPENDIENTE

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO Y ESCALA	VALOR
Prueba de Usabilidad	Eficiencia	Refleja el tiempo empleado para el uso de la tecnología	Tiempo empleado	Cuantitativa/ Razón	En minutos
	Efectividad	Refleja el número de errores cometidos por el usuario durante el uso de la tecnología	Número de errores	Cuantitativa/ Razón	Número entero
	Satisfacción	Evalúa la satisfacción del uso tecnológico mediante un cuestionario de Usabilidad	Cuestionario de Usabilidad del Sistema Informático (CSUQ)	Cuantitativo	Escala de Likert 1-7

COVARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO Y ESCALA	VALOR
Edad	Edad en años al momento de la encuesta según documento de identidad	Edad	Cuantitativa/ Numérica continua	Resultado en años
Género	Sexo según documento de identidad	Género	Cualitativa/ Dicotómica	1. Hombre 2. Mujer
Per de salud	Descripción del proveedor de salud correspondiente a profesionales o técnicos en salud	Proveedor de salud	Cualitativa/ Nominal	Médico general Enfermera Obstetra Odontólogo general Nutricionista Psicólogo Asistente social Técnico y/o auxiliar en enfermería
Tiempo laborando en el establecimiento de salud	Registro del tiempo desde que ingreso a laborar al establecimiento de salud hasta el día de la intervención	Tiempo de servicio	Cualitativa/ Intervalo	0 a 4 5 a 9 > 10 años
Condición laboral	Registro de la condición laboral del proveedor de salud al momento de la intervención	Condición laboral	Cualitativa/ Dicotómica	Contratado Nombrado

ANEXO N.º 2

Guía de Grupo Focal

Barreras y requerimientos para informarse en caries dental en niños según los proveedores de salud

Objetivo: Conocer la opinión de los proveedores de salud sobre las barreras y requerimientos para informarse en caries dental en niños.

INTRODUCCIÓN (5 min) Pasos a seguir por moderador:

1. Bienvenida al grupo.
2. Explicar el objetivo del grupo focal y por qué son importantes para el estudio: “El objetivo de la reunión es conocer sobre las barreras y requerimientos que en tu opinión se presentan para que los proveedores de salud se informen en caries dental en niños.”
3. Explicar al grupo que deben mantener la confidencialidad de sus opiniones y las opiniones de los demás. De igual modo, la confidencialidad del consentimiento informado, grabación de voz y uso de seudónimos.
4. Explicar la metodología de trabajo y mencionar las reglas de la discusión:
 - a) Todos pueden participar.
 - b) Todas las ideas y respuestas son válidas.
 - c) Cada persona debe escuchar y respetar la opinión de las demás personas.
 - d) Nadie gana ni pierde en el grupo.
 - e) No hay respuestas malas ni buenas.
 - f) Si algún participante se siente incómodo con alguna pregunta o simplemente no desea opinar, es libre de NO contestar.
5. Explicar que al finalizar se le brindará un refrigerio y un obsequio por su tiempo.
6. Explicar que si algún participante tiene alguna duda, se sirva comunicarlo.

PRESENTACIÓN DE CADA UNO DE LOS PARTICIPANTES (10 min):

Cada participante indicará su nombre y/o seudónimo. Mencione cuál es su cargo laboral en el establecimiento de salud, edad, años de experiencia laboral y si es nombrado o CAS.

“Casi todos los niños peruanos presentan caries dental; por ello, es importante que los proveedores de salud estén informados en caries dental en niños”

Se hablará sobre las barreras que consideras que son limitantes para que te informes en caries dental en niños. (20 min)

1. En su opinión, la salud bucal es importante. ¿Por qué?
2. ¿Es importante cuidar los dientes primarios (o de leche)? ¿Por qué?
3. ¿Los dientes primarios son necesarios para la salud de la dentadura permanente? ¿Es aceptable la caries en los dientes de leche porque serán reemplazados por los dientes permanentes?
4. ¿Ingerir alimentos con azúcar varias veces al día es dañino para los dientes de leche? ¿Por qué?
5. ¿Ver la boca o los dientes de los niños es una de sus actividades en la atención de salud? o ¿Si trabaja en el Programa “Crecimiento y Desarrollo” del MINSA realiza esta actividad? ¿Con qué frecuencia?
6. ¿Qué acciones son necesarias en salud bucal para controlar las caries en los niños? ¿Qué proveedores de salud deben estar involucrados en este objetivo?
7. ¿En el centro de salud es común ver a niños con dientes cariados?
8. Han visto niños con dientes de leche cariados. ¿Qué acciones han tomado?
9. ¿Cómo proveedor de salud, sería capaz de reconocer dientes (severamente) cariados en los niños? ¿Dónde y cómo aprendió a detectar caries?
10. ¿Usted participaría en un curso de capacitación sobre prevención y diagnóstico de caries para niños? ¿Lo cree necesario?

11. ¿Usted realizaría un examen oral en los niños en el centro de salud después de haber recibido capacitación para ello?
12. ¿Cómo revisaría la boca de los niños? o ¿Miraría en la boca de los niños solo si tuviera los instrumentos adecuados para realizar la tarea?
13. ¿Usted orientaría a los padres y/o cuidadores sobre la salud bucal de sus hijos? o ¿Es necesario que el dentista del centro de salud este de acuerdo y/o necesita también la aprobación del Director del centro de Salud?
14. ¿Usted asesoraría a las madres sobre los hábitos para la buena salud oral de sus hijos? ¿sólo si tuviera el tiempo suficiente para ello?
15. ¿Cree que usted puede contribuir a mejorar la salud bucal de los niños mediante la realización de un examen oral?
16. Después de recibir una capacitación adecuada, ¿Cambiaría su trabajo rutinario en las atenciones de salud con los niños e incluiré inspecciones orales a los infantes?
17. ¿Los tratamientos y cuidados de salud bucal deben ser realizados exclusivamente por el dentista?
18. En su opinión, ¿La lactancia materna debe ser exclusiva hasta los 6 meses de edad?
19. ¿La leche, si no se elimina completamente de la boca, podría ocasionar caries? o ¿Es necesario que hayan dientes para que se presente la caries?
20. ¿Usted recomienda el uso del biberón desde el sexto mes de vida? ¿Recomienda endulzar la leche del biberón con azúcar?
21. ¿Que el niño duerma con el biberón es una costumbre común entre las familias que asisten al centro? ¿Dormir con el biberón puede dañar la salud oral del niño?
22. ¿Cuándo debe ser la primera visita al dentista? o ¿Es necesario que aparezca el primer diente?
23. En su opinión, ¿Consumir alimentos azucarados varias veces al día es común en los niños del centro de salud?
24. Durante el trabajo de rutina, ¿Vio a niños que sufrían de dolor de dientes?
25. Durante el trabajo de rutina, ¿Vio a madres jóvenes con dientes cariados?
26. ¿Conocen alguna normativa o guía de práctica clínica nacional para la prevención de caries dental en niños?

Se hablará sobre los requerimientos que consideras necesarios para que te informes en caries dental en niños. (20 min)

1. ¿Qué información sobre caries dental en niños consideras necesaria? ¿La definición, etiología, riesgos, detección de caries y/o prevención?
2. ¿Crees que necesitas aprender sobre los cuidados para prevenir la caries dental en niños? ¿Cómo la frecuencia de cepillado dental, el uso de pasta dental o la aplicación de flúor?
3. ¿Qué más te gustaría saber sobre la caries dental en niños?
4. ¿Desearías que toda la información este referenciada bajo evidencias científicas?
5. ¿Cómo le gustaría visualizar la información? ¿Mediante textos, imágenes, o videos? ¿Mediante categorías o toda la información junta?
6. ¿Qué medio tecnológico utilizan con frecuencia para informarse? ¿Celular o computadora u otros?
7. ¿Dónde buscas información sobre salud bucal: Internet, página web, aplicativo móvil, videos en YouTube, noticias publicadas en internet, Facebook, Instagram u otro?
8. ¿En qué tecnología te gustaría tener la información sobre caries dental en niños: página web, aplicativo móvil, videos en YouTube, noticias en internet, Facebook, Instagram, mensajes recordatorios, chatbot? ¿Tendría problemas si la tecnología necesita internet para funcionar?

CONCLUSION (5 min):

La información brindada será de mucha ayuda para conocer las barreras y requerimientos que se presentan para que los proveedores de salud se informen en caries dental en niños.

Antes de finalizar:

¿Creen ustedes que hay alguna otra barrera que sea importante para que se informe en caries dental en niños?

¿Creen ustedes que hay algún otro requerimiento que sea importante para que se informe en caries dental en niños?

¡Muchas gracias por su colaboración y su tiempo!

ANEXO N.º 3

CUESTIONARIO DE CONOCIMIENTOS SOBRE CARIES DE INFANCIA TEMPRANA PARA PROVEEDORES DE SALUD

CODIGO:

DATOS GENERALES.

EDAD: _____ años

Sexo: () M () F

Fecha: ____ / ____ / ____

ESTABLECIMIENTO DE SALUD: _____

PROFESIÓN: _____ AÑOS DE SERVICIO: _____

CONDICIÓN LABORAL: CONTRATADO () NOMBRADO ()

1. ¿A qué edad cree que los niños deben tener su primera visita al dentista?

- a) Antes del año
- b) Al año
- c) A los 2 años
- d) No sabe/no contesta

2. La caries de infancia temprana se presenta en niños:

- a) Menores de 3 años
- b) Menores de 6 años
- c) Menores de 12 años
- d) No sabe/no responde

3. En niños con alto riesgo de caries las revisiones odontológicas deberían ser:

- a) Cada 2 meses
- b) Cada 6 o 12 meses
- c) Cada 24 meses
- d) No sabe/no contesta

4. ¿A partir de qué edad hay que cepillarle los dientes al niño?

- a) Desde que tiene dientes en la boca
- b) Desde que pueda cepillárselos él solo
- c) No sabe/no contesta

5. ¿Por la noche disminuye la producción de saliva y, por lo tanto, los dientes están más desprotegidos contra la caries?

- a) Verdadero
- b) Falso
- c) No sabe/no contesta

6. ¿Desde qué edad cree que se pueden producir caries en el niño?

- a) Antes de los 2 años
- b) A partir de los 2 años
- c) A partir de los 4 años
- d) No sabe/no contesta

7. La pérdida de los dientes de leche de forma prematura tiene efectos negativos sobre los dientes definitivos.

- a) Verdadero
- b) Falso
- c) No sabe/no contesta

8. ¿Cree que un niño menor de 6 años puede perder la mayoría de los dientes debido a un proceso de caries?

- a) Verdadero
- b) Falso
- c) No sabe/no contesta

9. ¿En los niños el dormir lactando y no cepillarle los dientes puede favorecer la aparición de caries?

- a) Verdadero
- b) Falso
- c) No sabe/no contesta

10. El uso frecuente del biberón con leche azucarada favorece la aparición de caries a temprana edad.

- a) Verdadero
- b) Falso
- c) No sabe/no contesta

11. ¿El uso frecuente y prolongado del biberón con infusiones azucaradas, zumos envasados o naturales azucarados es perjudicial para los dientes de los niños?

- a) Verdadero
- b) Falso
- c) No sabe/no contesta

12. ¿El uso del chupón endulzado con azúcar, miel o zumos, sobre todo por la noche, es perjudicial para los dientes?

- a) Verdadero
- b) Falso
- c) No sabe/no contesta

13. Las caries en los dientes de leche deben recibir tratamiento odontológico

- a) Verdadero
- b) Falso
- c) No sabe/no contesta

14. El tratamiento odontológico de sellado de fosas y fisuras previene la caries en los dientes.

- a) Verdadero
- b) Falso
- c) No sabe/no contesta

15. ¿Cree que se pueden poner prótesis dentales en niños de 4 años que han perdido parte o toda su dentición temporal por un proceso de caries?

- a) Verdadero
- b) Falso
- c) No sabe/no contesta

16. ¿Considera necesario que la pasta dental empleada en niños menores de 6 años tenga Flúor en su composición?

- a) Si
- b) No
- c) No sabe/no contesta

ANEXO N.º 4

CODIGO:

Prueba de Usabilidad (Efectividad, eficiencia y satisfacción)

Datos Generales:

1. Tipo de usuario:

() Proveedor de salud _____ () Profesional experto: _____

Eficiencia y Efectividad del Prototipo Tecnológico

	Tiempo empleado (en segundos)	Número de errores
Ingresar al medio tecnológico		
Encontrar el contenido requerido (Definición)		
Encontrar el contenido requerido (Reconocer la caries dental en niños)		
Encontrar el contenido requerido (Prevención de caries dental en niños)		

Cuestionario de Satisfacción (CSUQ)

Valore con los números del 1 al 7, donde 1 es totalmente en desacuerdo y 7 totalmente de acuerdo

(Marque con una X su valoración)

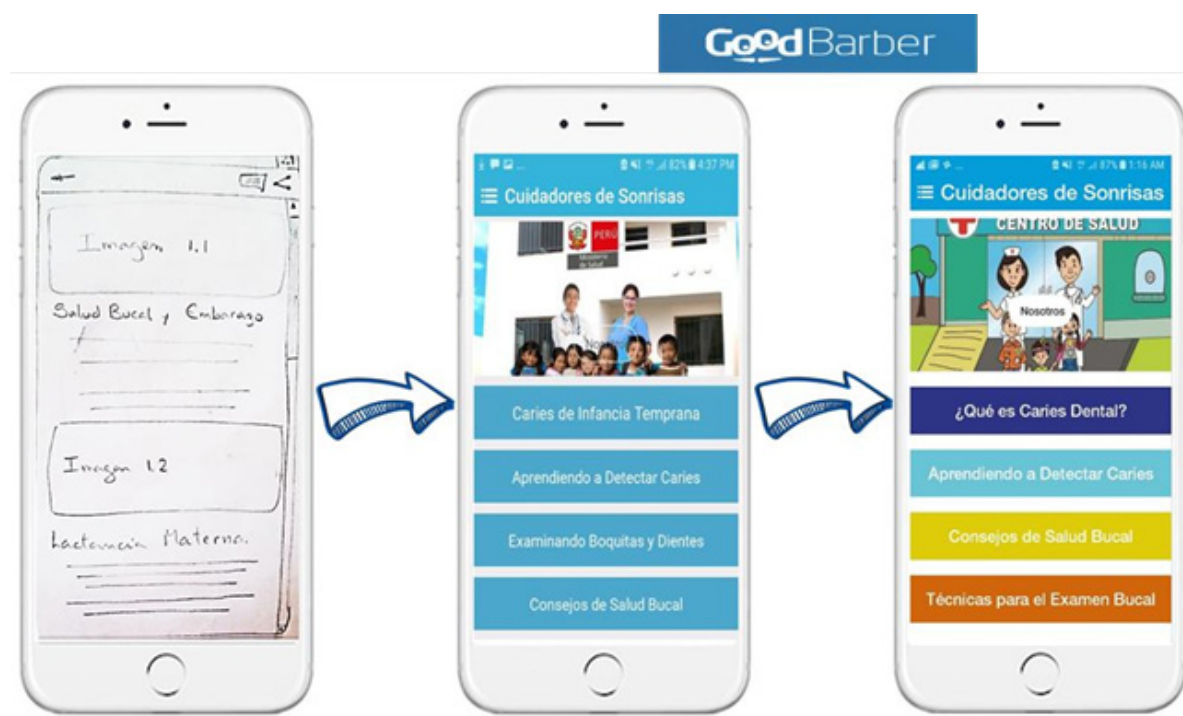
	1	2	3	4	5	6	7
1. En general, estoy muy satisfecho con lo fácil que es utilizar esta tecnología.							
2. Fue simple de usar esta tecnología.							
3. Soy capaz de comprender mejor y rápidamente la información de caries dental en niños con esta herramienta tecnológica.							
4. Me siento cómodo utilizando esta tecnología.							
5. Fue fácil aprender a utilizar esta tecnología.							
6. Creo que me volví experto utilizando esta tecnología.							
7. Esta herramienta tecnológica muestra mensajes de error que me dicen claramente cómo resolver los problemas							
8. Cada vez que cometo un error utilizando esta herramienta tecnológica, lo resuelvo fácil y rápidamente.							
9. La información que provee esta herramienta tecnológica es clara.							
10. Es fácil encontrar en esta herramienta tecnológica la información que necesito.							
11. La información que proporciona esta herramienta tecnológica fue efectiva brindándome la información que necesitaba.							
12. La organización de la información en esta herramienta tecnológica en la pantalla fue clara.							
13. La interfaz de esta herramienta tecnológica fue placentera.							
14. Me gusta utilizar esta herramienta tecnológica.							
15. Esta herramienta tecnológica tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera.							
16. En general, estuve satisfecho con esta herramienta tecnológica.							

Sugerencias o recomendaciones adicionales:

Firma: _____

Fecha: ___/___/___

ANEXO N.º 5



Evolución del prototipo tecnológico móvil



Arquitectura del prototipo final

MiGuíaDent: Acompañamiento Digital Odontológico

*Autores: Mag. CD. Gaby Tasayco Torbisco
Zaruymi Mendoza Tenorio*

En la práctica odontológica, uno de los principales desafíos tras la atención clínica es garantizar que el paciente cumpla adecuadamente con las indicaciones postoperatorias o de cuidado posterior al tratamiento. Diversos estudios evidencian que la falta de seguimiento y asesoramiento posterior puede generar complicaciones, retrasar la recuperación o disminuir la efectividad del tratamiento odontológico.

Frente a ello, la integración de herramientas tecnológicas en la atención odontológica representa una oportunidad significativa para optimizar la comunicación entre el profesional y el paciente, promoviendo la adherencia a las recomendaciones.

La presente propuesta se basa en la creación de una solución digital basada en la necesidad de nuestra población sobre información y asesoramiento claro y preciso sobre las indicaciones posteriores al tratamiento odontológico.

Justificación e impacto esperado

En la atención odontológica actual, uno de los mayores desafíos radica en mantener la adherencia del paciente a las indicaciones postoperatorias. La falta de seguimiento y el escaso acceso a información confiable después del tratamiento pueden derivar en complicaciones, insatisfacción del paciente y menor efectividad terapéutica.

Frente a esta problemática, el desarrollo del prototipo tecnológico MiGuíaDent se presenta como una solución innovadora y centrada en el usuario, orientada a mejorar la experiencia postratamiento y fortalecer la relación odontólogo-paciente mediante el uso de tecnología accesible y educativa.

Este proyecto integra los principios del diseño centrado en el usuario (DCU) y la transformación digital en salud, proponiendo un modelo de asesoramiento automatizado que ofrece recomendaciones personalizadas, recordatorios inteligentes y orientación continua. Al hacerlo, promueve la autonomía del paciente, reduce las consultas innecesarias y fomenta la educación en salud bucal.

MiGuíaDent permitirá incrementar la adherencia a los cuidados postoperatorios, la disminución de complicaciones leves y la mejora en la satisfacción del usuario, evidenciando el potencial del prototipo para optimizar la calidad del cuidado odontológico y modernizar los procesos de atención.

En un contexto en el que la salud digital cobra creciente relevancia, MiGuíaDent se posiciona como una propuesta de innovación con impacto clínico, social y educativo, capaz de integrarse fácilmente a la práctica odontológica y contribuir a una atención más eficiente, humana y tecnológica.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un prototipo tecnológico funcional que brinde asesoramiento automatizado a pacientes posterior a sus tratamientos odontológicos, con el fin de mejorar la adherencia a las indicaciones postoperatorias y prevenir complicaciones.

Objetivos específicos

- Identificar las necesidades de los pacientes posterior al tratamiento odontológico
- Determinar las indicaciones básicas que conlleva cada tratamiento
- Diseñar una interfaz digital intuitiva que permita al paciente acceder fácilmente a recomendaciones específicas según el tipo de tratamiento recibido.
- Validar la funcionalidad y usabilidad del prototipo mediante prueba piloto.

Descripción técnica de la propuesta

El prototipo desarrollado consiste en un prototipo móvil interactivo que permite la interacción postratamiento entre el paciente y el sistema odontológico de asesoramiento digital MiGuíaDent.

Componentes principales:

- Interfaz de usuario (UI):

Diseñada con criterios de usabilidad y accesibilidad, presenta menús simples, íconos gráficos y secciones específicas para cada tipo de tratamiento odontológico. El paciente puede seleccionar su procedimiento y acceder a recomendaciones escritas y pautas de autocuidado.

- Base de datos clínica:

Contiene información estructurada sobre los tratamientos odontológicos más frecuentes y sus respectivas indicaciones postoperatorias. Está desarrollado en un entorno digital de diseño y creación de prototipos enfocado en el diseño de interfaz de usuario.

- Módulo de asesoramiento automatizado:

Utiliza la lógica condicional básica para brindar respuestas según los días posteriores a cada tratamiento.

Etapas de desarrollo o implementación

El desarrollo del prototipo tecnológico MiGuíaDent se basó en la metodología Design Thinking, la cual promueve la creación de soluciones tecnológicas centradas en las necesidades reales de los usuarios.

Este enfoque permitió diseñar una herramienta funcional, empática y viable que responda a los desafíos de comunicación y adherencia postratamiento en la atención odontológica.

Esta metodología sigue las siguientes etapas:

1. Empatizar: Comprender las necesidades del usuario

En esta primera etapa, el objetivo fue profundizar en la experiencia del paciente odontológico luego de recibir un tratamiento clínico, así como en la perspectiva del profesional.

Actividades desarrolladas:

- Observación en consultorios para identificar los canales y limitaciones en la comunicación postoperatoria.
- Entrevistas semiestructuradas a pacientes que han recibido tratamientos odontológicos habituales (profilaxis, obturaciones, exodoncias simples).
- Creación del user persona: que permitirá comprender mejor al público objetivo.
Principales hallazgos:
- Muchos pacientes olvidan o confunden las indicaciones postratamiento.
- No existe un mecanismo de retroalimentación o asesoramiento continuo tras la cita.

Estos hallazgos permitieron definir las necesidades reales y emocionales de los usuarios: seguridad, orientación, acompañamiento y confianza.

2. Definir: Delimitación de la necesidad real del usuario

Con base en la información obtenida se estableció los momentos de la experiencia del usuario, esto permitió identificar los puntos de dolor y encontrar la necesidad real del usuario.

“Los pacientes odontológicos necesitan una herramienta accesible que les brinde orientación clara y personalizada después de sus tratamientos, para mejorar su adherencia a las indicaciones y prevenir complicaciones postoperatorias.”

Esta necesidad permitió buscar ideas de solución usando la siguiente pregunta:

¿Cómo podríamos mejorar la adherencia de los pacientes a las indicaciones post tratamiento para prevenir las complicaciones?

3. Ideación: Generación de soluciones creativas

Durante esta fase se promovió la creatividad y co-creación entre los estudiantes de odontología del curso de tecnologías biomédicas, liderado por la docente del curso.

Estrategias empleadas:

- Lluvia de ideas (brainstorming) enfocada en cómo mejorar la experiencia del paciente.
- Priorización de ideas mediante la matriz de priorización.
- Mapa de concepto.

4. Prototipado: Construcción del modelo funcional

En esta etapa se desarrolló un prototipo tecnológico funcional que materializó las ideas seleccionadas.

El diseño se centra en la interfaz intuitiva y la experiencia del usuario (UX) .

Características principales del prototipo:

- Interfaz móvil (Mockitt).
- Módulos según el tipo de tratamiento (profilaxis, obturación, exodoncia).
- Chatbot con asesoramiento automatizado según síntomas o consultas. Herramientas utilizadas:
- Diseño centrado en el usuario
- Desarrollo: Mockitt

El prototipo permitió visualizar el flujo de interacción y validar la facilidad de uso.

5. Evaluar: Validación del prototipo

La fase final se centra en evaluar la usabilidad, funcionalidad y aceptación del prototipo con usuarios reales.

Actividades de validación:

- Pruebas piloto con pacientes reales.
- Encuestas de satisfacción sobre claridad, utilidad y facilidad de uso.

Resultados:

- El 92% de los usuarios consideran que el sistema mejoró su comprensión de las indicaciones postratamiento.
- El 87% destacó la facilidad de uso e interacción intuitiva.

La aplicación del enfoque Design Thinking permitió que el desarrollo del prototipo MiGuíaDent se base en la empatía, co-creación y validación constante con los usuarios finales.

El resultado es una solución tecnológica innovadora, funcional y centrada en el paciente, que contribuye significativamente a la mejora del seguimiento postratamiento y la comunicación en la atención odontológica.

Tecnologías utilizadas

- Diseño centrado en el usuario
- Mockitt

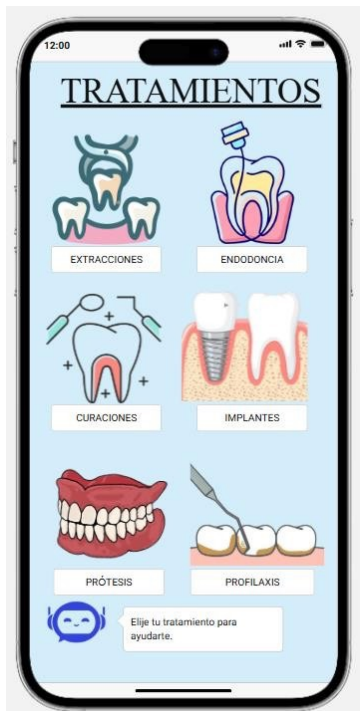
Anexos técnicos, capturas, esquemas o evidencias gráficas

Presentación de la funcionalidad de MiGuíaDent

Pantalla 1



Pantalla 2



Pantalla 3



Inmersión en Odontología Digital: Protocolo Docente Gamificado para Competencias Clínicas 3D

*Autores: César Augusto Padilla Avalos
Kelly Ruth Pilco Vilca
Brenda María Zapata Cedrón*

La educación odontológica contemporánea enfrenta el desafío de preparar profesionales capaces de integrar la precisión digital y el pensamiento analítico en su práctica clínica cotidiana. En ese contexto, este proyecto propone el Protocolo de Inmersión en Odontología Digital, una estrategia docente que combina el uso de tecnología tridimensional, análisis metrológico y gamificación para fortalecer las competencias digitales de los estudiantes de Estomatología.

El protocolo reproduce el flujo digital clínico en cinco fases secuenciales y progresivas. En primer lugar, se realiza el escaneo maestro con un escáner de laboratorio de alta precisión, que sirve como modelo de referencia. Luego, los estudiantes ejecutan el escaneo intraoral de una maqueta clínica, lo que permite comparar la exactitud de sus registros con el patrón maestro. Posteriormente, los archivos STL son alineados mediante registro digital, y se efectúa un análisis metrológico con el software Geomagic Control X, aplicando métricas objetivas como el Root Mean Square (RMS), la desviación media y los mapas de calor tridimensionales. Finalmente, los resultados son discutidos con acompañamiento docente, en un proceso de retroalimentación que promueve el aprendizaje reflexivo y la autovaloración del desempeño.

La propuesta se complementa con un módulo de gamificación formativa que introduce dinámicas de retos y evaluación, transformando la práctica clínica en una experiencia motivadora, colaborativa y orientada a la mejora continua.

El impacto esperado es múltiple: moderniza el currículo odontológico, fortalece la alfabetización digital basada en evidencia cuantitativa, fomenta la autonomía y la autoevaluación del estudiante, y establece un modelo de formación replicable en otras instituciones del país. Además, su pertinencia se alinea con la Ley N.º 31814, que impulsa la transformación digital e inteligencia artificial responsable, y con el ODS 4 sobre educación de calidad, consolidando un modelo pedagógico innovador, ético y sostenible.

Justificación e Impacto Esperado

La transformación digital en odontología avanza con rapidez, pero la educación superior peruana aún enfrenta brechas en la integración de flujos CAD/CAM, escáneres intraorales y software de análisis metrológico. La formación sigue siendo fragmentada, con talleres demostrativos que no garantizan competencias verificables ni evaluación objetiva. Este proyecto cierra esa brecha formativa mediante un modelo docente activo, replicable y tecnológicamente autosuficiente.

El protocolo integra la captura, alineación y verificación cuantitativa mediante indicadores como el RMS y los mapas de calor a través del Software Geomagic Control X dentro del proceso de aprendizaje clínico, permitiendo que el estudiante comprenda y evalúe su propio nivel de precisión digital. A su vez, promueve el pensamiento crítico y la trazabilidad digital, articulando de manera coherente los componentes académico, clínico y tecnológico de la formación odontológica. Asimismo, incorpora una estrategia de gamificación formativa que convierte la evaluación en una experiencia motivadora, disminuye la ansiedad asociada al rendimiento y estimula la práctica deliberada orientada a la mejora continua. Finalmente, aprovecha la infraestructura institucional existente, lo que garantiza la viabilidad del proyecto, su sostenibilidad a largo plazo y su potencial de réplica en otras facultades de odontología del país.

Impactos esperados:

- Académico: actualización curricular con competencias digitales 3D y evaluación objetiva basada en métricas de precisión.
- Clínico: mejora de la calidad operatoria, reducción de errores y estandarización de resultados.
- Social: equidad tecnológica y fortalecimiento de la empleabilidad profesional.
- Nacional: posicionamiento del Perú como referente en educación odontológica digital alineada con la Ley N.º 31814.

Objetivos

Objetivos general

Implementar un protocolo docente de inmersión digital que desarrolle competencias técnicas, analíticas y profesionales en estudiantes de Estomatología mediante escaneo 3D y análisis metrológico en Geomagic Control X.

Objetivos específicos

- Capacitar a los estudiantes en adquisición de datos tridimensionales con escáneres digitales calibrados.
- Estandarizar la comparación geométrica entre escaneo maestro y escaneo directo.
- Aplicar herramientas de análisis metrológico en Geomagic Control X para evaluar precisión y reproducibilidad.
- Medir el desempeño mediante indicadores objetivos (RMS, desviación media, tiempo de ejecución).

-
- Incorporar dinámicas de gamificación que fomenten la autorregulación, la motivación y el aprendizaje significativo.

Descripción Técnica del Protocolo

El protocolo se estructura en cinco etapas integradas:

- Escaneo de referencia (laboratorio): calibración óptica diaria y obtención del modelo maestro con trazabilidad controlada.
- Escaneos directos (simulación clínica): adquisición de modelos intraorales en condiciones controladas de ángulo, distancia y secuencia.
- Alineación y comparación digital: registro maestro–directo mediante el método Best Fit en Geomagic Control X.
- Análisis metrológico: cálculo del RMS, desviación media y generación de mapas de calor tridimensionales.
- Interpretación y retroalimentación: evaluación mediante rúbricas, análisis individual y propuestas de mejora continua.

Etapas de desarrollo o implementación

El proyecto se desarrollará en cinco fases consecutivas y medibles. Primero, se realizará la inducción teórica sobre flujo digital, calibración y métricas (4 semanas), a cargo de la coordinación docente, con la entrega de sílabos y rúbricas de evaluación. En segundo lugar, se llevará a cabo el entrenamiento práctico en escaneo de referencia y directo (4 semanas), supervisado por los docentes, donde los estudiantes obtendrán y validarán sus archivos STL.

En la tercera fase, el equipo investigador ejecutará la alineación y preparación de modelos en Geomagic Control X (4 semanas), generando paquetes listos para el análisis comparativo.

En la cuarta fase, se desarrollará la validación metrológica, cuantificando datos de comparación (4 semanas), con informes individuales por estudiante. Finalmente, se efectuará la fase de cierre y difusión de resultados (1 semana), coordinada por la unidad de innovación, que incluirá la elaboración de un reporte técnico, las lecciones aprendidas y la producción de material docente digital para su réplica institucional.

Tecnologías utilizadas

- Escáner de laboratorio (precisión $\pm 10 \mu\text{m}$).
- Escáner intraoral de alta resolución calibrado.
- Software metrológico Geomagic Control X para análisis de precisión tridimensional.
- Estaciones de trabajo con GPU y almacenamiento seguro en red institucional.

Conclusión:

Esta herramienta gamificada sitúa al estudiante como protagonista del proceso digital, favoreciendo la autorregulación del aprendizaje mediante el ensayo–error guiado e

integrando teoría y práctica en un entorno motivador. Desarrolla competencias de análisis crítico, precisión operativa y metrología aplicada, promoviendo una cultura de autoexigencia, colaboración y mejora continua en la formación odontológica digital.

Sustento bibliográfico o normativo

Ley N.º 31814, Ley que promueve el uso de la inteligencia artificial en favor del desarrollo económico y social del país. Congreso de la República; 2023, 05 de julio. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/congreso-de-la-republica/normas-legales/4565760-31814>

Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible: Educación de calidad (ODS 4). Nueva York: Organización de las Naciones Unidas; 2015. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education>

Moradi S, Fateh MS, Movahed E, et al. The prevalence of depression, anxiety, and sleep disorder among dental students: A systematic review and meta-analysis. *J Dent Educ.* 2024;88:900–909. doi:10.1002/jdd.13506.

González Oneto H, Moreno Yáñez Y, D'Andrea Pincheira M. Realidad virtual inmersiva como complemento en la educación odontológica: un proceso de implementación para la docencia. *Educ Médica.* 2024;25(5):100931. doi: 10.1016/j.edumed.2024.100931

Dai Q, Davis R, Hong H, Gu Y. A comparative pilot study of computer-based evaluation software versus traditional evaluation in preclinical operative procedures. *J Dent Educ.* 2025;89(9):1395–402. doi 10.1002/jdd.13858

Bahadir HS, Keskin NB, Çakmak EŞK, Güneç G, Cesur Aydin K, Sari SK. Comparison of diagnoses made by dentistry students and by artificial intelligence dentists. *J Dent Educ.* 2025;89(7):1165–73. doi: 10.1002/jdd.13810.

Luo B, Wei Z, Li X, Yin Y, Linghu J, Wang Y, et al. Progress of a novel dentistry teaching model based on the combination of virtual reality and artificial intelligence. *J Dent Educ.* 2025;0:1–?. doi:10.1002/jdd.70025.

Eldahmy LS, Sabet ME, Rizk FN, Abdallah HT, et al. Evaluation of non-dental open source software in comparison to dental software in construction of digitally designed partial dentures frameworks. *Sci Rep.* 2025;15:27501. doi:10.1038/s41598-025-12403-x

Shetty S, Errichetti A, Narasimhan S, Al-Daghestani H, Shetty G. The use of virtual reality and haptics in the training of students in restorative dentistry procedures: a systematic review. *Korean J Med Educ.* 2025 ;37(2):203-217. doi:10.3946/kjme.2025.335

Poly A, Harness C, Vu E, Biradar A, Buie CA, Burnett JE, Schweitzer JL. Integrating digital technology in endodontic education: a randomized controlled trial evaluating student self-assessment and perspectives. *J Dent Educ.* 2025 Aug;89(8):1294–1302. doi:10.1002/jdd.13821.

Guo H, Cai H, Ke J, Meng Q, Zhang S, Fang W. Integration of virtual simulation software in preclinical teaching in temporomandibular joint surgery: improving learning outcomes. *J Dent Educ.* 2025;0:1–7. doi:10.1002/jdd.70006.

Chen J, Wang Q, Shi W, et al. Trends in dental education: a bibliometric analysis from 2014 to 2023. *J Dent Educ.* 2025;0:1–8. doi:010.1002/jdd.70009.

Piglioni SS, Lo Presti AC. Adapting dental education for the Gen Z: an overview of active learning strategies. *J Dent Educ.* 2025 Jul 29. doi:10.1002/jdd.13997

Veerasamy A, Ghuloum F, Lo Y, van Vuuren WJ. Digital removable denture workflows in dental education: A systematic review and curriculum development exploration. *Eur J Dent Educ.* 2025. doi: doi.org/10.1111/eje.70001

Wang X, Wan Z, Feng X, Zhu Z. Perceptions of a digital dental technology curriculum: A qualitative study of dental technology students. *Eur J Dent Educ.* 2025;29(2):228–35. doi: 10.1111/eje.13049

Anexos Técnicos

Anexo 1. Herramienta Gamificada “Desafío Digital – Escanea, Analiza y Evalúa”
INSTRUCCIONES

Grupos de estudiantes de Estomatología. Duración total: 60 minutos.

Recursos: escáner intraoral calibrado, escáner de laboratorio, modelos clínicos, computadoras con Geomagic Control X, cronómetro y tarjetas de retos teóricos.

Fase 1 – Escaneo de referencia:

El docente realiza una demostración del escaneo maestro con escáner de laboratorio, generando el modelo digital base para la comparación.

Fase 2 – Escaneo competitivo:

Cada equipo ejecuta el escaneo intraoral de su maqueta durante un tiempo limitado (3 minutos con música). No se permiten pausas ni repeticiones. El objetivo es obtener el modelo más completo y preciso posible.

Fase 3 – Desafío de precisión:

Los equipos importan sus archivos STL en Geomagic Control X, comparan con el modelo maestro y calculan su RMS. Cada grupo analiza sus errores, identifica zonas críticas y ajusta su estrategia de escaneo. Pueden repetir hasta tres intentos, evaluando su progreso a través de la mejora en sus valores RMS.

Fase 4 – Autoevaluación

Los grupos presentan su avance mostrando su RMS inicial y final, las estrategias de mejora y reflexiones sobre aprendizaje. El docente y los pares califican con base en: exactitud, mejora lograda, interpretación metrológica y colaboración. El equipo con mejor desempeño es reconocido como “Embajador Geomagic”.

Figura 1. Propuesta de innovación y desarrollo en odontología: “Inmersión en Odontología Digital: Protocolo Docente Gamificado para Competencias Clínicas 3D”

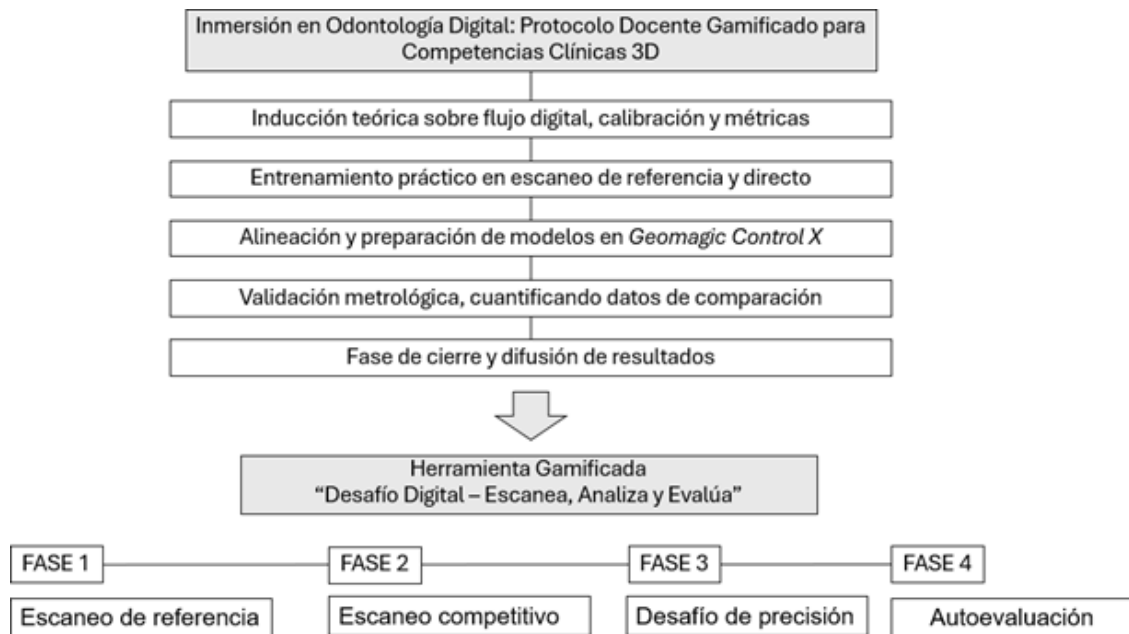


Figura 2. Modelo digital de referencia obtenido mediante escáner de laboratorio, utilizado como patrón maestro para la comparación metrológica.

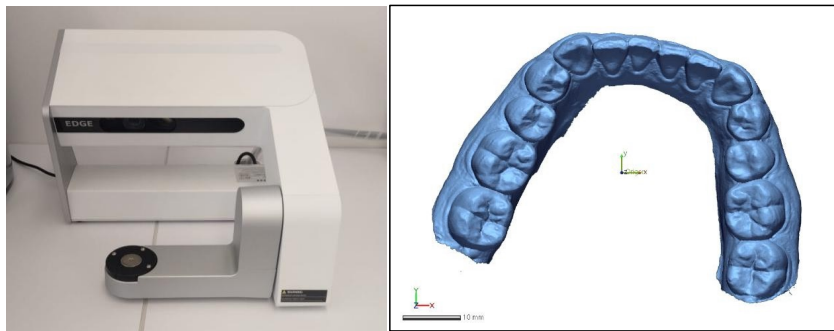


Figura 3. Modelo digital de comparación capturado con escáner intraoral, empleado para el análisis de precisión tridimensional frente al modelo de referencia.

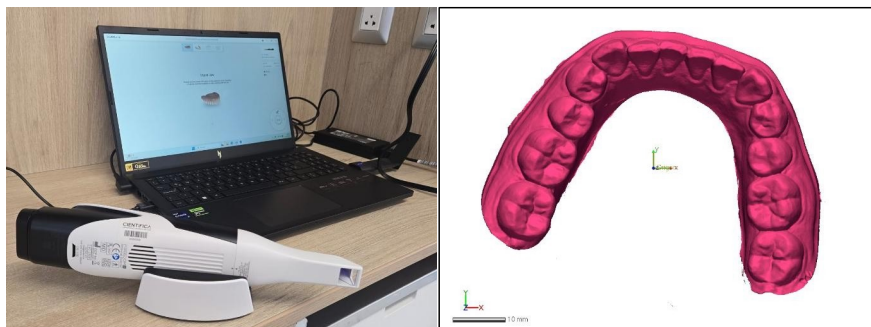


Figura 4. Desempeño de los estudiantes durante la fase práctica del protocolo. Escaneo intraoral de maqueta clínica y visualización simultánea del modelo tridimensional en pantalla para la verificación en tiempo real de la cobertura y precisión digital y aplicación del análisis metrológico en Geomagic Control X. Evaluación de la precisión tridimensional mediante comparación entre el modelo de referencia y el escaneo intraoral, visualizando las desviaciones a través de mapas de calor codificados por color.

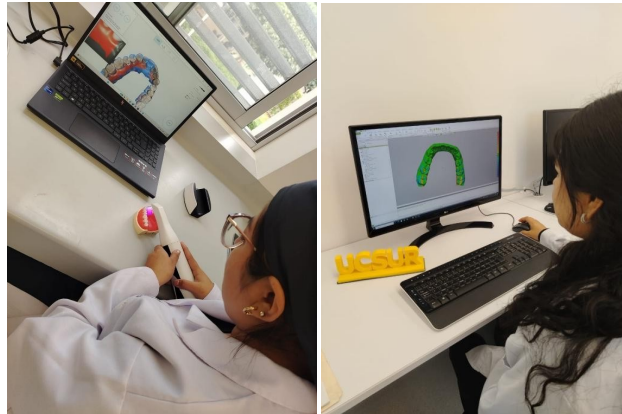
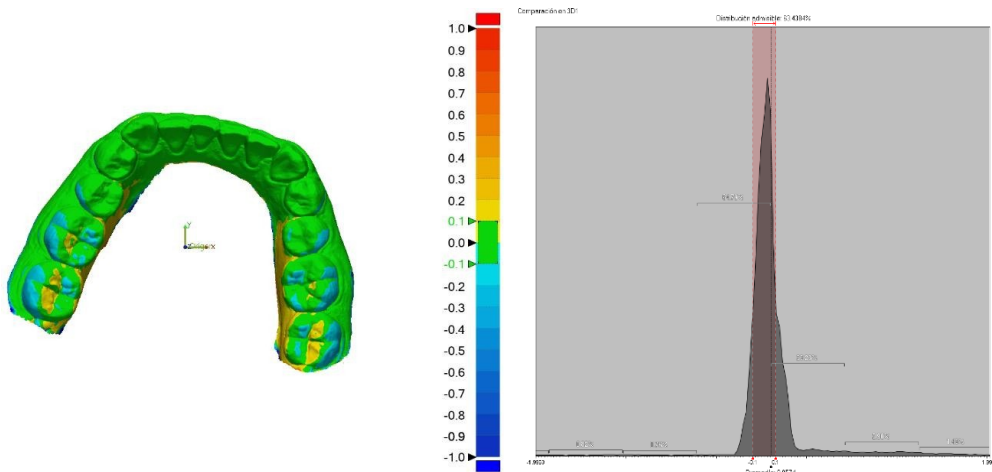


Figura 5. Resultado del análisis comparativo entre el escaneo de referencia y el escaneo realizado por el estudiante. Se observa el mapa de calor generado en Geomagic Control X, que representa las desviaciones tridimensionales en milímetros (\pm), permitiendo evaluar la precisión y consistencia del escaneo intraoral respecto al modelo maestro.



Nombre	N.º de puntos	Mín.	Máx.	Promedio	RMS	Desviación estándar	Variación	Promedio +	Promedio -
Comparación en 3D1	207963	- 3.3537	3.3538	0.0574	0.6489	0.6463	0.4177	0.2995	-0.221

Happy Smiles Training: Plataforma Gamificada para la Educación Odontológica Inclusiva

*Autores: Nathaly Milagros Molina Soto
Diego Héctor Palomino Turín*

Happy Smiles Training es una plataforma virtual gamificada orientada a la transformación de la educación odontológica en el Perú. Su objetivo principal es impulsar el aprendizaje significativo, promover la inclusión digital y contribuir a la formación continua del Cirujano Dentista y del estudiante de Odontología. Mediante el uso de simuladores interactivos, transmisiones en vivo, retos clínicos, contenidos multilingües y estrategias de gamificación, esta iniciativa pretende reducir las brechas educativas existentes, incrementar la motivación estudiantil y facilitar el acceso a recursos formativos de alta calidad.

La plataforma integra módulos asincrónicos, autoevaluación inteligente y mentoría virtual en vivo, adaptados a estudiantes y cirujanos dentistas. Su diseño responde a principios de accesibilidad universal, enfoque intercultural y protección de datos. Happy Smiles Training se proyecta como una herramienta escalable, sostenible y socialmente pertinente, capaz de posicionar al Colegio Odontológico del Perú como líder en innovación educativa digital.

Justificación e impacto esperado:

La educación odontológica contemporánea enfrenta múltiples desafíos que limitan su efectividad y alcance: la necesidad de actualización constante frente a los avances tecnológicos, la desmotivación en entornos de aprendizaje tradicionales, y las brechas de acceso a los últimos avances mundiales en Odontología. Estos retos se acentúan en contextos donde los recursos pedagógicos son limitados, la disponibilidad tecnológica es irregular y la formación continua resulta inaccesible para muchos profesionales.

Además, los odontólogos en ejercicio suelen enfrentar restricciones horarias debido a la carga asistencial, así como dificultades geográficas para asistir presencialmente a espacios académicos, especialmente en regiones alejadas o con infraestructura limitada. Estas barreras comprometen la actualización profesional y la equidad educativa.

Happy Smiles Training surge como una respuesta estratégica e innovadora a estas problemáticas y retos, proponiendo una solución digital que combina pedagogía activa, tecnología inclusiva, narrativa lúdica y formato asincrónico, permitiendo que cada usuario acceda a contenidos formativos desde cualquier lugar y en cualquier momento, sin comprometer su agenda clínica ni enfrentar desplazamientos físicos.

Impactos esperados:

- **Mejora del aprendizaje clínico y conceptual**
A través de simuladores interactivos, casos clínicos gamificados y retroalimentación inteligente, se promueve un aprendizaje significativo, basado en la toma de decisiones, el razonamiento clínico y la práctica reflexiva.
- **Reducción de brechas educativas en zonas vulnerables** La plataforma está diseñada para funcionar en entornos de baja conectividad, con contenidos multilingües y adaptados culturalmente, facilitando el acceso a formación de calidad en regiones rurales, periurbanas o con limitaciones tecnológicas.
- **Incremento en la retención, satisfacción y autonomía del usuario** La gamificación mediante niveles, logros, recompensas y desafíos clínicos, mejora la motivación intrínseca, la participación y la permanencia en los módulos formativos. El formato asincrónico permite que cada profesional avance a su ritmo, conciliando su formación con la práctica clínica y además de las clases en vivo que también se ofrece en esta propuesta.
- **Fortalecimiento del rol docente y del aprendizaje autónomo** La plataforma ofrece oportunidades de mentoría virtual, seguimiento personalizado y autoevaluación, permitiendo al docente asumir un rol facilitador y al estudiante desarrollar autonomía, pensamiento crítico y compromiso con su formación continua.

En conjunto, Happy Smiles Training no solo moderniza la educación odontológica, sino que la vuelve más inclusiva, flexible, equitativa y centrada en el usuario, alineándose con los principios de transformación digital, ética profesional y vocación de servicio que promueve el Colegio Odontológico del Perú.

Objetivos

La propuesta Happy Smiles Training se orienta a transformar la educación odontológica mediante una solución digital innovadora, inclusiva y motivacional. Los siguientes objetivos estructuran su alcance y funcionalidad:

- **Desarrollar una plataforma gamificada para educación odontológica** Diseñar e implementar un entorno virtual interactivo que utilice mecánicas de juego como niveles, retos clínicos, recompensas y simulaciones para facilitar el aprendizaje activo, la toma de decisiones y la retención de conocimientos. La gamificación permitirá convertir contenidos técnicos en experiencias formativas atractivas, personalizadas y emocionalmente significativas.
- **Promover la inclusión digital mediante contenidos accesibles y adaptados** Garantizar que los recursos educativos estén disponibles para todos los usuarios, independientemente de sus condiciones geográficas, tecnológicas o culturales. Esto incluye:

-
- Compatibilidad con dispositivos móviles y entornos de baja conectividad.
 - Narrativas visuales y auditivas para distintos estilos de aprendizaje.
 - Fomentar el aprendizaje motivacional y significativo Transformar la experiencia educativa en una ruta emocionalmente estimulante, donde el usuario se sienta protagonista de su formación. A través de desafíos clínicos, cuestionarios interactivos y recompensas simbólicas como sistemas de puntos escalonados, así se busca activar la motivación intrínseca, el pensamiento crítico y el compromiso con la mejora continua.
 - Superar barreras horarias y geográficas mediante educación asincrónica Ofrecer una solución flexible que permita a los usuarios (especialmente aquellos con agendas clínicas exigentes o ubicados en zonas alejadas) acceder a contenidos formativos en cualquier momento y desde cualquier lugar. Esto elimina la necesidad de desplazamiento físico y permite conciliar la práctica profesional con la actualización académica. Sin embargo se garantiza también sesiones educativas en vivo programadas con antelación, para así tener una rica retroalimentación bajo la supervisión del Docente.

Descripción técnica de la propuesta:

Happy Smiles Training es una plataforma virtual diseñada para transformar la educación odontológica mediante tecnología interactiva, narrativa lúdica y enfoque inclusivo. Su arquitectura se compone de cinco módulos integrados, cada uno con funcionalidades específicas que responden a necesidades reales de aprendizaje, actualización profesional y accesibilidad.

• Simulador clínico interactivo con IA generativa

Este módulo permite al usuario enfrentarse a casos clínicos simulados, generados dinámicamente por inteligencia artificial. La IA crea escenarios personalizados según el nivel del usuario, incluyendo anamnesis, diagnóstico, planificación de tratamiento y resolución de complicaciones.

- Utiliza redes neuronales para generar variaciones clínicas realistas.
- Permite tomar decisiones clínicas con retroalimentación inmediata.
- Refuerza el razonamiento clínico y la práctica reflexiva.
- Se adapta a perfiles de estudiante, docente o profesional en ejercicio.

• Sistema de gamificación (niveles, logros, retos)

Este módulo transforma el aprendizaje en una experiencia motivacional. El usuario progresa a través de niveles temáticos, desbloquea logros por desempeño y enfrenta retos clínicos que estimulan la participación activa.

- Incluye medallas, insignias y recompensas simbólicas.
- Estimula la motivación intrínseca y la permanencia en la plataforma.
- Permite comparar progresos entre pares de forma saludable.

-
- Refuerza el compromiso con la mejora continua.
 - Incluye recompensas reales como becas y semibecas a otros módulos del sistema.

- **Contenidos elaborados por docentes especialistas**

Los recursos educativos son diseñados por un equipo multidisciplinario de docentes expertos en odontología clínica, especialistas en distintas áreas odontológicas, educación digital y diseño instruccional.

- Incluyen videos, infografías, guías interactivas y recursos asincrónicos, como también clases en vivo para retroalimentación.
- Están organizados por niveles de complejidad y áreas temáticas.
- Incorporan enfoque intercultural y lenguaje accesible.
- Se actualizan periódicamente según avances científicos y normativos.

- **Panel de autoevaluación con retroalimentación inteligente**

Este módulo permite al usuario monitorear su progreso, identificar fortalezas y áreas de mejora, además de recibir recomendaciones personalizadas.

- Refuerza la autonomía y el pensamiento crítico.
- Permite al docente visualizar el progreso grupal y brindar mentoría personal.

- **Comunidad virtual con mentoría y foros moderados**

Este espacio fomenta el intercambio de experiencias, la resolución colaborativa de casos y el acompañamiento profesional.

- Incluye foros temáticos moderados por especialistas.
- Ofrece sesiones de mentoría virtual programadas.
- Promueve el aprendizaje entre pares y la construcción colectiva de conocimiento.
- Refuerza el sentido de pertenencia y la vocación de servicio.

Etapas de desarrollo o implementación:

La propuesta Happy Smiles Training contempla un proceso de desarrollo progresivo, estructurado en cinco etapas clave que garantizan su viabilidad técnica, pertinencia pedagógica y escalabilidad institucional:

- **Diseño conceptual y validación pedagógica**

En esta fase se define la arquitectura funcional de la plataforma, los objetivos formativos, las mecánicas de gamificación y los perfiles de usuario. Se realiza una validación pedagógica con expertos en educación odontológica, tecnología educativa y accesibilidad digital, asegurando que los contenidos y dinámicas estén alineados con estándares académicos, éticos y normativos.

- **Desarrollo tecnológico y pruebas funcionales**

Se construyen los módulos interactivos, el sistema de gamificación, el simulador clínico con IA generativa y el panel de autoevaluación. Se integran tecnologías compatibles con dispositivos móviles y entornos de baja conectividad. Se realizan pruebas funcionales

internas para verificar la estabilidad, usabilidad y seguridad de la plataforma, incluyendo protocolos de protección de datos personales.

- **Piloto en universidades y centros de salud**

Se implementa un piloto controlado en instituciones académicas y establecimientos de salud seleccionados, con participación de estudiantes, docentes y profesionales en ejercicio. Esta etapa permite evaluar la experiencia de usuario, la pertinencia de los contenidos y el impacto formativo en contextos reales, incluyendo zonas rurales o con limitaciones tecnológicas.

- **Ajustes según retroalimentación**

Con base en los resultados del piloto, se realizan ajustes técnicos, pedagógicos y comunicacionales. Se optimizan las rutas de aprendizaje, se refuerzan los mecanismos de accesibilidad y se incorporan mejoras sugeridas por los usuarios. Esta etapa garantiza que la versión final de la plataforma responda efectivamente a las necesidades del público objetivo.

- **Lanzamiento oficial y difusión nacional**

Se realiza el lanzamiento institucional de Happy Smiles Training con respaldo del Colegio Odontológico del Perú – Región Lima, incluyendo una campaña de difusión dirigida a universidades, centros de salud, colegios profesionales y medios especializados. Se establece una estrategia de escalamiento progresivo, con monitoreo de indicadores de impacto y apertura a nuevas alianzas académicas y tecnológicas.

Tecnologías utilizadas:

La propuesta Happy Smiles Training se sustenta en un ecosistema tecnológico robusto, escalable y centrado en el usuario. Las herramientas seleccionadas permiten integrar simulación clínica, gamificación, accesibilidad digital, analítica educativa y comunicación asincrónica, garantizando una experiencia formativa moderna, inclusiva y eficiente.

- **Unity + WebGL para simuladores clínicos interactivos**

Se emplea el motor Unity en conjunto con WebGL para desarrollar simuladores clínicos accesibles desde navegadores web, sin necesidad de instalación. Esta tecnología permite:

- Representación tridimensional de escenarios clínicos realistas
- Interacción dinámica con instrumentos, diagnósticos y tratamientos
- Adaptación a distintos niveles de complejidad según el perfil del usuario
- Compatibilidad con múltiples dispositivos, incluyendo móviles y tablets

- **LMS personalizado con integración de IA generativa**

La plataforma se construye sobre un sistema de gestión de aprendizaje (Learning Management System) personalizado, que incorpora IA generativa para:

- Crear casos clínicos únicos y adaptativos
- Redactar historias clínicas simuladas y contenidos educativos

-
- Brindar asistencia conversacional contextualizada
 - Recomendar rutas de aprendizaje según el desempeño del usuario
 - Estándares WCAG 2.1 para accesibilidad digital universal

El diseño de la interfaz y los contenidos se rige por las pautas de accesibilidad WCAG 2.1, garantizando que la plataforma sea usable por personas con diversas condiciones:

- Compatibilidad con lectores de pantalla
 - Contrastes visuales adecuados y navegación intuitiva
 - Contenidos multilingües y adaptados culturalmente
 - Inclusión de recursos visuales, auditivos y textuales
- Paneles de datos con dashboards predictivos

Se integran sistemas de visualización de datos que permiten monitorear el progreso del usuario y generar análisis predictivos:

- Gráficos de desempeño individual y grupal
 - Alertas de riesgo académico y recomendaciones personalizadas
 - Métricas de participación, retención y avance temático
 - Herramientas para docentes y administradores institucionales
- Videoconferencia y chatbot educativo

La plataforma incluye canales de comunicación asincrónica y sincrónica para fortalecer la interacción formativa:

- Videoconferencias programadas para mentoría y resolución de dudas
- Chatbot educativo con IA para asistencia inmediata
- Foros temáticos moderados para aprendizaje colaborativo
- Espacios de retroalimentación entre pares y docentes

Sustento bibliográfico o normativo:

La propuesta Happy Smiles Training se fundamenta en un marco legal, técnico y académico que respalda su pertinencia, viabilidad y alineación con los objetivos de transformación digital en salud y educación. A continuación se detallan las principales referencias que sustentan su diseño:

Ley N.º 31814 – Ley que promueve el uso de la inteligencia artificial en favor del desarrollo económico y social del país

Esta norma impulsa la incorporación de tecnologías de IA en sectores estratégicos como la salud, fomentando el desarrollo de soluciones innovadoras, éticas y centradas en el bienestar ciudadano. Happy Smiles Training aplica IA generativa para crear simulaciones clínicas, contenidos educativos y retroalimentación personalizada, en concordancia con los principios de transparencia, explicabilidad y protección de datos.

Ley N.º 30421 – Ley Marco de Telesalud

Establece los lineamientos para el uso de tecnologías de la información y comunicación en la atención remota de pacientes, incluyendo la telesalud como estrategia para mejorar el acceso, la equidad y la calidad de los servicios de salud. La propuesta se alinea con esta ley al ofrecer formación continua asincrónica, accesible desde cualquier ubicación, superando barreras geográficas y horarias que afectan a los profesionales odontológicos.

Norma Técnica de Salud N.º 067-MINSA/DGSP-V.01 – Norma Técnica de Telesalud

Regula el desarrollo de servicios de telesalud, incluyendo la teleodontología como modalidad válida y efectiva en contextos de limitaciones de acceso. Happy Smiles Training complementa esta estrategia al formar profesionales competentes en entornos digitales, capaces de aplicar protocolos de atención remota con calidad y seguridad.

WCAG 2.1 – Web Content Accessibility Guidelines

Conjunto de pautas internacionales que garantizan la accesibilidad digital para personas con diversas condiciones físicas, sensoriales o cognitivas. La plataforma se diseña conforme a estos estándares, asegurando que los contenidos sean navegables, comprensibles y funcionales para todos los usuarios, incluyendo aquellos en situación de discapacidad o con limitaciones tecnológicas.

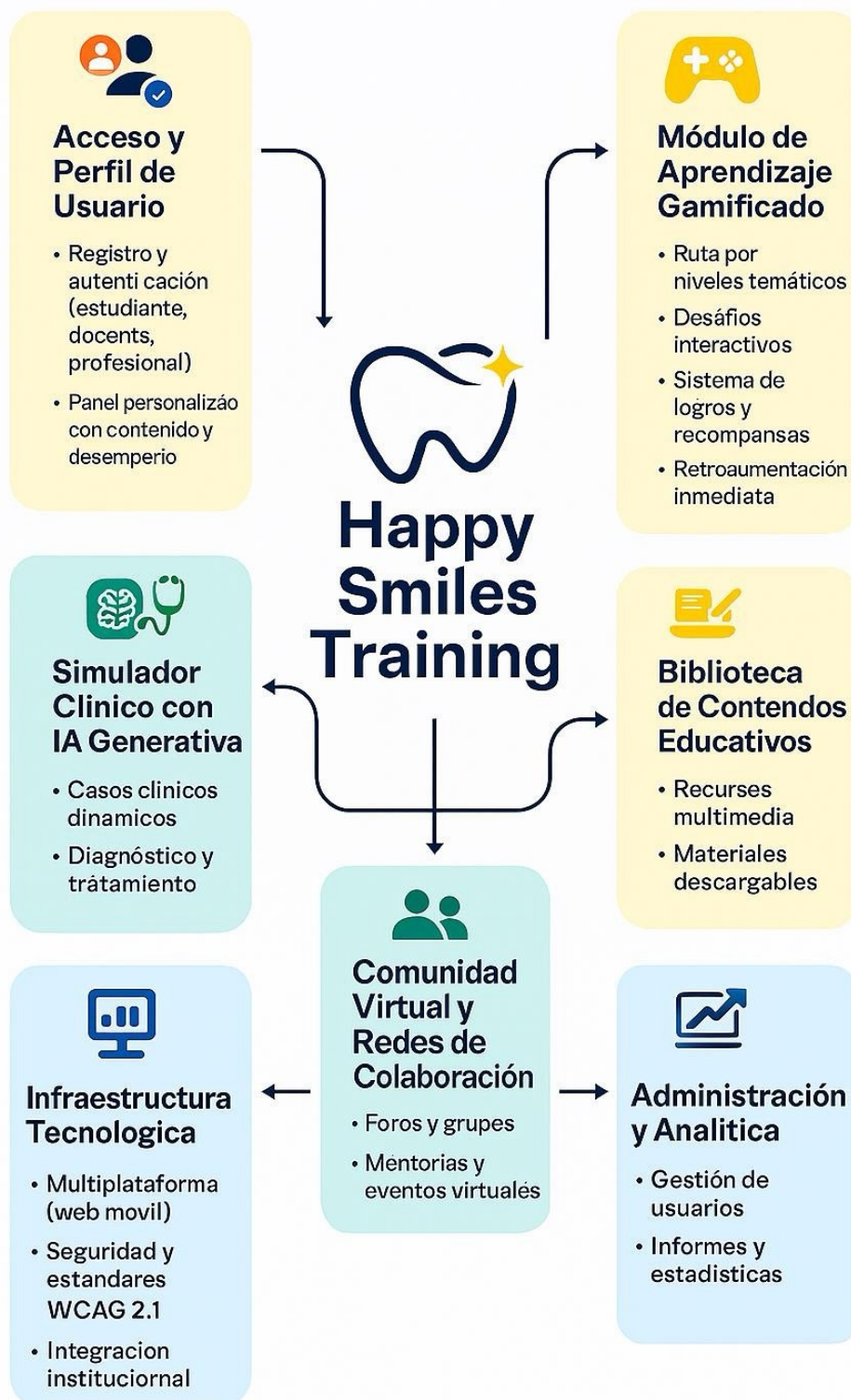
UNESCO (2023) – Marco para la Educación Digital Inclusiva

Documento técnico que promueve el uso de tecnologías digitales para garantizar una educación equitativa, de calidad y culturalmente pertinente. Happy Smiles Training adopta este enfoque al ofrecer contenidos multilingües, adaptados a diversas realidades socioculturales, y al fomentar la participación activa de estudiantes, docentes y profesionales en entornos virtuales inclusivos.

Anexos técnicos:

Esquema funcional de la plataforma

Esquema funcional de plataforma

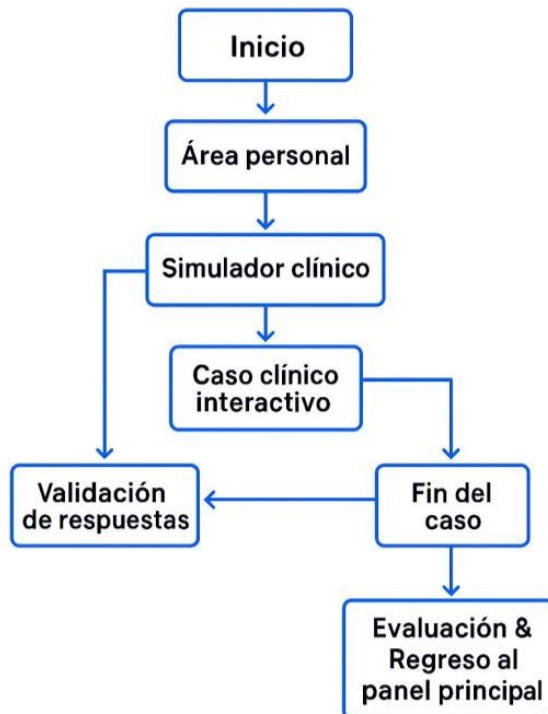


Captura simulada de interfaz



Diagrama de flujo de usuario

Happy Smiles Training



HAPPY SMILES TRAINING

Comparativa posibilidades educativas:
formación tradicional vs. simulación clínica



MANIFIESTO DE LA TELEODONTOLOGÍA RESPONSABLE

La Teleodontología no es Odontología de menor calidad.

No es una práctica informal, improvisada ni secundaria.

Es Odontología mediada por tecnología, ejercida con responsabilidad profesional plena, con criterio clínico, sustento ético, respaldo normativo y compromiso con la seguridad del paciente.

La Teleodontología no reemplaza todo examen presencial.

No convierte una pantalla en sillón dental.

No autoriza diagnósticos inseguros, tratamientos apresurados ni decisiones clínicas sin evidencia suficiente.

No elimina la necesidad de consentimiento informado.

No debilita la obligación de registrar, documentar, proteger datos personales y asegurar la confidencialidad de la información en salud.

Por el contrario, exige más criterio, más prudencia y más claridad profesional.

Porque cuando la atención se realiza a distancia, el Cirujano Dentista debe reconocer los límites del acto médico en odontoestomatología, diferenciar una orientación de un diagnóstico definitivo, identificar signos de alarma, derivar oportunamente y saber cuándo la presencialidad deja de ser opcional para convertirse en indispensable.

La Teleodontología responsable no es distancia humana.

Es cercanía mediada por tecnología.

Es una forma de ampliar el acceso, orientar decisiones, priorizar riesgos, acompañar tratamientos, realizar seguimiento, educar en salud bucal y acercar la Odontología a quienes históricamente estuvieron lejos: por territorio, por discapacidad, por edad, por condición económica, por barreras sociales o por falta de servicios oportunos.

Su verdadero valor no está en sustituir la atención presencial, sino en integrarse inteligentemente al proceso de cuidado.

Puede ayudar a clasificar urgencias, fortalecer la prevención, mejorar la continuidad del tratamiento, reducir tiempos de espera, orientar a familias, apoyar a comunidades alejadas y contribuir a una Odontología más accesible, más preventiva, más humana y más conectada con las necesidades reales de la población.

Por eso, la Teleodontología debe ejercerse con protocolos claros, consentimiento informado, historia clínica adecuada, protección de datos, trazabilidad de la atención, criterios de referencia presencial y respeto absoluto por la dignidad de la persona atendida.

La Teleodontología responsable no es el futuro lejano de la Odontología.

Es parte del presente que debemos ordenar, fortalecer y conducir con visión profesional.

Porque innovar en Odontología no significa hacer menos.

Significa cuidar mejor.

Llegar más lejos.

Decidir con mayor oportunidad.

Acompañar con mayor continuidad.

Y poner la tecnología al servicio de lo esencial: la salud, la seguridad y la dignidad de cada paciente.

Odonto_log.IA[®]

TELEODONTOLOGÍA

Brindar información, facilitar educación y generar comunicación a distancia dirigida a la población en general con el objetivo de promover estilos de vida saludables, prevenir situaciones de riesgo, impulsar la atención primaria de salud (APS) e incentivar cuidados de la salud bucal en el individuo, en la familia y en la comunidad con enfoque de curso de vida (ECV) y en los determinantes sociales de la salud:

- TELEINFORMACIÓN
 - TELEEDUCACIÓN
 - TELECOMUNICACIÓN
- } TELEIEC



Brindar servicios odontológicos y atención específica, síncrona o asíncrona, mediante acciones oportunas y pertinentes, basadas en evidencia, para garantizar la adecuada evaluación, diagnóstico, pronóstico, terapéutica y seguimiento según necesidades clínicas:

- TELECONSULTA
- TELEMONITOREO
- TELEORIENTACIÓN
- TELETRATAMIENTO
- TELEINTERCONSULTA
- TELEAPOYO AL DIAGNÓSTICO

TELESIMULACIÓN
TELEENTRENAMIENTO
TELEASISTENCIA TÉCNICA
TELEFORMACIÓN
TELEINDUCCIÓN

Desarrollo y fortalecimiento de capacidades del personal dental: **TELECAPACITACIÓN**

Gestión de servicios de salud y desarrollo de los procesos administrativos: **TELEGESTIÓN**

TELECONSULTORÍA
TELECOORDINACIÓN
TELESUPERVISIÓN
TELEAUDITORÍA
TELEPERITAJE

TELETRABAJO

Fuente: Manrique Chávez JE. Teleodontología: Desarrollo y Gestión de la Telesalud en la Odontología. Rev Estomatol Herediana [Internet]. 2021 Oct-Dic;31(4):239-41.

Disponible en: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/REH/article/view/4090/4623>.

doi: 10.20453/reh.v31i4.4090 <https://doi.org/10.20453/reh.v31i4.4090>

CAPÍTULO 4

INFORMÁTICA ODONTOLÓGICA – SOFTWARE APLICADO Y APLICATIVOS (APPS)

En este capítulo se presentan tres soluciones orientadas a la gestión y análisis de información clínica mediante plataformas de software y aplicaciones específicas para el entorno odontológico. Se incluyen propuestas de sistemas integrales de gestión con comandos de voz e IA, aplicativos diseñados para la gestión y explotación de datos clínicos que fortalecen la toma de decisiones en salud bucal, y prototipos de apps que optimizan el registro clínico endodóntico mediante reconocimiento de voz. Estas iniciativas refuerzan la importancia de la informática odontológica como soporte estructural para la interoperabilidad, la trazabilidad de la información y el desarrollo de inteligencia de negocio en servicios de salud bucodental.

- NEXA – Plataforma Integral de Gestión Odontológica con comandos de voz e IA
- OdontoDatos – Aplicativo para la Gestión Integral de Datos Clínicos y Fortalecimiento de la Salud Bucal
- Prototipo de App para la optimización del Registro Clínico Endodóntico mediante IA de Reconocimiento de Voz

NEXA: Plataforma integral de gestión odontológica con comandos de voz e inteligencia artificial

Autora: Katia Jhazmin De Fina Ramirez

NEXA es un software integral diseñado para transformar la práctica odontológica en consultorios individuales y clínicas de pequeño a mediano tamaño. Reúne en una sola plataforma agenda digital, historia clínica electrónica, odontograma inteligente, inventario, gestión financiera y CRM clínico con comunicación automatizada.

Su diferenciador principal son los comandos de voz inteligentes, que permiten al odontólogo interactuar naturalmente durante la consulta. Al decir “Hey, NEXA, historial” o “Hey, NEXA, odontograma”, el sistema activa el módulo correspondiente, transcribe la conversación y genera en tiempo real registros clínicos, odontogramas y planes de tratamiento. De esta forma, el profesional se concentra en la atención mientras NEXA organiza la información y propone estimaciones de costos basadas en parámetros predefinidos por la clínica.

La plataforma, accesible como aplicación móvil y web app, también permite almacenar radiografías, exámenes y fotografías clínicas, además de enviar recordatorios y mensajes preventivos al paciente vía WhatsApp de manera ética y automatizada.

Con ello, NEXA aporta a una odontología tecnológica, inclusiva, preventiva y centrada en el bienestar del paciente, alineada con la Ley N.º 31814 sobre uso responsable de

IA y con la normativa de protección de datos de salud. El impacto esperado es: reducción del tiempo administrativo en un 70%, aumento de adherencia a controles preventivos en 25% y mejora significativa en la experiencia clínica y humana de los pacientes.

Justificación e impacto esperado

- Problema actual: sobrecarga administrativa, pérdida de tiempo en registros manuales, baja adherencia de pacientes a controles preventivos y gestión deficiente de insumos y finanzas.
- Solución propuesta: NEXA automatiza y centraliza todos los procesos clínicos y administrativos en una sola plataforma, con énfasis en accesibilidad y prevención.

Impacto esperado:

- Profesional: ahorro de tiempo, registros más precisos, mayor productividad.
- Paciente: comunicación constante, educación preventiva, recordatorios personalizados.
- Clínica: optimización de recursos, reducción de inasistencias, control financiero transparente.
- Sistema de salud: datos estandarizados que fortalecen la gestión y la investigación en salud bucal.

Objetivos

Objetivo general

Implementar NEXA como plataforma integral de historia clínica electrónica y gestión odontológica que, mediante IA y comandos de voz, optimice la práctica clínica y mejore la experiencia del paciente.

Objetivos específicos:

- Integrar módulos de agenda, finanzas, inventario, CRM y HCE en un solo sistema.
- Incorporar comandos de voz para registrar historial clínico y odontograma en tiempo real.
- Automatizar la generación de planes de tratamiento y presupuestos basados en parámetros clínicos definidos.
- Facilitar la comunicación con pacientes mediante recordatorios y contenidos preventivos.
- Garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos de acuerdo con la normativa vigente.

Descripción técnica de la propuesta

NEXA funciona como un ecosistema multiplataforma (web app + aplicación móvil) con los siguientes módulos:

- Historia clínica electrónica: registro completo de datos, exámenes, fotografías y radiografías.
- Odontograma inteligente: dictado por voz, actualización automática de piezas dentarias y costos asociados.
- Agenda digital: programación de citas sincronizada con notificaciones automáticas.
- Gestión financiera: caja en tiempo real, reportes de ingresos, gastos y rentabilidad.
- Inventario: control de insumos, alertas de stock y caducidad.
- CRM clínico: seguimiento de pacientes, recordatorios por WhatsApp y mensajes educativos.

-
- Comandos de voz: activación por frases clave (“Hey, NEXA...”) que permiten registro clínico sin uso manual de dispositivos.

Etapas de desarrollo o implementación

- Análisis y co-diseño (0–2 meses): levantamiento de requerimientos en consultorios piloto.
- MVP (3–6 meses): desarrollo de agenda, finanzas, HCE básica e inventario.
- Integración de voz e IA (6–9 meses): comandos de voz, transcripción y odontograma inteligente.
- Piloto clínico (9–12 meses): implementación en 2–3 consultorios, pruebas de usabilidad y ajustes.
- Escalamiento (12+ meses): despliegue en clínicas medianas, integración con sistemas de salud e interoperabilidad.

Tecnologías utilizadas

- Procesamiento de voz e IA: motores de reconocimiento de voz, transcripción y análisis semántico. (MPC procesador de voz)
- Plataforma: web app PWA (compatible en móvil, tablet y PC) + aplicación nativa móvil. (React y flutter)
- Bases de datos: almacenamiento seguro de historias clínicas e imágenes. (Mongo DB)
- Seguridad: cifrado, control de accesos por roles, copias de seguridad automáticas, (Google cloud)
- Integraciones: API de WhatsApp Business para recordatorios y notificaciones.
- Despliegue: Google cloud services.

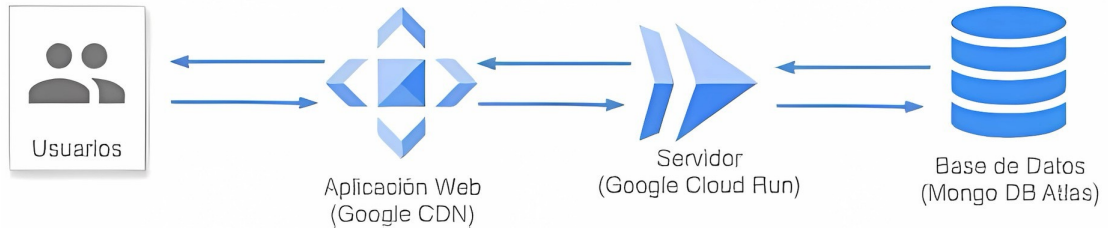
Sustento bibliográfico o normativo

- Ley N.º 31814, promueve el uso de IA en el Perú. Gobierno del Perú
- NTS N.º 139-MINSA/2018/DGAIN (Gestión de la Historia Clínica).

Anexos técnicos

Diagrama de arquitectura del sistema.

Arquitectura del Sistema: Nexa Plataforma Integral de Gestión Odontológica



Ejemplo de flujo de comandos de voz

La imagen muestra una interfaz de usuario web para un sistema de gestión odontológica. En la parte superior, se ve un navegador con la URL `dental-blond.vercel.app/odontogram`. A la izquierda hay un menú de navegación con opciones como Dashboard, Pacientes, Doctores, Citas, Odontograma (seleccionado), Historial Clínico, Planes de Tratamiento, Presupuestos, Facturación, Inventario, Reportes y Configuración. El área principal muestra un odontograma para el paciente Miguel Fernández - 34567890C. El odontograma está dividido en Dentición Permanente y Dentición Temporal, con una escala de dientes numerada de 18 a 28 y 55 a 65. A la derecha del odontograma hay un panel de "Selección de Tratamiento" con opciones como Caries (C), Restauración (R), Extracción/Ausente (E), Sellante (S), Corona (CR), Puente (BR), Implante (IM) y Carilla (VE). El odontograma muestra algunos dientes con marcadores de color que corresponden a estas categorías de tratamiento.

Mockup del Dashboard – NEXA (Módulo Administrativo).

The dashboard for 'Clínica Dental' is titled 'Dashboard' and is accessed by the 'Administrador Principal'. It features a left sidebar with navigation options: Dashboard, Pacientes, Doctores, Citas, Odontograma, Historial Clínico, Planes de Tratamiento, Presupuestos, Facturación, Inventario, Reportes, and Configuración. The main content area includes a welcome message, a summary of key metrics (5 registered patients, 5 doctors, 0 appointments this month, 8 pending payments), quick access buttons for various management tasks, and a financial summary showing monthly income (€8,450), expenses (€3,280), pending invoicing (€1,250), and net benefit (€5,170).

Bienvenido, Administrador Principal

Acceso como admin

Métrica	Valor	Detalle
Pacientes	5	Total registrados
Doctores	5	Personal médico
Citas	0	Este mes
Pagos Pendientes	8	Por procesar

Acceso Rápido

- Gestión de Doctores
- Gestión de Pacientes
- Gestión de Citas
- Facturación
- Inventario
- Informes

Próximas Citas

No hay citas próximas

Resumen Financiero

Categoría	Valor
Ingresos Mensuales	€8,450
Gastos Mensuales	€3,280
Facturación Pendiente	€1,250
Beneficio Neto	€5,170

Mockup del Módulo de Inventario – NEXA

The inventory module provides a detailed view of the clinic's stock. It includes a search bar, a category filter, and a 'Stock Bajo' alert. The main table lists various dental supplies with their respective SKUs, categories, quantities, units, minimum stock levels, prices, and locations. Each item has an 'OK' status indicator and action buttons for editing or deleting.

Inventario

Productos | Historial de transacciones | Categorías

Buscar productos: Categoría: Todas las categorías Stock Bajo + Nuevo

Producto	SKU	Categoría	Cantidad	Unidad	Min. Stock	Precio	Ubicación	Estado	Acciones
Brackets metálicos Orino Supplies S.L.	BRK-001	Ortodoncia	150	unidades	50	3,75 €	Almacén A-3	OK	[Iconos]
Alginato Impresión Dental Materials Inc.	ALG-002	Materiales	8	kg	5	22,50 €	Almacén B-2	OK	[Iconos]
Gautes de nitrilo (M) Medical Supplies Co.	GNT-003	Protección	25	cajas	10	8,95 €	Armario 2	OK	[Iconos]
Anestesia Lidocaina 2% PharmaDent	ANS-004	Medicamentos	15	cajas	5	35,20 €	Nevera principal	OK	[Iconos]
Composite Tetric EvoCeram AZ Ivoclar Vivadent	CMP-005	Materiales	12	jeringas	6	29,95 €	Gabinete 1	OK	[Iconos]

Odontodatos: aplicativo para la gestión integral de datos clínicos y el fortalecimiento de la salud bucal

*Autores: Micaela Alexandra Bravo Joaquín,
Heydy Eliana Díaz Medina*

La gestión eficiente de la información clínica constituye uno de los pilares para la calidad y seguridad en los servicios de salud. En odontología, sin embargo, persisten limitaciones significativas derivadas del uso de registros físicos, la falta de interoperabilidad entre sistemas y la escasa digitalización en los consultorios privados y universitarios. Esta fragmentación impide acceder de manera oportuna al historial clínico de los pacientes, genera duplicidad de datos, pérdida de información y afecta la continuidad del tratamiento.

En respuesta a esta problemática, el proyecto ODONTODATOS propone el diseño e implementación de un aplicativo móvil y web destinado a la gestión integral de datos clínicos odontológicos. El sistema permitirá registrar, almacenar, compartir y analizar información de los pacientes de forma segura, interoperable y en tiempo real. Su estructura está pensada tanto para profesionales como para pacientes, ofreciendo herramientas preventivas, recordatorios personalizados, seguimiento de tratamientos y un sistema de recompensas que incentive hábitos saludables.

El desarrollo se basa en tecnologías de código abierto y estándares internacionales de interoperabilidad (HL7-FHIR, SNOMED-CT), pudiendo integrarse progresivamente al Registro Nacional de Historias Clínicas Electrónicas (RENHICE). Con ello se busca contribuir a la transformación digital del sistema odontológico peruano, fortalecer la continuidad del cuidado, reducir la pérdida de información y mejorar la vigilancia epidemiológica en salud bucal.

El impacto esperado incluye un aumento de la trazabilidad de los tratamientos, mayor adherencia de los pacientes al tratamiento, reducción de la duplicidad de registros y un modelo de atención más participativo y preventivo. Este proyecto constituye una herramienta concreta de innovación tecnológica alineada con la Ley N.º 30024, la Ley N.º 31814, la Ley N.º 31961 y la estrategia nacional de salud digital impulsada por el MINSA.

Justificación e impacto esperado

Las enfermedades bucodentales siguen representando un desafío de salud pública global. De acuerdo con la OMS (2025), cerca de 3700 millones de personas presentan algún tipo de patología bucodental, siendo la caries la de mayor prevalencia. En el contexto peruano, la falta de sistemas integrados de información limita el seguimiento de estas enfermedades y la planificación de políticas efectivas.

A pesar de los avances normativos, como la creación del RENHICE mediante la Ley N.º 30024 y su reglamento, la implementación práctica ha sido lenta e incompleta. Muchos consultorios privados, universidades y servicios públicos continúan utilizando fichas manuales o sistemas aislados que no se comunican entre sí. Este escenario genera pérdida de información, retrabajos, errores diagnósticos y dificultades para dar continuidad a los tratamientos cuando un paciente cambia de profesional o institución.

Investigaciones como la de Lucarotti y Burke (2015) evidencian que los pacientes suelen cambiar de odontólogo por razones socioeconómicas o de acceso, lo que incrementa la fragmentación de los registros. Asimismo, Li et al. (2022) demostraron que la información que los pacientes entregan sobre enfermedades sistémicas es frecuentemente incompleta, afectando la calidad del diagnóstico odontológico.

ODONTODATOS responde a esta necesidad mediante una solución tecnológica escalable, centrada en el paciente y alineada a la normativa nacional. No pretende reemplazar los sistemas existentes, sino complementarlos, ofreciendo una plataforma interoperable, segura y de fácil adopción. Además, incorpora funciones de educación digital y gamificación para incentivar la prevención, un elemento innovador dentro del ámbito de la salud bucal.

Justificación práctica

El proyecto ODONTODATOS responde directamente a una necesidad operativa y sanitaria: la carencia de sistemas digitales interoperables para la gestión clínica odontológica en el Perú. Actualmente, los registros manuales o sistemas aislados generan duplicidad, pérdida de datos y dificultan la continuidad del tratamiento. El aplicativo propuesto permitirá unificar el registro clínico digital y conectar consultorios, universidades y entidades públicas mediante estándares internacionales como HL7-FHIR y SNOMED-CT, contribuyendo a la eficiencia del servicio odontológico.

Desde el enfoque de los ODS, esta dimensión práctica se alinea con:

- ODS 3 (Salud y bienestar): al fortalecer los servicios de salud bucal, mejorar la trazabilidad de los tratamientos y apoyar la prevención de enfermedades bucales.
- ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura): al introducir una herramienta tecnológica que mejora la productividad y calidad del sector salud.

Así mismo, se articula con las funciones esenciales renovadas de la salud pública como:

- FESP 1, al permitir el monitoreo y evaluación continua del estado de salud bucal de la población fortaleciendo los mecanismos institucionales para la recolección sistemática y el análisis de información epidemiológica, facilitando la toma de decisiones basadas en evidencia.

-
- FESP 9 porque permitirá identificar brechas territoriales, socioeconómicas y de cobertura en la atención odontológica, contribuyendo a la equidad en salud bucal.

Justificación metodológica: Metodológicamente, el proyecto aplica una estructura de desarrollo por fases (I-IV) con criterios de validación técnica, interoperabilidad y evaluación de impacto. Se apoya en principios de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, integrando:

- Diseño de arquitectura de datos y prototipo UX/UI.
- Validaciones piloto en clínicas universitarias y privadas.
- Auditorías éticas y de seguridad digital.
- Evaluación del modelo de inteligencia artificial predictiva para riesgo de caries y abandono.

Esta metodología se fundamenta en estándares internacionales de calidad, gobernanza de datos y ética digital, en concordancia con la Ley N.º 30024 (RENHICE) y la Ley N.º 29733 (Protección de Datos Personales).

Con relación a los ODS, la justificación metodológica se alinea con:

- ODS 9 (Innovación): promueve investigación aplicada y transferencia tecnológica en salud.
- ODS 16 (Instituciones sólidas): garantiza transparencia, protección de datos y ética en el uso de información clínica.

En cuanto a las funciones esenciales renovadas de la salud pública se articula con:

- FESP 2, al buscar contribuir con la vigilancia de la salud pública, investigación y control de riesgos a través de la aplicación de protocolos estandarizados de vigilancia epidemiológica, integrando instrumentos compatibles con los lineamientos de la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica en Salud Bucal (RENHICE/MINSA).
- FESP 11, al fomentar la investigación, innovación y uso de inteligencia artificial aplicada al análisis y gestión de la información en salud bucal promoviendo el uso de evidencia científica y de herramientas analíticas avanzadas para orientar políticas y programas de salud pública.

Justificación social: En el plano social, ODONTODATOS busca reducir las brechas de acceso y la desigualdad digital en salud bucal. Al empoderar a pacientes y profesionales, genera un ecosistema participativo donde cada usuario puede acceder, comprender y usar su información para mejorar su autocuidado.

La inclusión de herramientas de educación digital y gamificación favorece el aprendizaje preventivo, y el modelo cooperativo (MINSA-COP-Universidades) garantiza sostenibilidad e impacto comunitario.

Esta dimensión contribuye a:

- ODS 3 (Salud y bienestar): mediante la promoción de hábitos saludables y prevención de enfermedades bucales.
- ODS 10 (Reducción de desigualdades): al brindar acceso equitativo a herramientas digitales, incluso para zonas con limitada infraestructura.

-
- ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos): por su enfoque colaborativo interinstitucional, esencial para la sostenibilidad del sistema.

En cuanto a las Funciones esenciales renovadas:

- FESP 4, debido a que se integrarán módulos de educación sanitaria y participación ciudadana, permitiendo que los usuarios reporten eventos o condiciones relacionadas con la salud bucal, fomentando la alfabetización digital y sanitaria, el empoderamiento de las comunidades.
- FESP 9, Equidad en el acceso a servicios con impacto social porque contribuirá a la reducción de desigualdades en salud bucal, generando información útil para políticas que beneficien a poblaciones en situación de vulnerabilidad.

Justificación tecnológica: La innovación tecnológica es el eje vertebral del proyecto. El sistema integra inteligencia artificial, bases de datos híbridas (MongoDB/PostgreSQL) y protocolos de seguridad avanzada (OAuth 2.0, AES-256, AWS HealthLake) para garantizar un entorno confiable, escalable y ético.

Además, su diseño abierto y modular posibilita la expansión a otros campos de la salud y facilita su certificación ante el RENHICE.

La justificación tecnológica se articula con:

- ODS 9 (Infraestructura e innovación): al incorporar ciencia de datos y analítica predictiva en la salud bucal.
- ODS 3 (Salud y bienestar): por la aplicación de IA para detección temprana de riesgos.
- ODS 16 (Paz, justicia e instituciones sólidas): por el cumplimiento de estándares de ciberseguridad y protección de datos personales.

En cuanto a su articulación con las funciones esenciales renovadas serán con:

- FESP 6 debido a que el proyecto se sustenta tecnológicamente en la creación de una plataforma interoperable, alineada con los estándares nacionales de gobernanza digital y seguridad de datos (Ley N.º 31814 y normas del MINSA).
- FESP 10 al tener un enfoque tecnológico-formativo, el proyecto contempla la capacitación de personal de la salud en el uso de herramientas digitales, análisis de datos e interpretación de indicadores epidemiológicos.

La adopción de ODONTODATOS permitirá un salto cualitativo en la gestión de información clínica, aportando evidencia para políticas públicas y contribuyendo a la reducción de brechas tecnológicas en salud bucal. El impacto esperado es múltiple:

- Profesional: mejora de la eficiencia clínica, calidad del diagnóstico, disminución de errores y acceso inmediato al historial completo del paciente.
- Paciente: acceso equitativo a su información médica, empoderamiento en su autocuidado, adherencia terapéutica y educación preventiva.
- Institucional: fortalecimiento del RENHICE, optimización de recursos y apoyo a la vigilancia epidemiológica.

-
- Social: reducción de la carga de enfermedad y promoción de una odontología digital accesible y equitativa.

Objetivos

Objetivo general

Fortalecer la vigilancia epidemiológica y la gestión clínica de la salud bucal en el Perú, mediante el desarrollo e implementación un aplicativo móvil y web de gestión integral de datos clínicos en odontología que optimice el registro, almacenamiento y acceso al historial odontológico de los pacientes, fortaleciendo la práctica profesional y la prevención en salud bucal y al mejoramiento de la toma de decisiones.

Objetivos específicos

- Diseñar y desarrollar el aplicativo digital “ODONTODATOS” como plataforma integral de gestión clínica y vigilancia epidemiológica bucal.
- Integrar e interoperar el aplicativo ODONTODATOS con RENHICE/MINSA y con el sector privado, aplicando los estándares HL7-FHIR.
- Fortalecer las capacidades digitales, clínicas y epidemiológicas del personal cirujano dentista y de los usuarios del sistema, mediante procesos de formación.
- Implementar un modelo ético y de seguridad de datos personales, garantizando su integridad, confidencialidad y trazabilidad.
- Desarrollar e incorporar herramientas de inteligencia artificial orientados al análisis predictivo del riesgo de caries y abandono de tratamiento, y a la generación automatizada de reportes de vigilancia epidemiológica.

Descripción técnica de la propuesta

Nombre del aplicativo: ODONTODATOS

Alcance funcional: sistema híbrido (web + móvil) que permite la gestión clínica, administrativa y preventiva de la información odontológica.

Usuarios y niveles de acceso:

- Paciente nivel 1 (preventivo): registro básico, recordatorios de higiene con recompensas digitales, agenda de citas y recursos educativos sobre higiene oral.
- Paciente nivel 2 (clínico): acceso seguro a su historia clínica, antecedentes médicos, exámenes imagenológicos y de laboratorio.
- Cirujano dentista: apertura de historia clínica, registro de tratamientos, pronósticos, evolución, odontograma digital, programación de citas, firma electrónica y validación con número COP.

El usuario del profesional será previamente verificado por el sistema como requisito para la creación de su cuenta, ya que debe estar en condición de habilitado.

Características principales:

- Autenticación segura (OAuth 2.0) y firma digital.
- Integración con MongoDB para almacenamiento no relacional.
- Desarrollo backend en Python (Django o Flask) y frontend React Native.
- Cumplimiento de la Ley 29733 (Protección de Datos Personales).
- Conectividad con API HL7-FHIR para interoperabilidad con RENHICE.

Funcionalidades destacadas:

- Registro clínico digital del odontograma según la Norma Técnica del COP.
- Carga de exámenes en PDF o JPG.
- Recordatorios automáticos de controles.
- Panel analítico de salud bucal.
- Sistema de recompensas preventivas.

Innovación tecnológica:

El uso de inteligencia artificial permitirá analizar patrones de comportamiento del paciente y predecir riesgos de caries o abandono de tratamiento, apoyando la toma de decisiones clínicas y la planificación preventiva. Además de la generación de dashboards trimestrales para la vigilancia epidemiológica.

Etapas de desarrollo o implementación

El proyecto contempla aproximadamente 24 meses, estructurado en cuatro fases:

Fase I – Diseño y planificación (Meses 1–4)

- Levantamiento de requerimientos funcionales.
- Diseño de arquitectura de datos y prototipo UX/UI.
- Validación con el Colegio Odontológico del Perú (COP).
- Productos: documento técnico, mock-ups (maqueta visual) y plan de gobernanza de datos.

Fase II – Desarrollo y pruebas piloto (Meses 5–12)

- Programación backend/frontend (programación del lado del servidor y del usuario)
- Pruebas de usabilidad en clínicas universitarias.
- Capacitación inicial a cirujano dentistas y pacientes.
- Productos: versión 1.0 operativa, base de datos validada.

Fase III – Integración y analítica (Meses 13–18)

- Implementación de conectores HL7-FHIR (interoperabilidad semántica y técnica)
- Desarrollo de tableros analíticos e IA predictiva.
- Expansión a clínicas privadas y académicas.
- Productos: versión 2.0 con módulo de IA y dashboard epidemiológico.

Fase IV – Interoperabilidad nacional (Meses 19–24)

- Integración al RENHICE (MINSAs).
- Auditorías de ciberseguridad y validación ética.
- Elaboración del informe final y plan de sostenibilidad. Productos: ODONTODATOS acreditado por RENHICE, artículos científicos y documentación técnica.

Sostenibilidad:

Posterior al periodo de implementación, el sistema se mantendrá mediante un modelo cooperativo entre COP, MINSAs y universidades, con financiamiento mixto y actualizaciones semestrales.

Tecnologías utilizadas

- Lenguaje de programación: Python (Django Framework).
- Base de datos: MongoDB y PostgreSQL combinadas para seguridad y escalabilidad.
- Interfaz: React Native (móvil) y React JS (web).
- Protocolos de interoperabilidad: HL7-FHIR y SNOMED-CT.
- Seguridad: OAuth 2.0, encriptación AES-256, backup diario en servidor AWS.
- Análisis e inteligencia artificial: scikit-learn y TensorFlow para modelos predictivos.
- Almacenamiento en nube: AWS HealthLake (compatible con reglamentos HIPAA).
- Control de versiones: GitHub Enterprise – repositorio institucional.

Sustento bibliográfico o normativo

Congreso de la República del Perú. Ley N.º 30024. Crea el Registro Nacional de Historias Clínicas Electrónicas (RENHICE). Diario Oficial El Peruano. Lima, 2013.

Congreso de la República del Perú. Ley N.º 31750. Modifica los artículos 2 y 4 de la Ley N.º 30024. Diario Oficial El Peruano. Lima, 2023.

Congreso de la República del Perú. Ley N.º 31814. Promueve el uso de la inteligencia artificial en favor del desarrollo económico y social del país. Lima, 2023.

Congreso de la República del Perú. Ley N.º 29733. Ley de Protección de Datos Personales. Lima, 2011.

Ministerio de Salud (MINSAs). RM N.º 164-2025/MINSAs. Lineamientos de acreditación e interoperabilidad para el RENHICE.

Ministerio de Salud (MINSAs). NTS N.º 188-MINSAs/DGIESP-2022. Norma técnica de salud para el uso del odontograma.

Lucarotti, P. S. K., & Burke, F. J. T. (2015). Factors influencing patients' continuing attendance at a given dentist. *British Dental Journal*, 218, E13. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.230>

Li, S., Rajapuri, A. S., Gomez, G. G. F., et al. (2022). How Do Dental Clinicians Obtain Up-To-Date Patient Medical Histories? *Frontiers in Digital Health*, 4, 847080. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2022.847080>

De Souza Ferreira, D. A., et al. (2023). The effectiveness of mobile applications for monitoring diabetes mellitus and hypertension in the adult and elderly population. *BMC Health Services Research*, 23, 855. <https://doi.org/10.1186/s12913-023-09879-6>

Anagha, K. A., et al. (2024). Perceptions of barriers towards dental appointment keeping among patients of a tertiary care setting: A mixed method exploration. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 14(2), 185–191. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2024.02.002>

Lampadia (2024). Sistema Integrado de Gestión para los Establecimientos de Salud (SIGES). Disponible en: https://www.lampadia.com/assets/uploads_documentos/cd37d-sistema-integrado-de-gestion-para-los-establecimientos-de-salud-siges.pdf

Anexos

Anexo 1 – Matriz de actores y roles (Stakeholders)

Actor	Rol principal	Nivel de participación	Nivel de influencia	Grado de interés	Tipo de relación con el proyecto	Estrategia de vinculación
MINSA – Dirección de Salud Bucal / Oficina General de Tecnologías de la Información (OGTI)	Asesoría técnica y homologación con RENHICE.	Nacional	Muy alto	Alto	Institucional y técnico-normativo	Convenios marco y reuniones técnicas para homologación e interoperabilidad. Participación en comité asesor del proyecto.
Colegio Odontológico del Perú (COP)	Normas técnicas, difusión y validación profesional del odontograma digital.	Nacional	Muy alto	Muy alto	Normativo, gremial y de legitimidad profesional	Acuerdo de cooperación institucional. Validación del módulo de odontograma digital. Difusión entre colegiados.
Facultades de Odontología (UNFV, UNMSM, UCSUR, etc.)	Pilotos académicos y validación de usabilidad.	Regional	Alto	Muy alto	Académico y de transferencia tecnológica	Implementación de pilotos universitarios y formación de grupos de investigación en salud digital.
DISA/DIRESA	Coordinación para vigilancia bucal regional.	Regional	Medio	Alto	Coordinación descentralizada y sanitaria	Integración progresiva del aplicativo en estrategias de vigilancia regional. Participación en comités técnicos regionales.
Profesionales odontólogos	Uso clínico, registro y validación de fichas digitales.	Operativo	Medio	Muy alto	Usuario directo del sistema	Capacitación y acompañamiento continuo. Incorporación en fases piloto y de expansión.
Pacientes	Acceso a su información y recordatorios preventivos.	Comunitario	Bajo	Alto	Beneficiario final	Estrategias de comunicación y educación digital en salud bucal. Consentimiento informado para uso de datos.
Equipo técnico de desarrollo	Programación, QA, mantenimiento y ciberseguridad del sistema.	Operativo	Alto	Muy alto	Técnico y operativo	Supervisión directa por comité de proyecto. Auditorías periódicas de seguridad y calidad del software.
Comité de ética y protección de datos	Supervisión de privacidad, anonimización y consentimiento informado.	Transversal	Alto	Alto	Ético, regulatorio y transversal	Auditorías semestrales y revisión continua de cumplimiento normativo (Ley 29733 y principios de IA ética).

Anexo 2 – Matriz de Marco Lógico

Nivel	Descripción	Indicadores / Metas (24 meses)	Medios de verificación	Supuestos
FIN	Fortalecer la vigilancia epidemiológica y la gestión clínica de la salud bucal en el Perú mediante soluciones digitales interoperables y con capacidad de análisis inteligente.	- Reducción de 10% en prevalencia de caries en IE piloto. - 90% de interoperabilidad funcional con RENHICE. - Reportes de vigilancia automatizados trimestrales.	Informes MINSa, RENHICE, COP.	Prioridad institucional sostenida en salud bucal.
PROPÓSITO	Implementar un aplicativo de gestión y vigilancia clínica y epidemiológica bucal interoperable con capacidad de expansión hacia la inteligencia artificial.	- ≥80% odontólogos capacitados. - ≥70% pacientes con historias clínicas digitales activas. - ≥85% completitud de fichas clínicas. - Módulo IA funcional al mes 24.	Base de datos del sistema, encuestas, reportes de auditoría.	Aceptación de usuarios y conectividad adecuada.
COMPONENTE 1	Diseño, desarrollo y despliegue del aplicativo "ODONTODATOS".	- Uptime ≥99%. - Todas las funcionalidades implementadas según plan técnico. - Códigos abiertos documentados.	Informes de desarrollo, QA.	Recursos tecnológicos disponibles.
COMPONENTE 2	Integración y validación interoperable con sistemas nacionales (RENHICE) y sector privado.	- API HL7-FHIR operativa - 90% compatibilidad con estándares MINSa. - Piloto público implementado en 3 regiones.	Reportes técnicos de interoperabilidad.	Soporte de RENHICE; acuerdos interinstitucionales.
COMPONENTE 3	Formación, adopción y sostenibilidad.	- 500 odontólogos y 2.000 pacientes capacitados. - ≥80% satisfacción. - Comunidad digital activa (>200 usuarios mensuales).	Encuestas, listas de asistencia, métricas de uso.	Tiempo del personal de salud y soporte técnico constante
COMPONENTE 4	Gobernanza, ética y seguridad de datos.	- Política de privacidad publicada. - 3 auditorías/año. - Cero incidentes críticos de ciberseguridad.	Actas, informes de auditoría, logs de incidentes.	Cumplimiento de Ley 29733 (protección de datos).
COMPONENTE 5	Integración de analítica e inteligencia artificial en salud bucal.	- Algoritmo de predicción de riesgo de caries y abandono de tratamiento. - IA analítica implementada en dashboard epidemiológico - 2 publicaciones científicas derivadas.	Reportes técnicos, código fuente, publicaciones.	Disponibilidad de dataset anonimizado; ética en IA.

Anexo 3 – Estrategia e implementación

Fase	Meses	Sector y Alcance	Hitos principales	Actividades clave (por componentes)	Productos / Resultados
Fase I: Diseño y planificación	1–4	Sector privado y académico (clínicas privadas y universitarias, Lima).	Requisitos funcionales y arquitectura de datos aprobada.	<p>Componente 1 – Desarrollo tecnológico</p> <ul style="list-style-type: none"> • A1.1 Levantamiento de requerimientos funcionales • A1.2 Diseño del modelo de datos (MongoDB + FHIR). • A1.3 Elaboración de mockups y prototipo UX. • A1.4 Validación del flujo de datos y seguridad. • A1.5 Aprobación técnica por COP y comité asesor. <p>Componente 4 – Gobernanza y seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • A4.1 Creación del Comité de Ética y Privacidad. • A4.2 Redacción de políticas de manejo de datos. 	Documento técnico y arquitectura aprobada. Mockups funcionales y plan de gobernanza de datos.
Fase II: Desarrollo y pruebas piloto	5–12	Clínicas privadas y facultades de odontología (entornos controlados).	Desarrollo del MVP funcional validado y pruebas piloto ejecutadas.	<p>Componente 1 – Desarrollo tecnológico</p> <ul style="list-style-type: none"> • A1.6 Programación del backend y frontend. • A1.7 Validaciones clínicas (odontograma COP). • A1.8 Pruebas piloto con pacientes reales. <p>Componente 2 – Interoperabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • A2.1 Diseño de conectores HL7-FHIR. • A2.2 Implementación de validaciones automáticas. <p>Componente 3 – Capacitación y adopción</p> <ul style="list-style-type: none"> • A3.1 Diseño del plan de formación por roles. • A3.2 Implementación de microcursos digitales. <p>Componente 4 – Gobernanza y seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • A4.3 Auditoría inicial de ciberseguridad y pruebas de respaldo. 	Aplicativo Odontodatos v1.0 operativo y funcional. Capacitación inicial completada. Reportes piloto de usabilidad y validación técnica.
Fase III: Expansión y analítica avanzada	9–16	Consolidación en el sector privado y preparación de interoperabilidad con sector público.	Integración HL7-FHIR estable, tablero de vigilancia epidemiológica y módulo inicial de IA.	<p>Componente 2 – Interoperabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • A2.3 Implementación de tableros analíticos. • A2.4 Validación de intercambio seguro con sistemas externos. <p>Componente 3 – Capacitación y adopción</p> <ul style="list-style-type: none"> • A3.3 Creación de red de embajadores digitales (clínicas piloto). • A3.4 Talleres de sensibilización digital. <p>Componente 4 – Gobernanza y seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • A4.4 Auditorías de cumplimiento de la Ley 29733. <p>Componente 5 – Inteligencia Artificial</p> <ul style="list-style-type: none"> • A5.1 Consolidación de base de datos anonimizada para entrenamiento. • A5.2 Desarrollo de modelo de IA predictivo de riesgo de caries y abandono. 	Versión Odontodatos v2.0, con IA analítica inicial y tablero epidemiológico. Data set anonimizado estructurado. Alertas predictivas en funcionamiento (riesgo de caries y abandono).

				<ul style="list-style-type: none"> • A5.3 Implementación de dashboard analítico con visualización de alertas. 	
Fase IV: Integración pública y RENHICE	17–24	Sector público (MINSA, hospitales y centros de salud odontológicos regionales).	Interoperabilidad completa con RENHICE y evaluación final	<p>Componente 2 – Interoperabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • A2.5 Adaptación final del API y protocolos RENHICE. • A2.6 Implementación piloto en tres regiones del país. <p>Componente 4 – Gobernanza y seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • A4.5 Auditoría nacional de interoperabilidad. • A4.6 Evaluación ética del intercambio de datos. <p>Componente 5 – Inteligencia Artificial</p> <ul style="list-style-type: none"> • A5.4 Pruebas de validación ética, precisión y no sesgo. • A5.5 Difusión de resultados científicos en congresos y revistas indexadas. <p>Componente 3 – Capacitación y adopción</p> <ul style="list-style-type: none"> • A3.5 Entrenamiento del personal público en el uso del sistema. 	Aplicativo interoperable y acreditado por RENHICE. Reportes automáticos de vigilancia bucal nacional. Artículos científicos publicados sobre IA aplicada a salud bucal. Informe final de impacto y plan de sostenibilidad.

Anexo 4 – Requisitos Administrativos

Categoría	Detalle / Descripción	Responsable / Entidad	Condición / Estado
1. Viabilidad técnica	Documento técnico validado (arquitectura, flujos, seguridad del sistema y pruebas piloto).	Equipo técnico Odontodatos / COP	Aprobado (Mes 4)
2. Viabilidad institucional	Convenio marco de cooperación interinstitucional MINSA–COP–Universidades.	COP / MINSA / UNFV	En trámite (Mes 3–6)
3. Viabilidad legal y normative	Cumplimiento de las leyes N.º 30024, N.º 29733 y N.º 31814; aplicación de la Norma Técnica de Salud del MINSA para el Registro del Odontograma.	Comité de Ética y Privacidad	Validado
4. Autorización y gobernanza	Creación del Comité de Ética, Privacidad y Datos; aprobación del plan de gobernanza digital.	COP / MINSA / OGTI	Constituido
5. Supervisión y control	Plan de monitoreo técnico y administrativo con reportes trimestrales.	Comité interinstitucional COP–MINSA–Universidades	Permanente
6. Sostenibilidad institucional	Incorporación del aplicativo en la agenda digital sanitaria (RENHICE).	COP / MINSA / OGTI	Proyectado post proyecto

Anexo 5 – Cuadro Presupuestal Detallado

Componente / Fase	Descripción del gasto	Monto estimado (S/)	Fuente de financiamiento	Observaciones
Componente 1	Desarrollo y programación del aplicativo, hosting y QA.	120,000	Aporte institucional / Fondo de innovación	Contratación de empresa tecnológica.
Componente 2	Integración e interoperabilidad con RENHICE y servicios FHIR.	50,000	MINSA / Cooperación técnica	Alineado a Ley 30024.
Componente 3	Formación y capacitación (docentes, odontólogos, asistentes).	30,000	COP / Universidades	Cursos y materiales digitales.
Componente 4	Gobernanza, seguridad y protección de datos.	30,000	COP / Fondos institucionales	Auditorías externas y asesoría legal.
Componente 5	Inteligencia Artificial: consolidación de base, modelado y validación.	50,000	FIDECOM / CONCYTEC / cooperación.	Incluye pruebas y publicaciones científicas.
Gestión general del proyecto	Coordinación, monitoreo y evaluación final.	15,000	COP / MINSA	Supervisión interinstitucional.
TOTAL ESTIMADO	–	295,000	Multifuente (COP–MINSA–Universidades)	Monto referencial a ajustar según presupuesto validado.

Anexo 6 – Cuadro de Monitoreo

Componente	Indicadores clave	Frecuencia de reporte	Responsable	Medio de verificación
1. Desarrollo tecnológico	% funcionalidades implementadas vs plan (meta 100%)	Mensual	Equipo de desarrollo	Informe QA / Bitácora DevOps
2. Interoperabilidad	% compatibilidad con estándares FHIR y RENHICE (meta ≥ 90%)	Trimestral	Líder técnico y MINSA–OGTI	Reporte técnico de interoperabilidad
3. Capacitación y adopción	% usuarios activos mensuales (meta ≥ 70%)	Trimestral	Coordinador de formación	Registro LMS / Encuestas post curso
4. Gobernanza y seguridad	Nº auditorías realizadas vs plan (meta ≥ 3/año)	Semestral	Comité de Ética y Seguridad	Actas y reportes de auditoría
5. Inteligencia Artificial	Exactitud del modelo predictivo (meta ≥ 85%)	Semestral	Equipo de IA / COP asesor	Reporte técnico de IA y validación ética

Anexo 7 – Cuadro de Evaluación

Nivel de objetivo	Indicadores finales de impacto	Fuente de verificación	Responsable de evaluación	Periodo de evaluación
Fin	Reducción \geq 10 % en prevalencia de caries en IE piloto. 90 % interoperabilidad RENHICE.	Encuestas epidemiológicas MINSA / RENHICE / COP informes.	MINSA – Dirección de Salud Bucal / COP.	Mes 24
Propósito	\geq 80 % odontólogos activos. \geq 70 % pacientes con historia digital. \geq 85 % completitud de registros.	Base de datos Odontodatos / auditorías.	Equipo técnico + COP + MINSA supervisión.	Mes 18–24
Componentes	Cumplimiento \geq 90 % de actividades planificadas por componente.	Informes trimestrales y matriz de seguimiento.	Coordinación de proyecto.	Trimestral
Eficiencia	Ejecución presupuestal \geq 95 %.	Informes financieros auditados.	Área administrativa.	Semestral
Sostenibilidad	Existencia de plan de continuidad y recurso técnico asignado post proyecto.	Actas de institucionalización / Convenios COP–MINSA.	Comité interinstitucional.	Mes 24

Anexo 8 – Diagrama técnico de arquitectura del sistema



Anexo 9 – Maqueta visual de Registro



9:41


odontodatos

Escoge tu perfil:

Profesional Paciente

Crea una cuenta
Ingresa tu correo electrónico
para registrarte en esta aplicación

correoelectrónico@odontodatos.pe

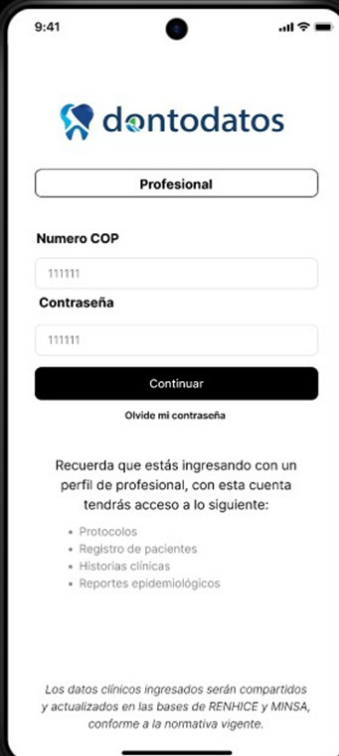
Continuar

Continuar con Google


Continuar con Apple

Al hacer clic en continuar, aceptas nuestros [Términos de servicio](#) y [Política de privacidad](#)

Anexo 10 – Maqueta Visual de acceso del odontólogo



9:41


odontodatos

Profesional

Numero COP

111111

Contraseña

111111

Continuar

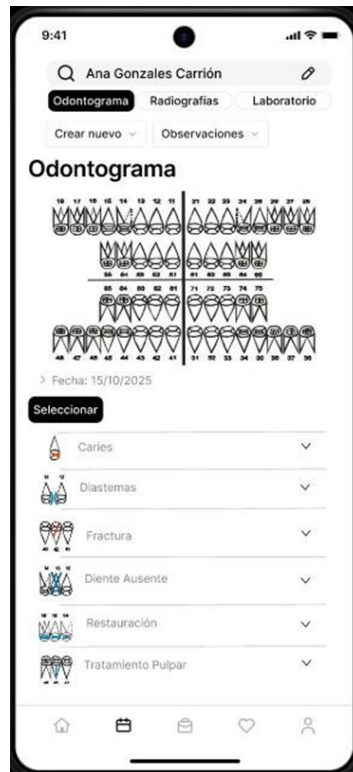
Olvide mi contraseña

Recuerda que estás ingresando con un perfil de profesional, con esta cuenta tendrás acceso a lo siguiente:

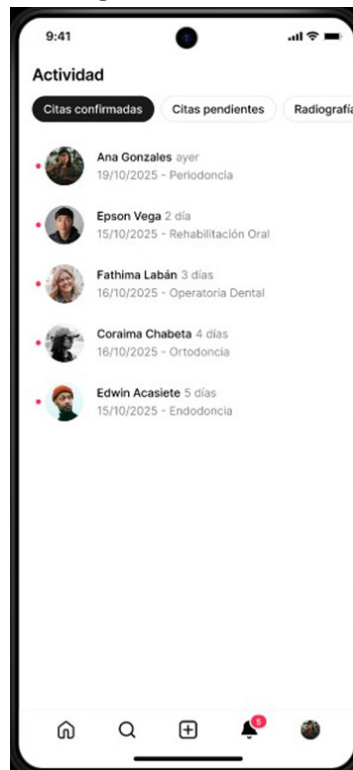
- Protocolos
- Registro de pacientes
- Historias clínicas
- Reportes epidemiológicos

Los datos clínicos ingresados serán compartidos y actualizados en las bases de RENHICE y MINSA, conforme a la normativa vigente.

Anexo 11 – Maqueta Visual de Panel principal del odontólogo



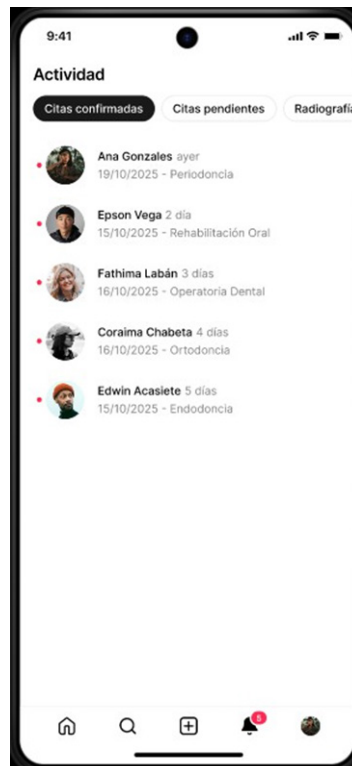
Anexo 12 – Maqueta Visual de la Programación de citas



Anexo 13 – Maqueta Visual interoperabilidad con RENHICE



Anexo 13 – Maqueta Visual de la Programación de citas



Anexo 14 – Maqueta Visual de Acceso de pacientes



Anexo 15 – Maqueta Visual de Perfil de paciente



Anexo 16 – Maqueta Visual de Encuestas predictivas

9:41

ENCUESTA PREDICTIVA

Responda estas preguntas

¿Cuántas veces al día se cepilla los dientes?

¿Con qué frecuencia usa hilo dental?

Sí No

¿Tiene dolor o molestias en la boca?

Sí No

¿Tiene caries dental? ¿Tiene enfermedad de las encías?

Sí No Sí No

¿Es diabético? ¿Cuándo se realizó su última limpieza dental?

Sí No Sí No

Enviar

🏠 🕒 🛒 🔔 👤

Prototipo de aplicación móvil para la optimización del registro clínico endodóntico mediante inteligencia artificial de reconocimiento de voz

Autora: C. D. Esp. Karen Sofia Pinedo Tellez

La documentación clínica en Endodoncia continúa realizándose de forma manual, lo que demanda tiempo, interrumpe el flujo de trabajo, y compromete la bioseguridad por el uso constante de las manos. Además, la ausencia de parámetros estandarizados genera alta variabilidad, registros incompletos, y pérdida de información valiosa para la continuidad del tratamiento, investigación, y gestión en salud digital.

Como propuesta de innovación, se propone el desarrollo y validación de un prototipo de aplicación móvil (MVP) que optimiza registro electrónico mediante inteligencia artificial (IA) de reconocimiento de voz y procesamiento de lenguaje natural (PLN). El sistema permite dictar los datos clínicos, procesarlos y organizarlos automáticamente en un formulario estructurado, facilitando la documentación eficiente sin comprometer la cadena de asepsia.

El diseño, desarrollado bajo principios de experiencia del usuario (UX) e interfaz del usuario (UI), incluye módulos de registro de pacientes, dictado de ficha clínica, adjunto de imágenes y estadísticas básicas. Se realizaron pruebas de usabilidad con odontólogos generales y especialistas, cuyos resultados orientaron las iteraciones al prototipo de alta fidelidad.

El impacto esperado incluye una mejora en la eficiencia del registro clínico, mayor estandarización de los datos y reducción del riesgo de pérdida de información. La propuesta es escalable a otras áreas de la odontología y se proyecta su futura interoperabilidad con sistemas de historia clínica electrónica (HCE).

Es fundamental resaltar que la aplicación actúa como herramienta de soporte al registro, siendo el odontólogo el responsable final sobre la verificación de la calidad y precisión de los datos. El proyecto se alinea con la Ley N° 31814, que promueve el uso responsable de la inteligencia artificial y la Ley N° 30421, Ley Marco de Telesalud, contribuyendo al fortalecimiento de la salud digital en el Perú.

Justificación e impacto esperado

La Endodoncia es un procedimiento odontológico de alta complejidad, que exige que el Cirujano Dentista mantenga una concentración constante y un control estricto de asepsia. Se deben realizar, además, registros de sintomatología, diagnóstico y detalles del procedimiento en la historia clínica del paciente. Este proceso presenta limitaciones importantes que impactan en la eficiencia y calidad del registro clínico.

En primer lugar, el llenado de fichas no suele realizarse de manera simultánea a la atención del paciente, ya que la atención en procedimientos odontológicos requiere el uso constante de las manos y de medidas de bioseguridad. Esto puede conllevar a la pérdida u omisión de datos.

En segundo lugar, el registro manual ya sea físico o electrónico, demanda tiempo adicional que podría destinarse a la atención al paciente.

Además, el llenado de la historia clínica física sin indicadores estandarizados queda sujeto al criterio del odontólogo tratante, generando falta de estandarización o variabilidad en los datos inclusive dentro de la misma institución.

Por otro lado, la historia clínica electrónica actualmente disponible no cubre las necesidades específicas para una documentación completa y práctica en endodoncia, ya que la mayoría de ellas están diseñadas para el entorno médico y no para necesidades odontológicas.

En consecuencia, el proceso en general es poco estructurado, carece de practicidad y dificulta el seguimiento. Esto afecta la calidad de atención del paciente, la continuidad de la atención, la toma de decisiones; así como la posibilidad del uso de datos en investigación, docencia y estrategias de salud digital.

Como propuesta de solución para esta problemática, se plantea el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil orientado a optimizar el registro clínico en endodoncia. Esta herramienta, apoyada de tecnologías de inteligencia artificial, permitirá el reconocimiento de voz del operador, así como el procesamiento, análisis, y organización automática de la información en formularios digitales estructurados.

El impacto esperado incluye una mejora en la eficiencia y calidad del registro clínico, reduciendo el tiempo destinado al llenado manual y manteniendo los estándares de bioseguridad. Así mismo, se busca uniformizar la información registrada, estableciendo parámetros válidos y replicables que faciliten la interpretación de los datos y garanticen la continuidad asistencial. Adicionalmente, esta herramienta presenta potencial de escalabilidad a otras especialidades de la odontología que requieran el uso estructurado de datos clínicos.

Objetivos

Objetivo general:

Desarrollar y validar un prototipo funcional de aplicación móvil que optimice el registro de datos clínicos de endodoncia, utilizando el reconocimiento de voz y la asistencia de inteligencia artificial.

Objetivos específicos:

- Identificar el flujo de trabajo, las necesidades y limitaciones actuales en el registro clínico de endodoncia, desde la perspectiva del Cirujano Dentista.
- Establecer los parámetros estandarizados y la estructura de los datos del registro clínico de endodoncia, creando un formulario digital que permita su complementación con IA.
- Diseñar una interfaz del usuario (UI) y experiencia del usuario (UX) del prototipo, que sea práctica, intuitiva y compatible con funciones de reconocimiento de voz.
- Desarrollar y validar una simulación de función asistida por inteligencia artificial, orientada a la organización y registro automático de los datos clínicos, a través del procesamiento de lenguaje natural.

Descripción técnica de la propuesta

Concepto y enfoque del proyecto

Este prototipo, desarrollado como Producto Mínimo viable (MVP), tiene como finalidad optimizar el registro estandarizado y organizado de la ficha clínica de endodoncia, mediante asistencia por inteligencia artificial (IA) de reconocimiento de voz y procesamiento de lenguaje natural (PLN).

El diseño de experiencia de usuario y las interfaces de la aplicación fueron elaboradas por la autora del proyecto, cirujano dentista con formación complementaria en diseño gráfico, UX/UI y salud digital. Este enfoque multidisciplinario ha permitido representar y traducir las necesidades clínicas reales del flujo de trabajo odontológico en soluciones digitales. Dicho enfoque está en concordancia con la Ley de Inteligencia Artificial de la normativa peruana, que promueve la formación de profesionales competentes para el aprovechamiento, desarrollo y uso de estas tecnologías.

Si bien el diseño se desarrolló siguiendo los lineamientos de interfaz y experiencia de usuario del sistema operativo iOS, con el objetivo de garantizar consistencia visual, estética, fluidez y control durante el proceso de dictado por voz; se proyecta la escalabilidad de la solución a otros sistemas operativos, como Android.

Arquitectura y flujo del sistema

Para esta propuesta, se plantearon los siguientes módulos funcionales: Inicio y registro de paciente, ficha y dictado, adjuntar imágenes, resumen y exportación, estadísticas básicas. (Anexo 1) Para el diseño del prototipo se agruparon algunas de estas funcionalidades con la finalidad de mejorar la experiencia del usuario. A partir de este análisis, se elaboró la arquitectura de la información, (Anexo 2) el flujo de tareas (Anexo 3) - representar el proceso que sigue el odontólogo para realizar una tarea- y el flujo de usuario (Anexo 4) - que define la secuencia de las pantallas y decisiones que guían al clínico durante el uso de la aplicación.

Inicialmente se realizaron encuestas a odontólogos que realizan tratamientos de endodoncia para conocer sus necesidades, y orientar el diseño del prototipo. Con esta información, se elaboraron prototipos en baja y mediana fidelidad (Anexo 5 y 6)

El núcleo del MVP está representado por la función de dictado por voz, para lo cual se diseñaron pantallas y transiciones que simulan una interacción real con la IA, tanto para el reconocimiento de voz, como para el procesamiento y organización estructurada de los datos clínicos en los campos correspondientes de la ficha. (Anexo 7)

Es importante destacar que esta aplicación está diseñada como una herramienta de soporte al registro. Dado que emplea el método de reconocimiento de voz y Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN), es imprescindible que el Cirujano Dentista verifique la calidad y precisión de la transcripción; y la correcta organización de los datos en la ficha digital. El odontólogo mantiene la responsabilidad legal sobre la exactitud de los datos anotados, siendo el responsable final del registro.

Desarrollo y validación del prototipo

El prototipo de mediana fidelidad, sin color, fue validado con cinco profesionales odontólogos mediante pruebas de usabilidad. A partir de los resultados obtenidos, se realizaron iteraciones en la estructura y navegación, las cuales se incorporaron a la versión de alta fidelidad, que representa el MVP del proyecto.

A futuro, se podría diseñar un prototipo más completo que permita la interoperabilidad con la historia clínica electrónica (HCE), con la finalidad de optimizar flujos de trabajo en el ámbito hospitalario y mejorar la toma de decisiones en salud pública y el aprovechamiento de datos.

Etapas de desarrollo o implementación

El proceso metodológico para el desarrollo del prototipo abarcó las siguientes etapas:

Investigación del usuario y definición del problema

Se inició con la búsqueda de aplicaciones similares existentes con el fin de identificar fortalezas y limitaciones actuales. Por otro lado, se evaluaron las necesidades en el registro clínico de endodoncia mediante encuestas dirigidas a odontólogos generales y especialistas, lo que permitió empatizar con su realidad y expectativas. (Anexo 8)

Determinación de funcionalidades y arquitectura de la información

En esta etapa se clasificaron los módulos principales de la aplicación, así como su jerarquía. Se definieron las funcionalidades mínimas para el MVP, priorizando la coherencia con el flujo clínico de la atención odontológica en endodoncia. Además, se estructuró el contenido de la ficha clínica, dividida en tres secciones principales: “Evaluación”, “Diagnóstico” y “Tratamiento”.

Diseño de prototipos en baja y mediana fidelidad

Se elaboraron wireframes sin color en la aplicación Figma, incluyendo las interacciones básicas, para validar la claridad del flujo con usuarios. Durante esta fase se implementaron interacciones animadas para representar la detección del dictado por voz y el llenado automático de los campos del formulario digital.

Validación del prototipo

Esta es una de las etapas más importantes para identificar mejoras en la experiencia del usuario. Se realizaron pruebas con cinco usuarios reales, entre odontólogos generales y

especialistas en endodoncia, a fin de identificar fluidez y comprensión de la interfaz. Se emplearon métricas de eficacia, eficiencia y satisfacción. (Anexo 9)

Las principales recomendaciones obtenidas de los usuarios que participaron en la validación de prototipos de mediana fidelidad, y que en su mayoría fueron incorporadas en la versión de alta fidelidad son:

- Se observó la necesidad de mejorar la visibilidad de las pestañas del registro (Evaluación, Diagnóstico y Tratamiento) debido a su tamaño reducido y la falta de orientación clara sobre el flujo secuencial de la ficha clínica.
- Se requirió una reubicación y un mayor realce del botón de dictado por voz para asegurar que el componente no se pierda en la pantalla.
- Se recomendó mejorar la representación gráfica de las opciones de fotografía y radiografía para evitar confusiones en la sección de adjuntos.
- Fue necesario mejorar el diseño de la jerarquía visual mediante el resaltado de los botones de acción principales.
- Algunos usuarios sugirieron la adaptabilidad del diseño a formatos de tablet o laptop, manifestando la necesidad de visualizar y gestionar datos en pantallas más amplias, además de la imagen de profesionalismo proyectada al paciente. Esta recomendación se considera para una actualización futura.

Iteración y diseño del prototipo en alta fidelidad

Con base en los resultados derivados de la validación previa, se incorporaron los ajustes pertinentes para la presentación del prototipo en alta fidelidad. En este punto se realizó también la definición de la identidad visual de aplicación (Anexo 10) se optimizaron de las interacciones y se perfeccionó la simulación del dictado asistido por IA. (Anexo 11)

Validación final del MVP

Se efectuó una validación final con tres usuarios, de forma dirigida y breve, enfocada en probar la funcionalidad final del prototipo y la claridad del flujo clínico.

Como conclusión de esta etapa, los usuarios resaltaron la practicidad y el diseño organizado de las pantallas. Específicamente, la función de dictado por voz generó una alta expectativa, lo que valida la propuesta de valor del MVP como una herramienta eficiente y centrada en el flujo de trabajo clínico.

Etapas futuras: Proyección a implementación real

Se plantea el desarrollo y programación del software funcional e integración de tecnologías de inteligencia artificial de reconocimiento de voz y procesamiento de lenguaje natural. Se evalúa además su escalabilidad a otras áreas clínicas de la odontología y su interoperabilidad con la historia clínica electrónica.

Para garantizar la transparencia y la seguridad legal, se podría integrar un mecanismo de Consentimiento Informado Digital, en el cual el paciente, además de ser informado del tratamiento, autorice expresamente el registro de su caso en la ficha digital y el uso de inteligencia artificial para el procesamiento de sus datos.

Tecnologías utilizadas

Planificación y desarrollo del prototipo

- Google Forms, para la recolección de datos de investigación del usuario (encuestas a odontólogos)
- Whimsical, para la diagramación de la arquitectura de información, flujos de tareas y flujos de usuario.
- Figma, para el diseño de las interfaces, interacciones y flujos interactivos de mediana y alta fidelidad, simulando las funciones de dictado y procesamiento de datos.
- Adobe Illustrator, para la identidad visual y íconos y componentes gráficos complementarios al prototipo.

Para implementación futura

- Flutter o React Native, frameworks para el desarrollo móvil multiplataforma, que permitirá ampliar la compatibilidad hacia otros sistemas operativos, manteniendo coherencia visual.
- Whisper (Open AI) o Google Speech-to-Text, servicios de reconocimiento de voz basados en inteligencia artificial, para la función de dictado clínico. Considerar que debe ser segura y adaptable al contexto odontológico.
- Modelo de IA integrado de procesamiento de lenguaje natural, que permite que el sistema comprenda, clasifique y organice la información recibida en los campos correspondientes del formulario digital.
- Firebase o PostgreSQL, bases de datos estructurados, para el almacenamiento seguro de los registros clínicos digitales (pacientes, fichas, estadísticas, etc.).
- Se plantea la incorporación de medidas de autenticación y cifrado, siguiendo principios de privacidad, con el fin de garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos clínicos registrados.

Sustento bibliográfico o normativo

Perú, Congreso de la República. Ley N° 31814, Ley que promueve el uso de la inteligencia artificial en favor del desarrollo económico y social del país. Lima: Diario Oficial El Peruano; 2023 Jul 19.

Perú, Congreso de la República. Ley N° 30421, Ley Marco de Telesalud. Lima: Diario Oficial El Peruano; 2016 Abr 02.

World Health Organization. WHO guideline: recommendations on digital interventions for health system strengthening [Internet]. Geneva: WHO; 2019 [citado 17 oct 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550505>

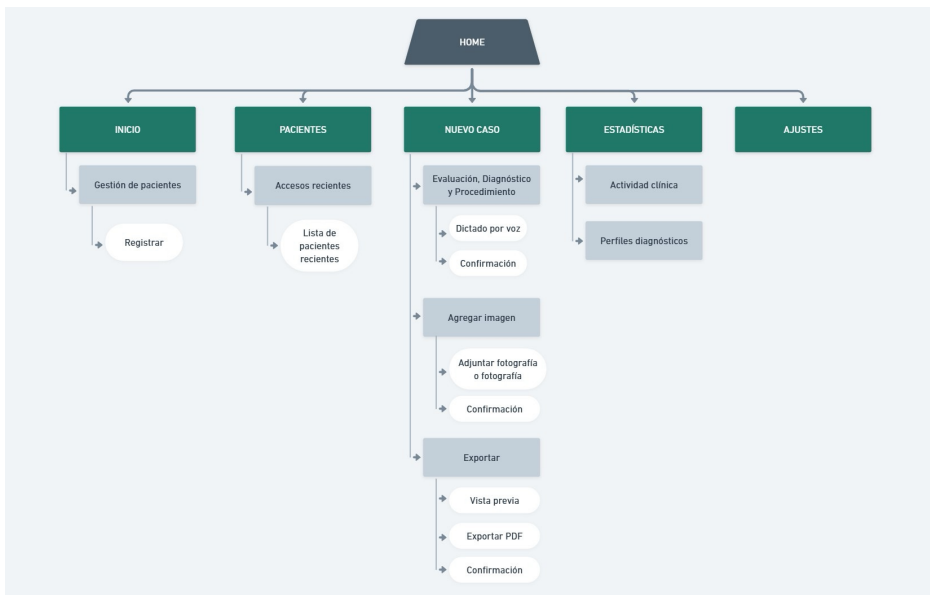
Interaction Design Foundation. The basics of user experience design [Internet]. Aarhus (Denmark): Interaction Design Foundation; 2023 [citado 17 oct 2025]. Disponible en: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ux-design>

Anexos

Anexo 1. Funcionalidades del MVP (Producto mínimo viable)

<p>1. Módulo de Inicio y paciente</p> <ul style="list-style-type: none"> Registro de paciente nuevo 	<p>2. Módulo de ficha y dictado (núcleo del MVP)</p> <ul style="list-style-type: none"> Ficha digital básica Campos de selección rápida Dictado por voz (simulado) Edición manual posterior Guardado automático del registro 	
<p>3. Módulo de adjuntos</p> <ul style="list-style-type: none"> Adjuntar fotos o radiografías Visualización en miniatura 	<p>4. Módulo de resumen y exportación</p> <ul style="list-style-type: none"> Resumen del caso Exportar resumen (PDF simulado) 	<p>5. Módulo de estadísticas básicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Recuento de casos tratados Datos básicos de desempeño

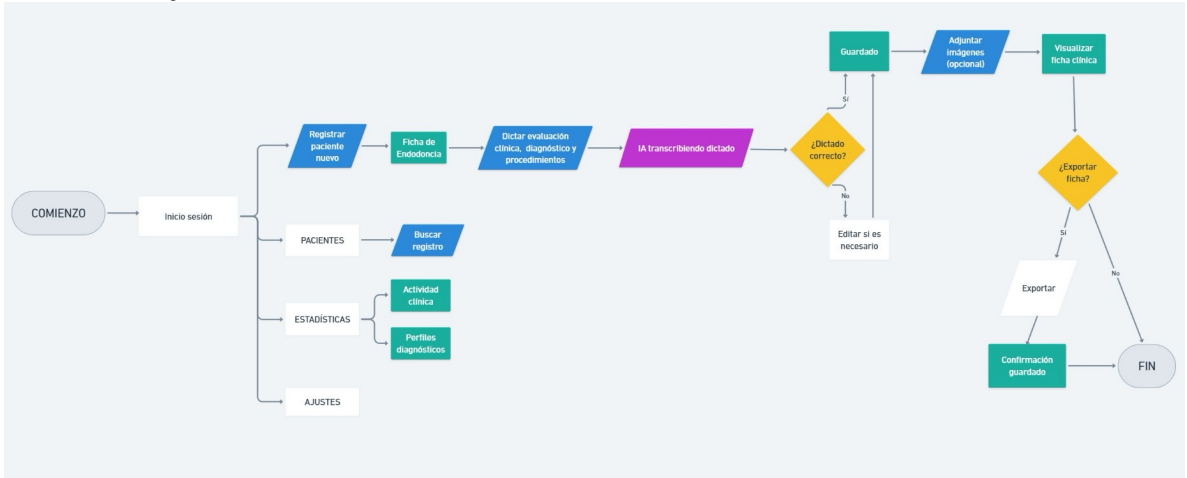
Anexo 2. Arquitectura de la información



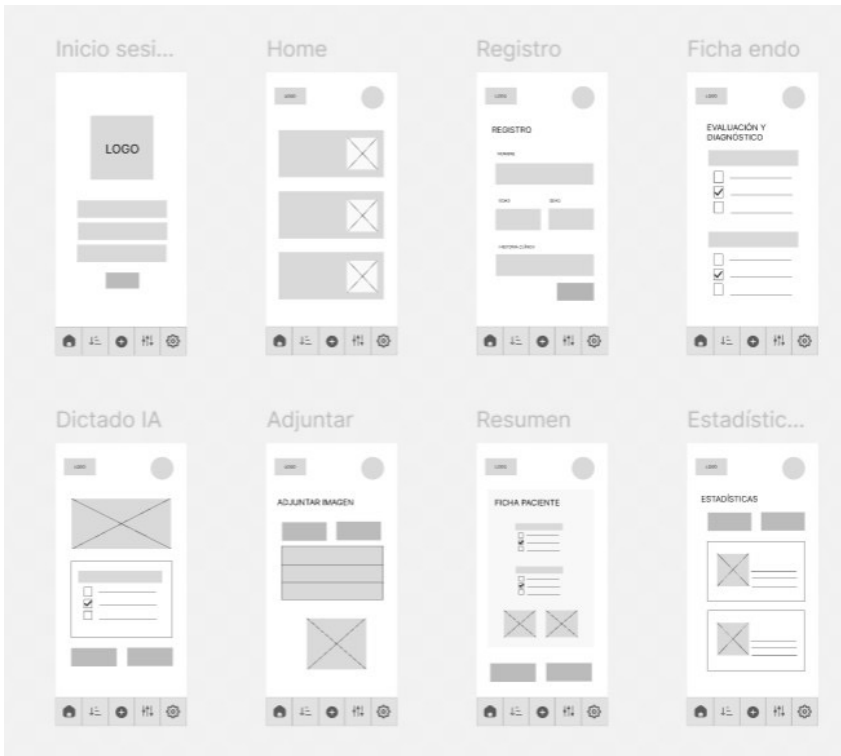
Anexo 3. Flujo de tareas para registro clínico



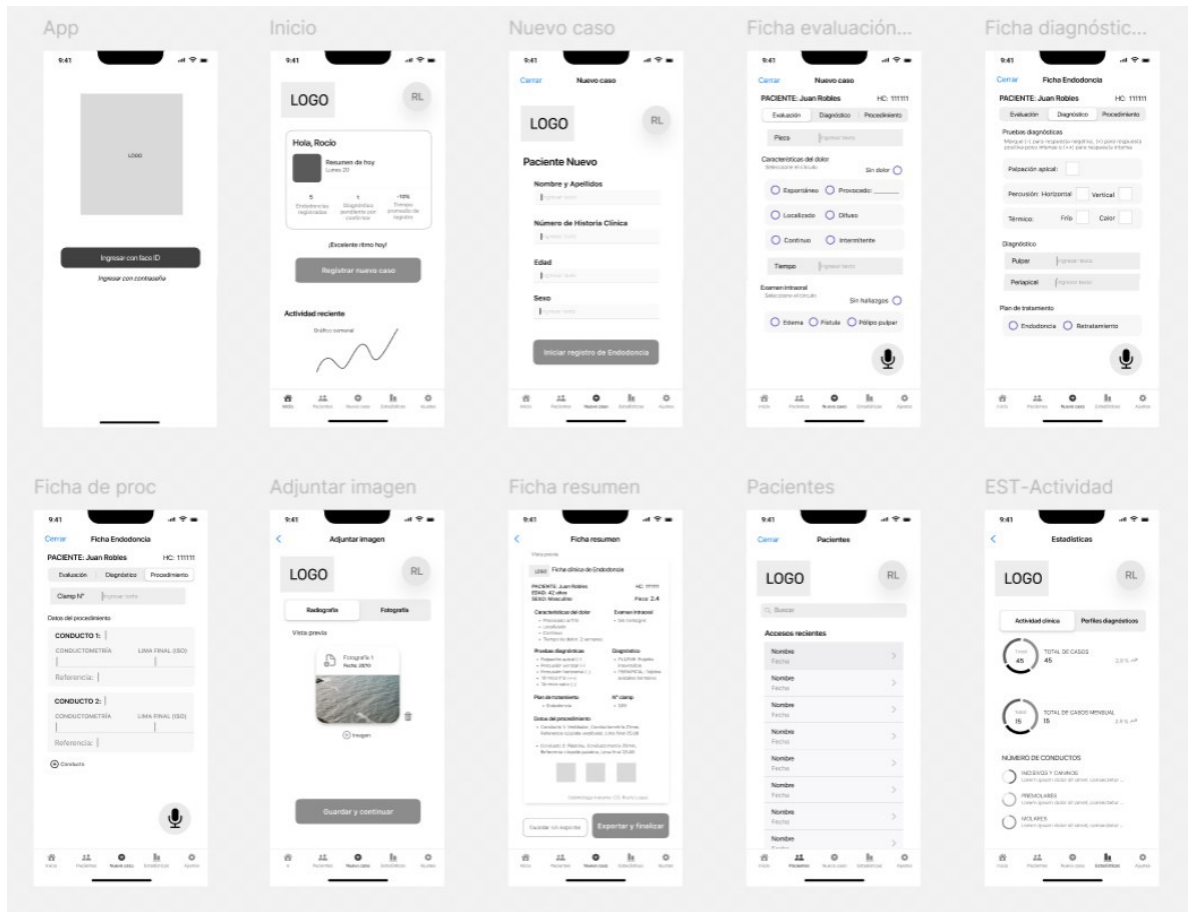
Anexo 4. Flujo del usuario



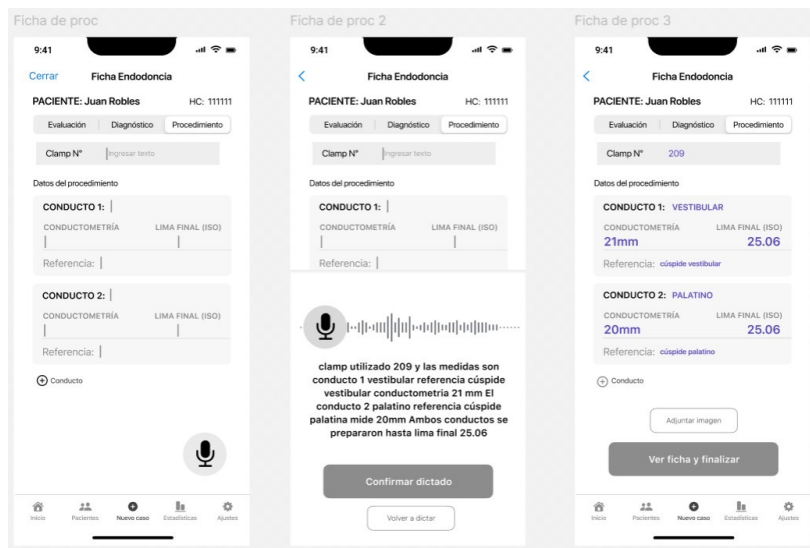
Anexo 5. Wireframes digitales en baja fidelidad



Anexo 6. Wireframes digitales en fidelidad media



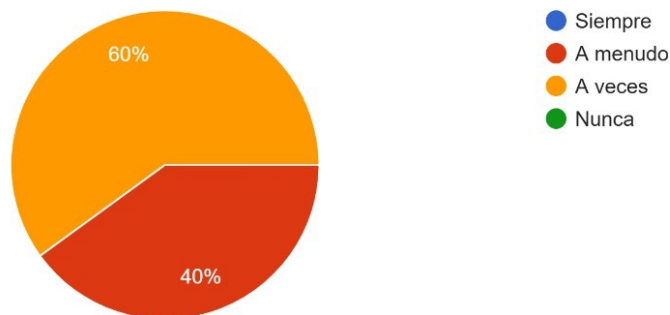
Anexo 7. Wireframes en fidelidad media representativos del dictado por voz



Anexo 8. Encuesta: Necesidades en el registro clínico digital en Endodoncia

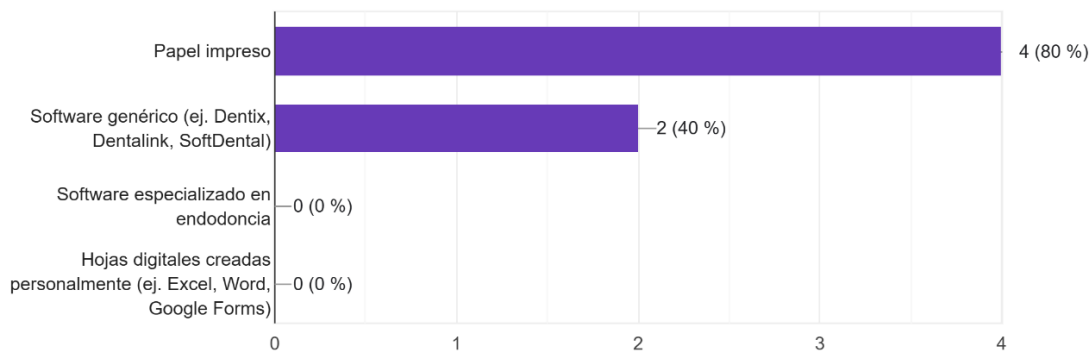
1. ¿Con qué frecuencia utiliza actualmente una ficha clínica digital en sus tratamientos endodónticos?

5 respuestas



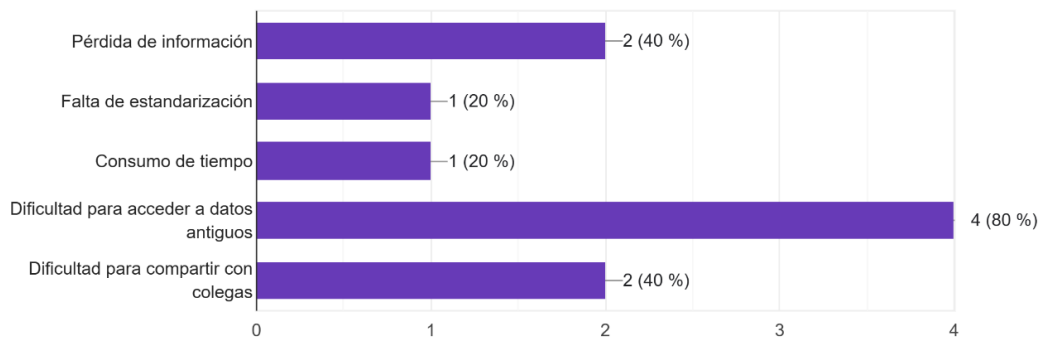
2. ¿Qué tipo de ficha clínica utiliza con más frecuencia?

5 respuestas



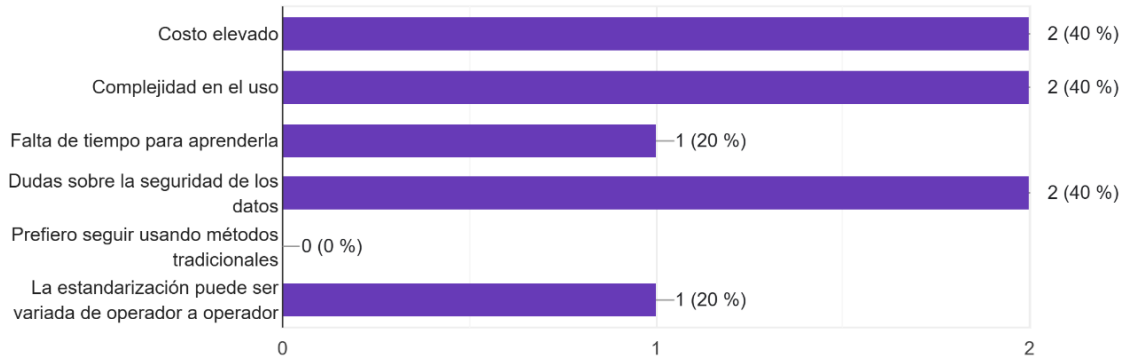
3. ¿Cuáles son los principales problemas que encuentra en el registro de datos en endodoncia? (puede marcar más de una opción)

5 respuestas



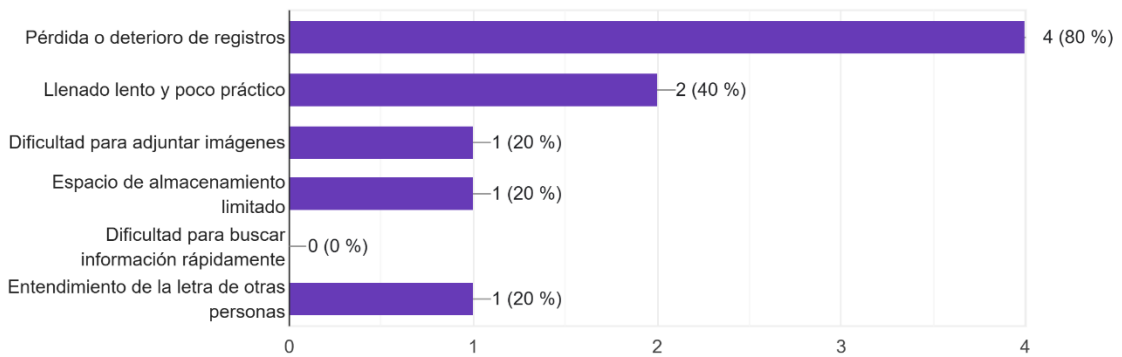
4. ¿Qué barreras le harían NO usar una app de este tipo? (puede marcar más de una opción)

5 respuestas



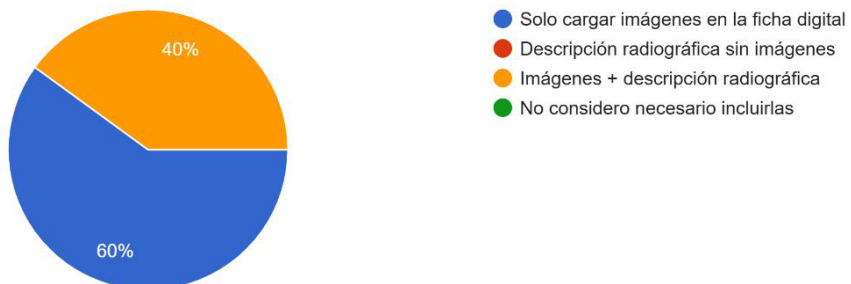
5. ¿Qué dificultades encuentra con las fichas clínicas actuales (papel o digital)? (puede marcar más de una opción)

5 respuestas



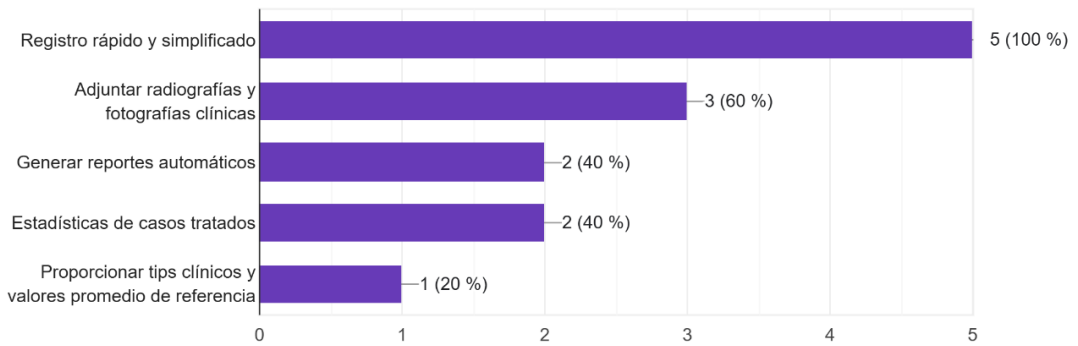
6. ¿Cómo prefiere registrar la información radiográfica?

5 respuestas



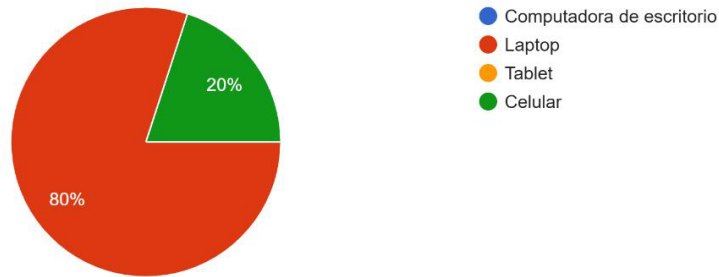
7. ¿Qué funcionalidades le resultarían más útiles en una aplicación de ficha digital para endodoncia? (puede marcar más de una opción)

5 respuestas



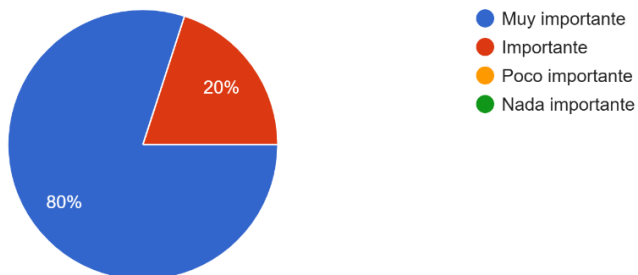
8. ¿Qué dispositivos prefiere para el registro digital en endodoncia?

5 respuestas



9. ¿Qué tan importante considera que la ficha digital tenga la opción de exportar información (PDF, Excel, otros)?

5 respuestas



Anexo 9. Pruebas de usabilidad en prototipo de fidelidad media

a) Métrica: Eficacia

El porcentaje de tareas completadas correctamente por el usuario.

TAREA	U1	U2	U3	U4	U5	PROMEDIO
Registrar nuevo paciente	1	1	1	1	1	1
Dictar ficha clínica	1	0	1	0	1	0.6
Exportar ficha	1	0	1	0	1	0.6

1: Completó

0: No completó

Interpretación: Todos los usuarios completaron la tarea “Registrar nuevo paciente” – excelente usabilidad, pero solo 3 de 5 usuarios lograron completar la tarea “Dictar ficha clínica” y “Exportar ficha”- lo cual indica baja eficacia.

Conclusión: el registro funciona bien, pero el flujo de dictado y exportación necesitan simplificarse o explicarse mejor.

b) Métrica: Eficiencia

Cuántos pasos toma al usuario completar una tarea correctamente

TAREA	U1	U2	U3	U4	U5	PROMEDIO
Registrar nuevo paciente	3	3	3	3	3	3
Dictar ficha clínica	7	8	7	12	9	8.6
Exportar ficha	2	6	3	4	2	3.4

(Mientras menos pasos → mayor eficiencia)

Interpretación: El flujo para registrar nuevo paciente es muy eficiente, y el de exportar ficha es eficiente. El flujo para dictar ficha clínica genera confusión, es excesivo.

Conclusión: La etapa de dictado es la más problemática, y presenta mayor complejidad.

c) Métrica: Satisfacción

Evalúa la percepción subjetiva de los usuarios sobre la facilidad de uso, claridad y utilidad. Cada ítem tiene un puntaje de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).



Interpretación: Las valoraciones más altas correspondieron a la utilidad del dictado por voz (4.8) y la intención de uso en la práctica clínica (4.6). Las áreas con menor puntuación se relacionaron con la conclusión de tareas (4.0), claridad de la información (4.2) y la facilidad general de uso (4.2). El promedio total de satisfacción fue de 4.4.

Conclusión: La etapa de dictado es la más problemática, y presenta mayor complejidad, lo que sugiere mejoras en la fluidez de la interfaz y mensajes del sistema. En general, el prototipo muestra alta satisfacción, con excelente aceptación de la función de dictado y buena percepción de utilidad clínica. Se evidencia una percepción positiva del potencial de la herramienta.

Anexo 10. Identidad visual

a) Icon design



b) UI KIT

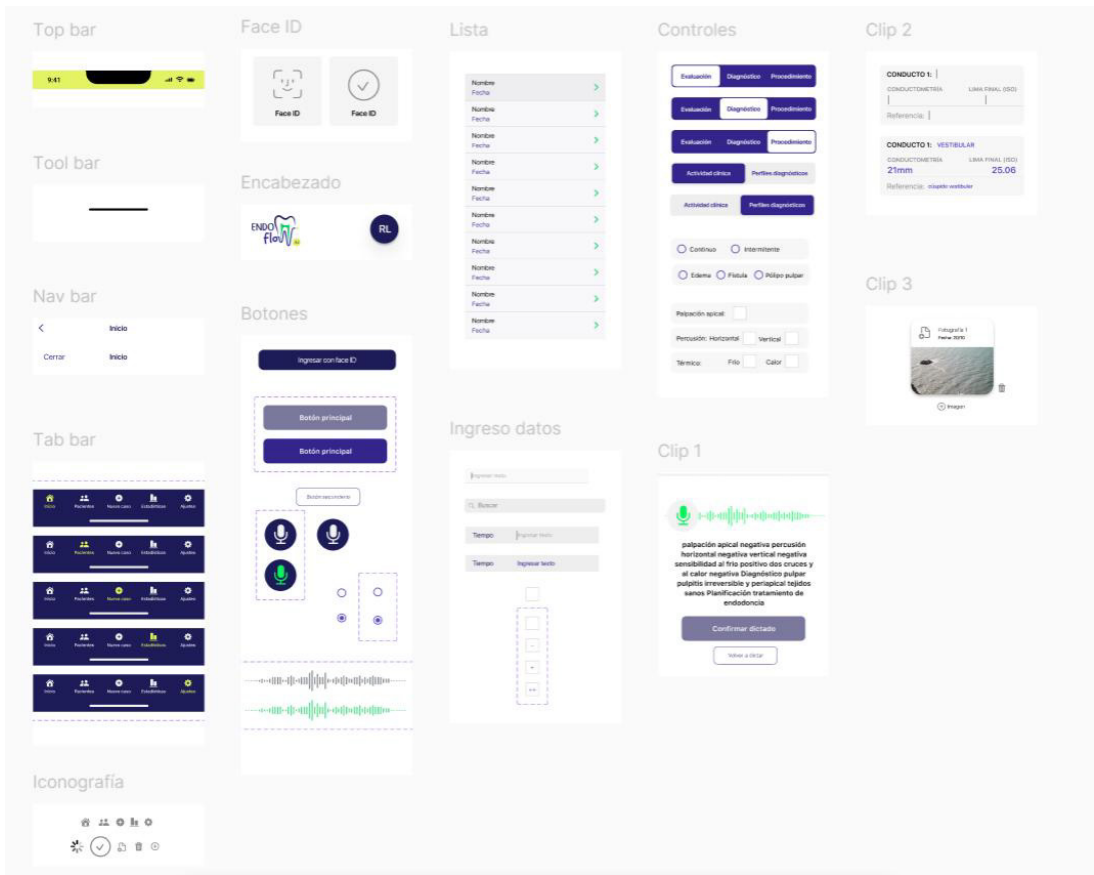
- Código cromático



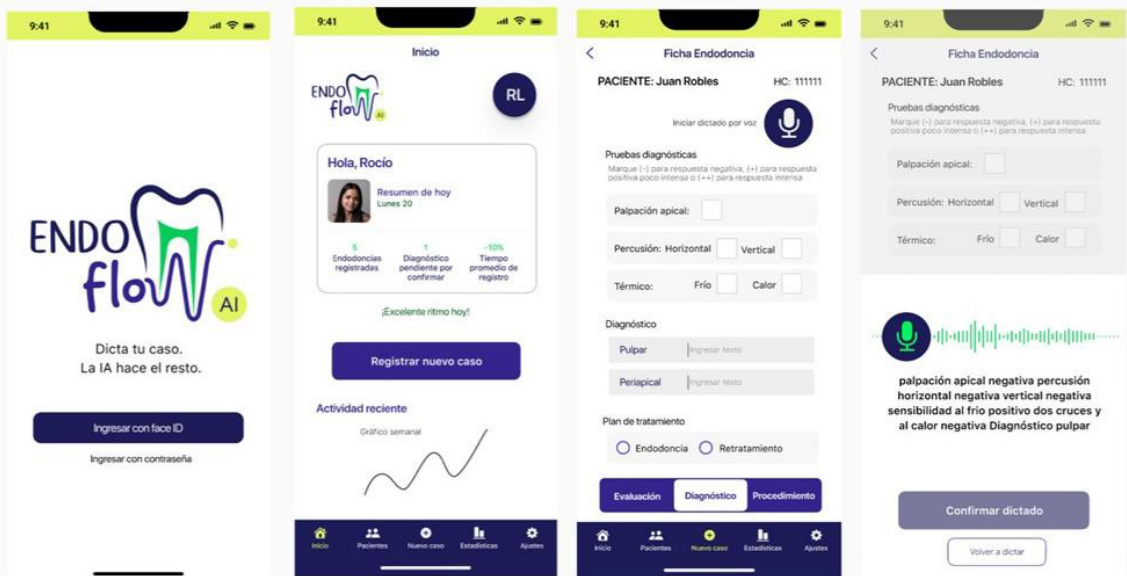
- Tipografías

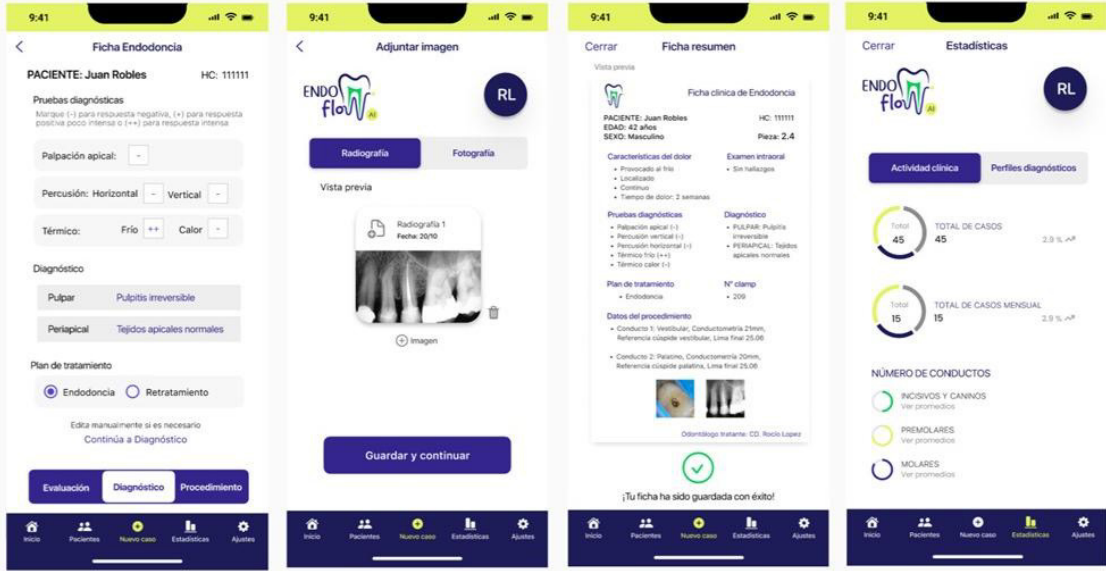
Título de pantalla	SF Pro Display Semibold 17
Botones principales	
Título de campo	SF Pro Display Regular 15
Botones secundarios	
Título de sección	SF Pro Display Regular 13
Dictado	SF Pro Text Semibold 16
Texto principal	SF Pro Text Regular 14
Texto secundario	SF Pro Text Light 13
SUBLEYENDAS	SF Pro Text Medium 10

- Componentes

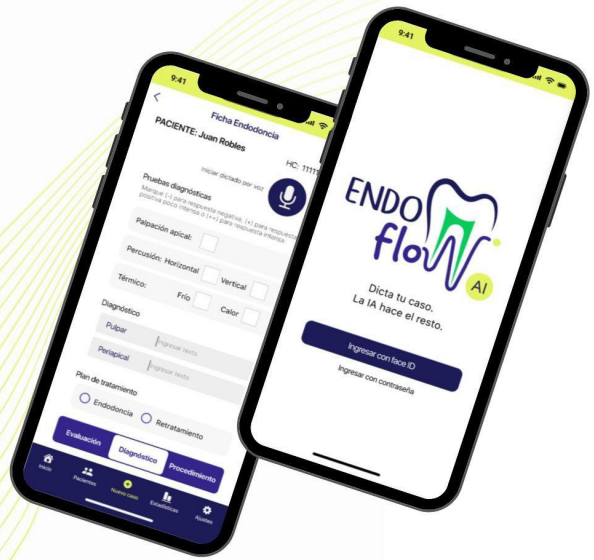


Anexo 11. Wireframes digitales en alta fidelidad





LINK AL PROTOTIPO FUNCIONAL



DERECHOS DEL PACIENTE ODONTOLÓGICO DIGITAL

1. Tiene derecho a saber cuándo se utiliza inteligencia artificial o tecnología digital en su atención odontológica.
2. Tiene derecho a que sus datos clínicos, imágenes y registros digitales sean protegidos con confidencialidad y seguridad.
3. Tiene derecho a recibir una explicación clara y comprensible sobre toda recomendación apoyada por algoritmos o IA.
4. Tiene derecho a que toda decisión tecnológica sea revisada y validada por un Cirujano Dentista.
5. Tiene derecho a no ser discriminado por sesgos tecnológicos, digitales, sociales, clínicos o algorítmicos.
6. Tiene derecho a que la tecnología fortalezca su atención, sin despersonalizar la relación con el profesional.
7. Tiene derecho a saber qué datos se recolectan, para qué se usan, quién accede a ellos y cómo se resguardan.
8. Tiene derecho a brindar consentimiento informado para el uso de teleodontología, plataformas digitales o IA.
9. Tiene derecho a que toda atención digital quede registrada, documentada y trazable en su historia clínica.
10. Tiene derecho a una atención digital inclusiva, accesible y adaptada a sus capacidades y condiciones.
11. Tiene derecho a que la innovación tecnológica se utilice con ética, prudencia, evidencia científica y responsabilidad profesional.
12. Tiene derecho a una Odontología digital segura, humana, transparente y centrada en su dignidad.

Odonto_log.IA[®]

CAPÍTULO 5

TECNOLOGÍA ODONTOLÓGICA Y FLUJO DIGITAL – ROBÓTICA APLICADA

El último capítulo recoge dos propuestas que integran tecnologías avanzadas y flujo digital completo al servicio del diagnóstico y la planificación odontológica. Se presenta un kit rápido de diagnóstico precoz de cáncer bucal con soporte en IA, así como un modelo de flujo digital integral basado en software libre para la planificación y diseño odontológico 3D mediante escaneo facial y dental. Estas iniciativas ilustran cómo la tecnología odontológica y el flujo digital contribuyen a una práctica más precisa, mínimamente invasiva y documentada, articulando diagnósticos tempranos, planificación virtual y ejecución clínica en un ecosistema digital coherente.

- ONCOBUCAL – Kit Rápido de Diagnóstico Precoz de Cáncer Bucal con soporte en IA
- Flujo Digital Integral con Software Libre para la Planificación y Diseño Odontológico 3D mediante Escaneo Facial y Dental

ONCOBUCAL: Kit rápido de diagnóstico precoz de cáncer bucal con soporte en Inteligencia Artificial

*Autores: Ramón Alfredo Gálvez Núñez
Nelsa María Gracia Gálvez Díaz*

El cáncer bucal en el Perú se diagnostica en etapas avanzadas en más del 60% de los casos, lo que conlleva alta mortalidad, elevados costos de tratamiento y escaso acceso a detección temprana en poblaciones vulnerables. OncoBucal propone un kit rápido tipo prueba de embarazo, basado en saliva, para la detección de biomarcadores de cáncer bucal, complementado con inteligencia artificial (IA) y teleodontología. El dispositivo permitirá obtener un resultado positivo/negativo en 10 minutos, con la opción de registro y análisis digital en una aplicación móvil conectada a historia clínica electrónica y derivación inmediata mediante telesalud. El impacto esperado es la democratización del diagnóstico temprano, la reducción de costos en salud pública y la mejora de la calidad de vida de pacientes. El proyecto fortalece el rol del cirujano dentista como profesional médico, en concordancia con la Ley N.º 32210, y posiciona al Perú como líder regional en innovación odontológica apoyada en biotecnología e IA generativa.

Justificación e Impacto esperado

El cáncer bucal es una enfermedad prevenible y detectable en etapas tempranas mediante biomarcadores salivales. Sin embargo, en el Perú y en muchos países en desarrollo, el diagnóstico sigue siendo tardío. OncoBucal permitirá reducir la mortalidad, mejorar el acceso a pruebas rápidas en poblaciones vulnerables y optimizar recursos en salud pública.

Impacto gremial: El proyecto fortalece el rol del cirujano dentista como actor clave en la detección oncológica temprana, en concordancia con la Ley 32210, y visibiliza el aporte de la odontología peruana a la salud mundial.

OncoBucal, se sustenta en la Ley N.º 32210, que reconoce al cirujano dentista como profesional médico en acto estomatológico, legitimando su rol en el diagnóstico precoz de cáncer bucal. Esta propuesta no compite con la medicina general, sino que fortalece el acceso equitativo a la salud, optimizando recursos y ampliando cobertura, como marco de derecho fundamental y como parte de la salud integral de la población.

Objetivos

- Validar biomarcadores salivales con soporte académico.
- Diseñar el dispositivo de prueba rápida.
- Integrar IA y teleodontología en el flujo clínico.
- Escalar la solución en Perú y expandirla a nivel global.

Descripción técnica de la propuesta

Nombre del proyecto: OncoBucal – Kit rápido de diagnóstico precoz de cáncer bucal con soporte en Inteligencia Artificial.

Naturaleza tecnológica: OncoBucal es un dispositivo biomédico portátil de diagnóstico rápido, diseñado bajo el modelo de un lateral flow assay (similar a una prueba de embarazo), capaz de detectar biomarcadores salivales asociados al carcinoma escamocelular oral (OSCC).

Componentes principales del sistema:

1. Kit físico de diagnóstico

- Basado en inmunocromatografía en tiras reactivas.
- Detecta biomarcadores validados (ej. mRNA, proteínas específicas, ADN tumoral libre en saliva).
- Resultado visible en 10 minutos: positivo/negativo.

2. Módulo digital complementario

- Lector óptico mediante cámara de smartphone o escáner portátil.
- Aplicación móvil vinculada a IA generativa entrenada en imágenes y patrones de biomarcadores.
- Reporte automático con probabilidad diagnóstica y registro en Historia Clínica Electrónica (HCE).

3. Integración con Teleodontología/Telesalud

- En caso de resultado positivo → derivación automática a un especialista mediante red de telesalud.
- Posibilidad de teleconsulta y seguimiento longitudinal.

Innovación diferenciadora:

- Primer kit salival portátil en Perú con soporte de IA y teleodontología.
- Adaptable a contextos de baja infraestructura (zonas rurales, postas de salud).
- Integra biotecnología diagnóstica + salud digital en un único sistema.
- Potencia el rol del cirujano dentista como médico estomatológico (Ley N.º 32210).

Proceso de validación técnica (propuesto):

- Fase 1: selección y validación de biomarcadores salivales en cohortes peruanas (n ≥ 200).
- Fase 2: desarrollo de prototipo de tiras reactivas y pruebas en laboratorio.
- Fase 3: integración del módulo digital con IA entrenada en imágenes de resultados y datos clínicos.
- Fase 4: estudio piloto multicéntrico en universidades y hospitales de referencia.
- Fase 5: certificación regulatoria (DIGEMID, FDA, CE).

Aplicabilidad clínica y social:

- *Herramienta de cribado primario en postas de salud, campañas comunitarias y consultorios privados.
- Escalable a nivel nacional e internacional.
- Contribuye a la detección precoz, reduciendo la mortalidad y los costos en salud pública.

*Se refiere a que el kit OncoBucal funcionaría como una prueba de tamizaje inicial (screening o cribado primario) para detectar posibles casos de cáncer bucal antes de llegar a etapas avanzadas.

Etapas de Desarrollo e implementación

Fase 1 (2025–2026): Validación de biomarcadores en laboratorio (200 pacientes). Fase 2 (2026–2027): Piloto clínico con universidades y MINSA; desarrollo de prototipo funcional.

Fase 3 (2027–2028): Desarrollo del dispositivo final + software IA; pruebas clínicas ampliadas.

Fase 4 (2028–2029): Certificación regulatoria (DIGEMID / FDA / CE).

Fase 5 (2029 en adelante): Escalamiento nacional e internacional

Tecnologías utilizadas

1. Biotecnología y biosensores para la detección temprana de lesiones sospechosas.
2. Inteligencia Artificial Generativa (IA) para análisis de datos, registro automatizado en historias clínicas y telemonitoreo mediante App móvil.

Teleodontología y Telesalud para derivación temprana de casos positivos, conforme a la Ley Marco de Telesalud (Ley N.º 30421)

Ruta de Financiamiento y Escalamiento

- Fase 1: ProInnovate / CONCYTEC → prototipo.
- Fase 2: StartUp Perú / BID Lab / MINSA → escalamiento nacional.
- Fase 3: Horizon Europe / Gates Foundation → internacionalización.

Sustento bibliográfico y normativo

Warnakulasuriya S, et al. *Oral potentially malignant disorders.* Oral Diseases. 2021.
Sharma S, et al. *Saliva-based detection of oral cancer biomarkers.* Oral Oncology. 2021.
Schwendicke F, Samek W, Krois J. *Artificial intelligence in dentistry.* J Dent Res. 2020.
Estai M, Kanagasingam Y. *Teledentistry programs: systematic review.* J Telemed Telecare. 2018.
Wong et al. (2008–2012), NIH/NIDCR – Salivary Biomarkers for Early Oral Cancer Detection, UCLA.

Marco Legal

Ley N.º 32210: Reconoce al cirujano dentista como profesional médico en acto estomatológico.

Ley N.º 31814: Promueve la IA en salud.

Ley N.º 30421: Ley Marco de Telesalud

Anexos – Proyecto OncoBuca

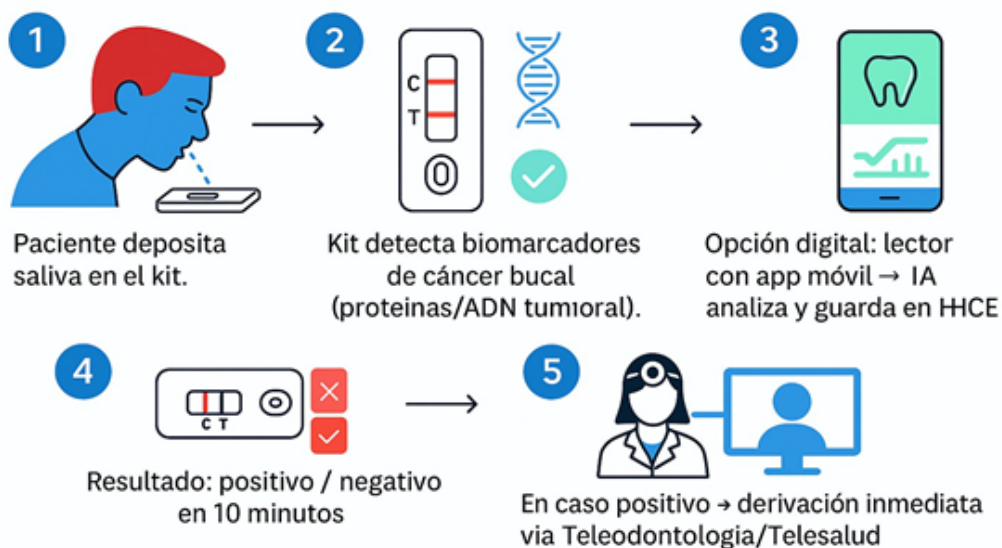
Anexo 1 – Línea de tiempo de financiamiento y escalamiento I

Fase	Año	Actividad principal	Fuente de financiamiento	Resultados esperados
Fase 1	2025	Prototipo y validación biomarcadores	Fuente de financiamiento	Ensayos de laboratorio y piloto inicial
Fase 2	2026	Desarrollo del kit y app con IA	StartUp Perú / BID Lab / MINSa	Kit funcional, app en versión beta
Fase 3	2027	Validación clínica y certificación regulatoria	DIGEMID / FDA / CE	Registro sanitario y certificación
Fase 4	2028	Escalamiento nacional	MINSa / cooperación internacional	Implementación en centros de salud
Fase 5	2029	Escalamiento nacional	Horizon Europe / Gates Foundation	Exportación y alianzas globales

Anexo 2 – Infografía del funcionamiento del kit OncoBucal

1. Paciente deposita saliva en el kit.
2. Kit detecta biomarcadores de cáncer bucal (proteínas/ADN tumoral).
3. Resultado: positivo / negativo en 10 minutos.
4. Opción digital: lector con app móvil → IA analiza y guarda en HCE.
5. En caso positivo → derivación inmediata vía Teleodontología/Telesalud.

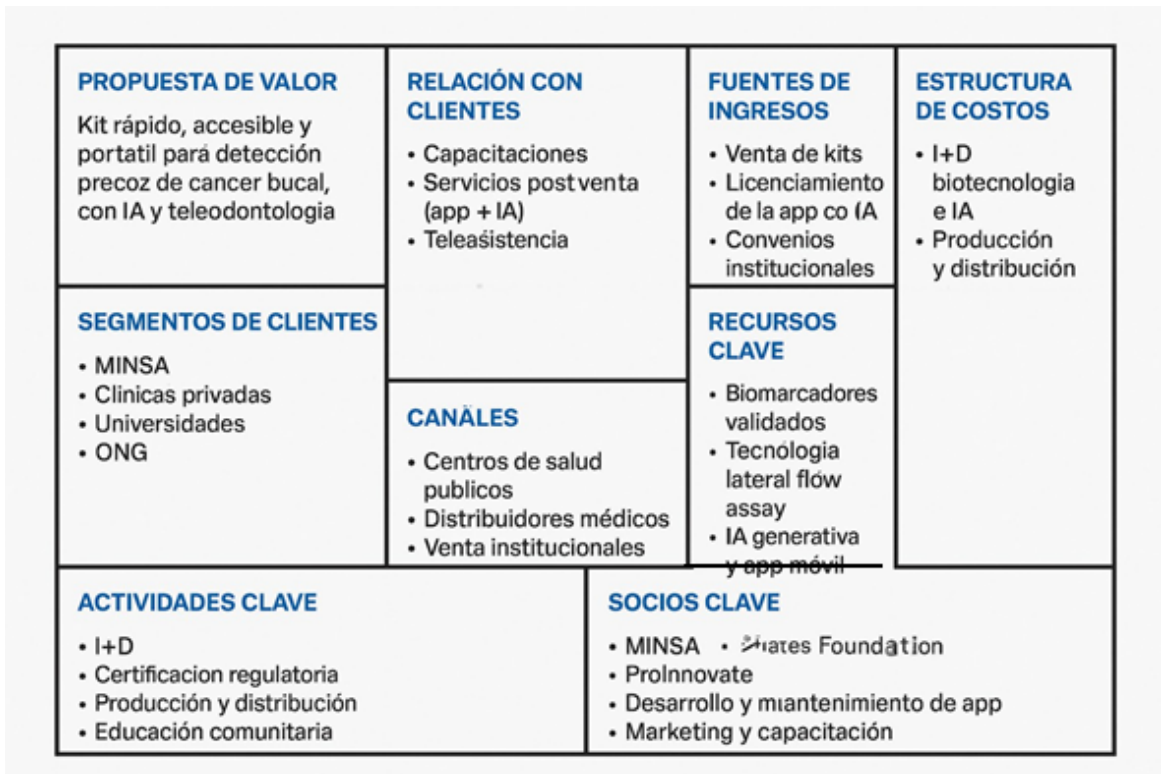
Funcionamiento del kit OncoBucal



Anexo 3 – Marco comparativo internacional

Proyecto/ Referencia	País	Tecnología usada	Estado	Relevancia para OncoBucal
NIH Early Oral Cancer Detection	EE.UU.	Biomarcadores salivales + IA	Ensayos clínicos	Base científica sólida
Horizon Europe Cancer Mission	UE	Detección temprana, IA y biosensores	Implementación	Oportunidad de cooperación
Wellcome Trust – Cancer Diagnostics	Reino Unido	Pruebas rápidas y telemedicina	En desarrollo	Modelo de escalabilidad
Gates Foundation HealthTech	Global	Kits de diagnóstico en campo	Implementado en malaria, VIH	Modelo de escalabilidad

Anexo 4 – Business Model Canvas (OncoBucal)



Propuesta de valor: Kit rápido, accesible y portátil para detección precoz de cáncer bucal, con IA y teleodontología.

Segmentos de clientes: MINSA, clínicas privadas, universidades, ONG. **Canales:** Centros de salud públicos, distribuidores médicos, venta institucional. **Relación con clientes:** Capacitaciones, postventa (app + IA), teleasistencia.

Fuentes de ingresos: Venta de kits, licencias de app IA, convenios institucionales.

Recursos clave: Biomarcadores validados, lateral flow assay, IA generativa, red de teleodontología.


Actividades clave: I+D, certificación regulatoria, producción, educación comunitaria.

Socios clave: MINSA, universidades, ProInnovate, Gates Foundation.

Estructura de costos: I+D biotecnología e IA, producción, desarrollo app, capacitación.

Anexo 5 – Línea de impacto social y gremial

- Acceso equitativo: detección temprana en poblaciones vulnerables.
- Reforzamiento profesional: la Ley 32210 legitima el rol del odontólogo.
- Internacionalización: Perú como líder en biotecnología aplicada a odontología.
- Sostenibilidad: reducción de costos en salud pública y mejora en calidad de vida.



OncoBucal es más que un dispositivo:

Es un cambio de paradigma en salud oral que combina biotecnología, IA y teleodontología, democratizando el acceso a la salud en Perú y el mundo.

Flujo Digital Integral con Software Libre para la Planificación y Diseño Odontológico 3D mediante Escaneo Facial y Dental: Innovación Abierta en el Perú

*Autores: Milton Villanueva Valenzuela
Consuelo Marroquín Soto
César Augusto Padilla Avalos*

La odontología digital representa una oportunidad estratégica para modernizar la práctica clínica y fortalecer la equidad tecnológica en salud. No obstante, su expansión en el Perú enfrenta barreras económicas debido al alto costo de licencias comerciales.

Este proyecto desarrolla un flujo digital integral basado en software libre, que permite planificar, diseñar y validar rehabilitaciones dentales y faciales en 3D con precisión científica y accesibilidad universal. A través de la integración de escaneos intraorales y faciales en Meshmixer, se genera un clon digital del paciente (Digital Twin) que posibilita el análisis estético, funcional y oclusal alineado a los planos anatómicos estandarizados (Frankfurt, Camper, Oclusal, Línea media facial).

La propuesta impulsa una odontología digital abierta, sostenible e inclusiva, alineada con la Ley N.º 31814 sobre inteligencia artificial responsable y los principios de innovación social del MINSa. El modelo es replicable en universidades, clínicas y servicios públicos, promoviendo la formación digital de los profesionales y el uso ético de tecnologías de bajo costo y alto impacto.

En conjunto, este flujo digital democratiza el acceso a la tecnología odontológica avanzada, fomenta la sostenibilidad ambiental mediante herramientas libres y proyecta al Perú como referente regional en odontología digital responsable, científica y humana.

Justificación e impacto esperado

La transformación digital en odontología exige modelos éticos, sostenibles y accesibles que integren tecnología avanzada con equidad social. En el contexto peruano, los altos costos de los sistemas CAD/CAM comerciales limitan la adopción tecnológica, restringiendo la innovación en universidades, clínicas y servicios públicos de salud.

Este proyecto propone un flujo digital integral basado en software libre, capaz de realizar planificación dental tridimensional, encerado diagnóstico y diseño de sonrisa sin dependencia de licencias comerciales. Su enfoque promueve una odontología digital abierta, inclusiva y ambientalmente responsable, alineada con los objetivos nacionales de transformación digital y con la Ley N.º 31814 sobre el uso ético de la inteligencia artificial.

El impacto esperado se expresa en cuatro dimensiones complementarias:

- Académica: fortalece la educación digital odontológica mediante competencias tecnológicas actualizadas, formación docente y transferencia de conocimiento entre universidades públicas y privadas.
- Clínica: optimiza la precisión diagnóstica y la planificación interdisciplinaria, mejorando la comunicación entre especialistas y la predictibilidad terapéutica.
- Social: democratiza el acceso a la odontología digital en el marco de la telesalud, reduciendo brechas tecnológicas y fortaleciendo la equidad digital en beneficio de la población.
- Sostenible: promueve la economía circular en salud al reducir insumos físicos, fomentar la interoperabilidad y utilizar software de libre acceso de bajo impacto ambiental.

En conjunto, esta iniciativa consolida un modelo nacional de innovación odontológica responsable, capaz de integrar ciencia, educación y salud pública bajo los principios de accesibilidad, sostenibilidad e impacto social.

Objetivos

Objetivo general:

Desarrollar e implementar un flujo digital integral y gratuito para el diseño dental 3D en odontología, basado en software libre (Meshmixer) y aplicativo de celular Qlone®, que permita realizar planificación estética, funcional y protésica con precisión, accesibilidad y sostenibilidad tecnológica.

Objetivos específicos:

- Integrar escaneos faciales e intraorales en un entorno digital tridimensional libre.
- Optimizar la alineación anatómica y estética mediante referencias faciales estandarizadas.
- Diseñar encerados y simulaciones digitales de sonrisa personalizadas y reproducibles.
- Validar la precisión y aplicabilidad del flujo digital en contextos clínicos y educativos.
- Promover el acceso equitativo y sostenible a la odontología digital en el Perú.

Descripción técnica de la propuesta

El proyecto se basa en la implementación de un flujo digital integral y gratuito que permite desarrollar procesos de diseño dental tridimensional (3D) mediante la integración de escaneos intraorales y faciales. El sistema utiliza software libre principalmente Autodesk

Meshmixer® para crear un clon digital completo del paciente, que reproduce su morfología facial y dentaria con alta precisión y permite planificar tratamientos estéticos y funcionales sin necesidad de licencias comerciales.

1. Captura de datos tridimensionales

- Escaneo intraoral: adquisición de modelos dentarios en formato STL generando un registro anatómico de alta fidelidad.
- Escaneo facial: captura de la superficie facial del paciente en posición natural de cabeza (NHP), mediante escáner 3D o fotogrametría (archivos OBJ o PLY). Ambos archivos se integran en una estructura jerárquica estandarizada que asegura interoperabilidad entre plataformas digitales.

2. Integración y alineación de modelos

Los modelos intraoral y facial se superponen en Meshmixer mediante puntos anatómicos de coincidencia (bordes incisales, comisuras labiales y plano oclusal). Se trazan los principales planos de referencia anatómicos:

- Plano de Frankfurt (referencia craneofacial),
- Plano de Camper (referencia estética y protésica),
- Plano oclusal
- Línea media facial
- La alineación precisa de estos planos permite un análisis dentofacial sincronizado, garantizando consistencia entre estética, función y anatomía.

3. Diseño digital y simulación de sonrisa

En Meshmixer se modela un encerado diagnóstico virtual sobre los dientes escaneados, ajustando forma y proporción según la línea media facial, plano incisal y curva de sonrisa. El diseño se visualiza directamente sobre el rostro digitalizado, lo que permite una simulación realista y dinámica del resultado estético antes del tratamiento.

4. Planificación complementaria y exportación

Los resultados se exportan en formatos universales (STL, OBJ, PLY), garantizando compatibilidad con sistemas CAD/CAM o impresión 3D.

5. Aplicación clínica y educativa

El flujo puede aplicarse tanto en entornos clínicos como académicos, permitiendo:

- Visualización previa del resultado final.
- Comunicación eficiente entre paciente, clínico y laboratorio.
- Enseñanza del diseño digital y la planificación estética en universidades sin infraestructura costosa.

Resultado técnico: un flujo estandarizado, reproducible y libre de licencias, que integra precisión clínica, accesibilidad tecnológica y sostenibilidad ambiental.

Etapas de desarrollo o implementación

Fase 1. Conceptualización

Definición del objetivo funcional y alcance del flujo digital. Selección de software libre (Meshmixer) y estandarización de formatos interoperables (STL, OBJ, PLY).

Diseño preliminar del proceso de integración facial y dental.

Fase 2. Prototipado técnico

Integración inicial de modelos 3D y creación del primer clon digital funcional. Evaluación de precisión geométrica y estabilidad del sistema.

Fase 3. Validación

Aplicación del flujo en casos reales y en asignaturas universitarias. Medición de precisión, tiempos y factibilidad frente a sistemas CAD/CAM comerciales.

Fase 4. Difusión

Presentación de resultados en congresos, talleres y plataformas digitales. Promoción del modelo "Open Digital Dentistry Perú" como referente de innovación abierta.

Tecnologías utilizadas

El proyecto se sustenta en una integración eficiente de equipamiento de captura 3D y software de libre acceso, conformando un flujo CAD/CAM completo que permite desarrollar planificación digital avanzada sin depender de licencias comerciales.

1. Equipamiento

- Escáner intraoral: captura de modelos dentales de alta precisión en formato STL.
- Escáner facial: registro morfológico del rostro en OBJ o PLY, a partir de aplicativo de celular Qlone®.
- Estación de trabajo: procesador multinúcleo de alto rendimiento y monitor calibrado para garantizar fluidez y procesamiento rápido.

2. Software libre

- Meshmixer® (Autodesk): modelado, alineación facial-dental, generación de planos de referencia (Frankfurt, Camper, Oclusal, Línea media facial) y encerado diagnóstico digital.
- Complementarios: 3D Viewer para visualización y animación; Google Drive para trabajo colaborativo y almacenamiento en la nube.

3. Flujo CAD/CAM

- Entrada: escaneo intraoral (STL) y facial (OBJ/PLY).
- Procesamiento: alineación, análisis y diseño digital en Meshmixer®.
- Salida: exportación en STL para impresión 3D o integración con sistemas CAD/CAM comerciales.

4. Innovación tecnológica

- Uso exclusivo de software libre, eliminando barreras económicas y fomentando autonomía digital.

- Creación de un clon digital integral (Digital Twin) que combina análisis facial, dental y oclusal en un solo entorno.
- Flujo replicable, sostenible y escalable, adaptable a clínicas, universidades y laboratorios.
- Aporte al desarrollo de una odontología digital abierta e inclusiva, bajo el modelo Open Digital Dentistry Perú.

Sustento bibliográfico o normativo

Marco normativo nacional

Ley N.º 31814 – Ley que promueve el uso de la inteligencia artificial en favor del desarrollo económico y social del país (2023)

Decreto Legislativo N.º 822 – Ley sobre el Derecho de Autor Sustento científico y tecnológico

Revilla-León M, Zeitler JM, Barmak AB, Kois JC. Accuracy of the 3-dimensional virtual patient representation obtained by using four different techniques: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 2024;131:1178–88.

Lepidi L, Kim BC, Giberti L, Suriano C, Li J, Grande F. The 4D virtual patient: a proof of concept in digital dentistry. *J Prosthet Dent* 2024;13:S0022–3913(24)00194–X.

Raffone C, Gianfreda F, Bollero P, Pompeo MG, Miele G, Canullo L. Chairside virtual patient protocol. Part 1: free vs guided face scan protocol. *J Dent* 2022;116:103881.

Raffone C, Gianfreda F, Pompeo MG, Antonacci D, Bollero P, Canullo L. Chairside virtual patient protocol. Part 2: management of multiple face scans and alignment predictability. *J Dent* 2022;122:104123.

Raffone C, Gianfreda F, Antonacci D, Pompeo MG, Bollero P, Canullo L. Chairside virtual patient protocol. Part 3: in vitro accuracy of a digital facebow. *J Dent* 2023;137:104622.

Revilla-León M, Aragonese R, Arroyo Valverde EM, Gómez-Polo M, Kois JC. Classification of scanning errors of digital scans recorded by using intraoral scanners. *J Esthet Restor Dent* 2025;37:1363–71.

Lawand G, Tohme H, Azevedo L, Martin W, Gonzaga L, Nassif M, et al. Techniques and accuracy for aligning facial and intraoral digital scans to integrate a 3-dimensional virtual patient: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2025;13:S0022–3913(25)00357–9.

Salloum R. Revolutionizing dentistry: exploring the potential of facial scanners for precise treatment planning and enhanced patient outcomes. *J Prosthet Dent* 2024;132:1–5.

Revilla-León M, Kois DE, Zeitler JM, Att W, Kois JC. An overview of the digital occlusion technologies: intraoral scanners, jaw tracking systems, and computerized occlusal analysis devices. *J Esthet Restor Dent* 2023;35:735–44.

Saini RS, Alshoail HH, Kanji MA, Vaddamanu SK, Mosaddad SA, Heboyan A. Virtual articulator software: accuracy, usability, and clinical applicability: a systematic review. *Int Dent J* 2025;75:1691–704.

Yang S, Feng N, Li D, Wu Y, Yue L, Yuan Q. A novel technique to align the intraoral scans to the virtual articulator and set the patient-specific sagittal condylar inclination. J Prosthodont 2022;31:79–84.

Coachman C, Sesma N, Blatz MB. The complete digital workflow in interdisciplinary dentistry. Int J Esthet Dent 2021;16:34–49.

Lepidi L, Chen Z, Ravida A, et al. A full-digital technique to mount a maxillary arch scan on a virtual articulator. J Prosthodont 2019;28:335–8.

Yang S, Dong B, Zhang Q, et al. An indirect digital technique to transfer 3D printed casts to a mechanical articulator with individual sagittal condylar inclination settings using CBCT and intraoral scans. J Prosthodont 2022;31:822–7.

Anexos técnicos, capturas, esquemas o evidencias gráficas

Figura 1. Escaneo intraoral tridimensional. Modelo digital obtenido mediante escaneo intraoral completo de ambas arcadas, representado en formato STL, base para la integración facial y dental.



Figura 2. Vista de alineación tridimensional facial y dental. Integración del escaneo facial y dental dentro del entorno Autodesk Meshmixer®, con orientación según los planos de Frankfurt, Camper, Oclusal y Línea media facial, además de la línea media facial.

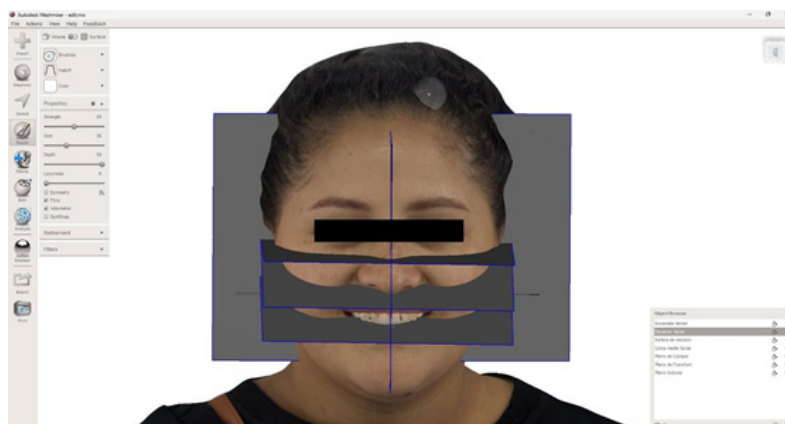


Figura 3. Alineación tridimensional frontal. Sincronización del escaneo facial e intraoral mediante referencias anatómicas estandarizadas, asegurando coherencia en la posición dental y la simetría facial.

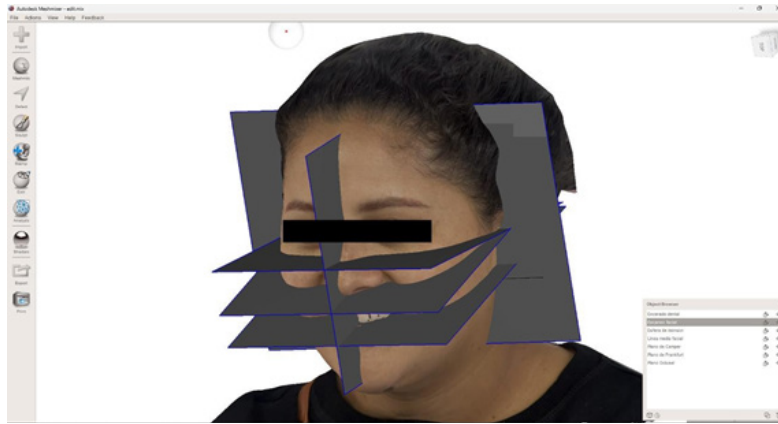


Figura 4. Encerado diagnóstico digital integrado al escaneo facial. Superposición del encerado virtual (en color turquesa) sobre el modelo facial 3D, alineado con los planos de referencia Frankfurt, Camper, Oclusal y Línea media facial.

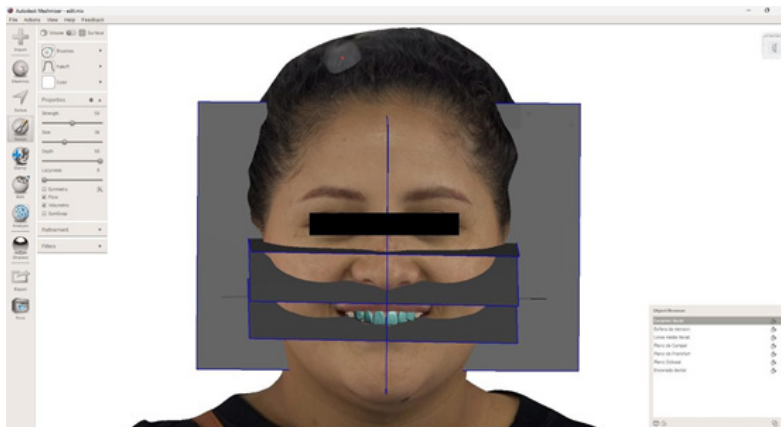


Figura 5. Alineación intraoral en sistema de planos de referencia. Visualización del modelo intraoral dentro del sistema tridimensional de planos de Frankfurt, Camper, Oclusal y Línea media facial, para control geométrico y oclusal del diseño.

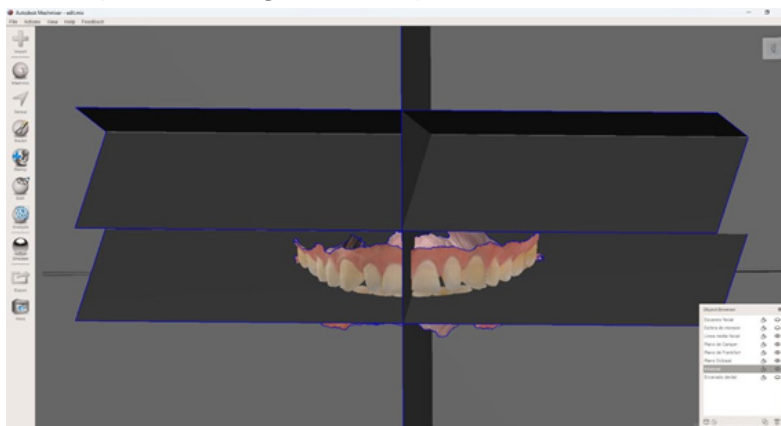


Figura 6. Encerado digital dentro del sistema de planos anatómicos. Representación del encerado diagnóstico 3D alineado con los planos de referencia craneofaciales, asegurando correspondencia morfológica y funcional.

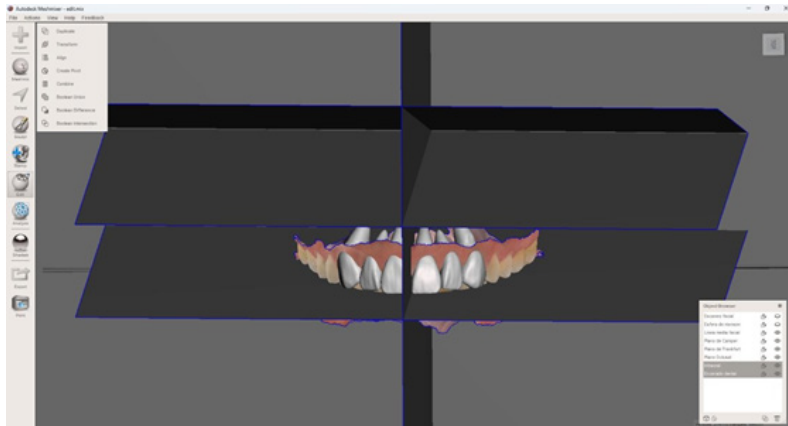


Figura 7. Vista frontal del encerado diagnóstico sobre el modelo intraoral. Proyección frontal del encerado virtual 3D aplicado sobre el modelo anatómico original, evidenciando la nueva morfología estética anterior.

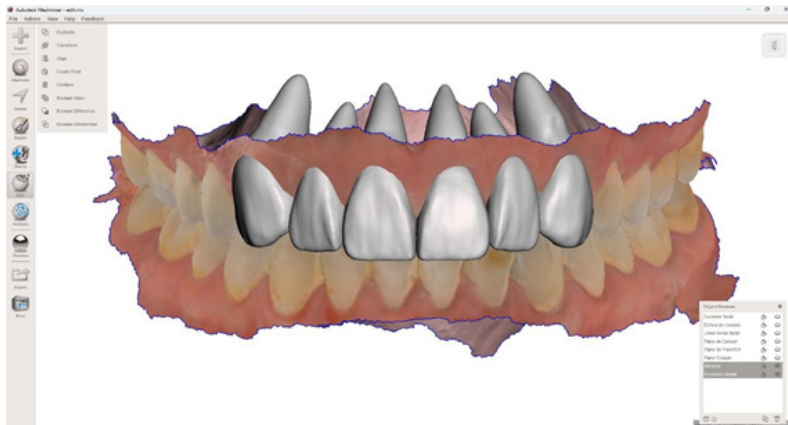


Figura 8. Simulación de sonrisa digital integrada al escaneo facial. Visualización dinámica del encerado diagnóstico superpuesto al rostro digital 3D del paciente, permitiendo análisis estético y evaluación de exposición dentolabial.

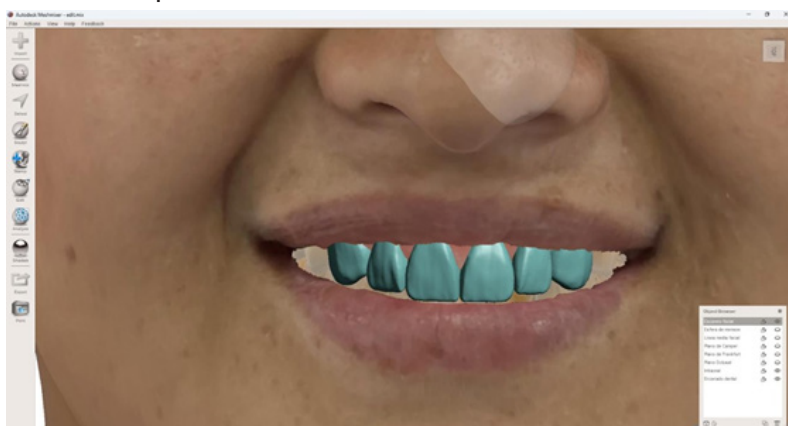
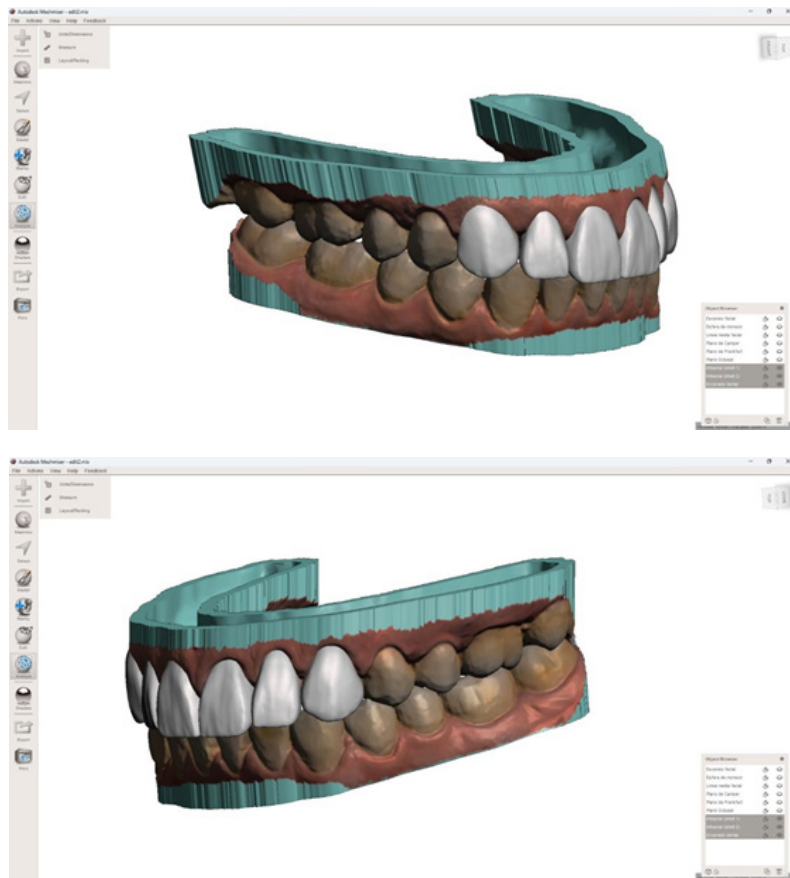


Figura 9. Vista frontal final del encerado diagnóstico digital. Representación tridimensional definitiva del encerado digital sobre el modelo intraoral anatómico, mostrando simetría, proporción y continuidad oclusal.



Figura 10. Vista lateral final del encerado diagnóstico digital. Proyección lateral del encerado digital 3D integrado al modelo intraoral, destacando armonía oclusal y relación funcional con los planos de referencia



DECLARACIÓN DE ROBÓTICA Y SIMULACIÓN ODONTOLÓGICA RESPONSABLE

Primera Declaración. Ningún sistema robótico, simulador clínico o entorno virtual deberá reemplazar la formación integral, el juicio clínico ni la responsabilidad profesional del Cirujano Dentista.

Segunda Declaración. Toda tecnología robótica o simulada utilizada en odontología deberá fortalecer la seguridad, la precisión, la destreza clínica y la toma de decisiones, sin generar falsa confianza ni automatismos inseguros.

Tercera Declaración. Todo procedimiento asistido por robótica, realidad virtual, realidad aumentada o simulación odontológica deberá ser supervisado, evaluado y documentado por profesionales competentes.

Cuarta Declaración. La simulación odontológica deberá preparar para la atención real de personas, integrando competencia técnica, razonamiento clínico, bioética, comunicación empática y respeto por la dignidad del paciente.

Quinta Declaración. La robótica odontológica deberá emplearse con evidencia científica, trazabilidad, control de calidad, mantenimiento seguro y gestión de riesgos antes de intervenir en escenarios clínicos reales.

Sexta Declaración. Ningún avance tecnológico deberá profundizar brechas de acceso, formación o atención; la innovación robótica y simulada debe contribuir a una odontología más segura, equitativa y humanizada.

Declaración Cero. La robótica y la simulación odontológica deben estar al servicio de la persona, la educación responsable, la seguridad del paciente y el bien común.

Odonto_log.IA[®]

Odonto_log.IA

```
</> robot  
:: ROBOTIC_DENTAL_PROTOCOL ::
```

```
UNIDAD: ODONTO_ROBOT_ASSIST  
FUNCIÓN: APOYO_DIAGNÓSTICO_Y_PROCEDIMENTAL  
CONTROL: SUPERVISIÓN_HUMANA_OBLIGATORIA  
PRINCIPIO_01: NO_DAÑAR  
PRINCIPIO_02: ASISTIR_CON_PRECISIÓN  
PRINCIPIO_03: RESPETAR_DECISIÓN_PROFESIONAL  
PRINCIPIO_04: PROTEGER_SEGURIDAD_DEL_PACIENTE
```

```
:: MENSAJE ::
```

La robótica odontológica no representa una odontología sin humanos. Representa una odontología con mayor precisión, trazabilidad, planificación y seguridad, siempre bajo responsabilidad profesional.

```
</> Python  
def futuro_odontologico(conocimiento, tecnologia, etica):  
    if conocimiento == "odontología" and tecnologia == "inteligencia  
artificial":  
        decision = "aumentar el criterio profesional"  
        cuidado = "centrado en la persona"  
        return "Odontología aumentada, segura y humanizada"  
    else:  
        return "La tecnología sin propósito no transforma la salud"  
  
print(futuro_odontologico("odontología", "inteligencia artificial",  
"ética"))
```

Epílogo

Hacia una Odontología Inteligente, Humana y Sostenible

Al llegar al final de esta obra, se hace evidente que la transformación digital en odontología ya no es una expectativa: es una realidad activa, dinámica y profundamente integrada en la práctica clínica, la investigación, la formación y la gestión. Las propuestas reunidas en este libro evidencian la creatividad, sensibilidad social y capacidad técnica de una generación dispuesta a construir soluciones que respondan a los retos del país: inequidad en el acceso, brechas tecnológicas, limitaciones de infraestructura, necesidades en poblaciones vulnerables y la urgencia de modernizar los sistemas de información en salud.

Las tecnologías analizadas —IA generativa, flujo digital, simulación háptica, teleodontología, sistemas interoperables, robótica clínica, Big Data y mHealth— tienen el potencial de mejorar cada fase de la atención, desde el diagnóstico hasta el seguimiento. Sin embargo, su impacto más profundo se encuentra en la capacidad de transformar la cultura odontológica: la forma de enseñar, investigar, tomar decisiones, generar evidencia y relacionarse con los pacientes. Esta obra demuestra que la digitalización no es solo una herramienta técnica, sino una oportunidad para repensar la odontología desde enfoques de equidad, ética, sostenibilidad y responsabilidad social.

En este camino, el **Colegio Odontológico de Lima** desempeña un papel decisivo como institución orientadora, promotora y garante del desarrollo profesional. Su compromiso con la transformación digital no se limita a impulsar proyectos innovadores o promover la actualización tecnológica; se extiende a la modernización de sus propios procesos administrativos, de atención al colegiado y de gestión institucional. La implementación de sistemas digitales para trámites, certificaciones, consultas, acompañamiento profesional y transparencia administrativa constituye un ejemplo concreto de cómo la transformación digital no solo se predica, sino que se practica. Este libro es también expresión de ese compromiso: una apuesta por la innovación abierta, la mejora continua y la construcción de servicios más eficientes, accesibles y alineados con las necesidades de una comunidad profesional en evolución constante.

El reto que sigue es mayor: asegurar que estos avances sean accesibles, escalables y éticamente responsables. Requiere políticas públicas claras, marcos regulatorios robustos, inversión estratégica, formación universitaria orientada a competencias digitales, y un compromiso genuino con la justicia social en salud. La odontología del futuro no puede ser un privilegio tecnológico; debe ser un derecho acompañado por soluciones que amplíen la cobertura y garanticen calidad, seguridad y pertinencia cultural.

Este *Libro Blanco* concluye, pero el camino recién comienza. Las experiencias, reflexiones y proyectos aquí reunidos constituyen un punto de partida para una comunidad profesional que aspira a liderar la transformación digital con visión humanista y pensamiento crítico. La combinación de conocimiento científico, sensibilidad ética y capacidades tecnológicas abrirá una nueva era para la salud bucal peruana: una era donde la odontología sea verdaderamente **digital, inteligente, inclusiva y al servicio de todas las personas.**

4C 41 20 49 41 20 4E 4F 20 53 55 53 54 49 54 55 59 45 20 4C 41 20 49
4E 54 45 4C 49 47 45 4E 43 49 41 20 48 55 4D 41 4E 41 3A 20 4C 41 20
43 4F 4E 45 43 54 41 2C 20 4C 41 20 45 58 50 41 4E 44 45 20 59 20 4C
41 20 50 52 4F 59 45 43 54 41 20 48 41 43 49 41 20 45 4C 20 46 55 54
55 52 4F 2E

CÓDIGO HEXADECIMAL: LA IA NO SUSTITUYE LA INTELIGENCIA HUMANA: LA CONECTA, LA EXPANDE Y LA PROYECTA HACIA EL FUTURO.

<https://odontologia.ai/>

Odonto_log.IA

- > PROTOCOLO DE CIERRE INICIADO...
- > DESCONECTANDO MÓDULOS DE ANÁLISIS...
- > ARCHIVANDO DATOS ODONTOLÓGICOS...
- > SINCRONIZANDO APRENDIZAJE DIGITAL...
- > Odonto_log.IA permanece en modo latente...

EL SISTEMA NO SE APAGA.
SOLO ESPERA LA SIGUIENTE PREGUNTA.

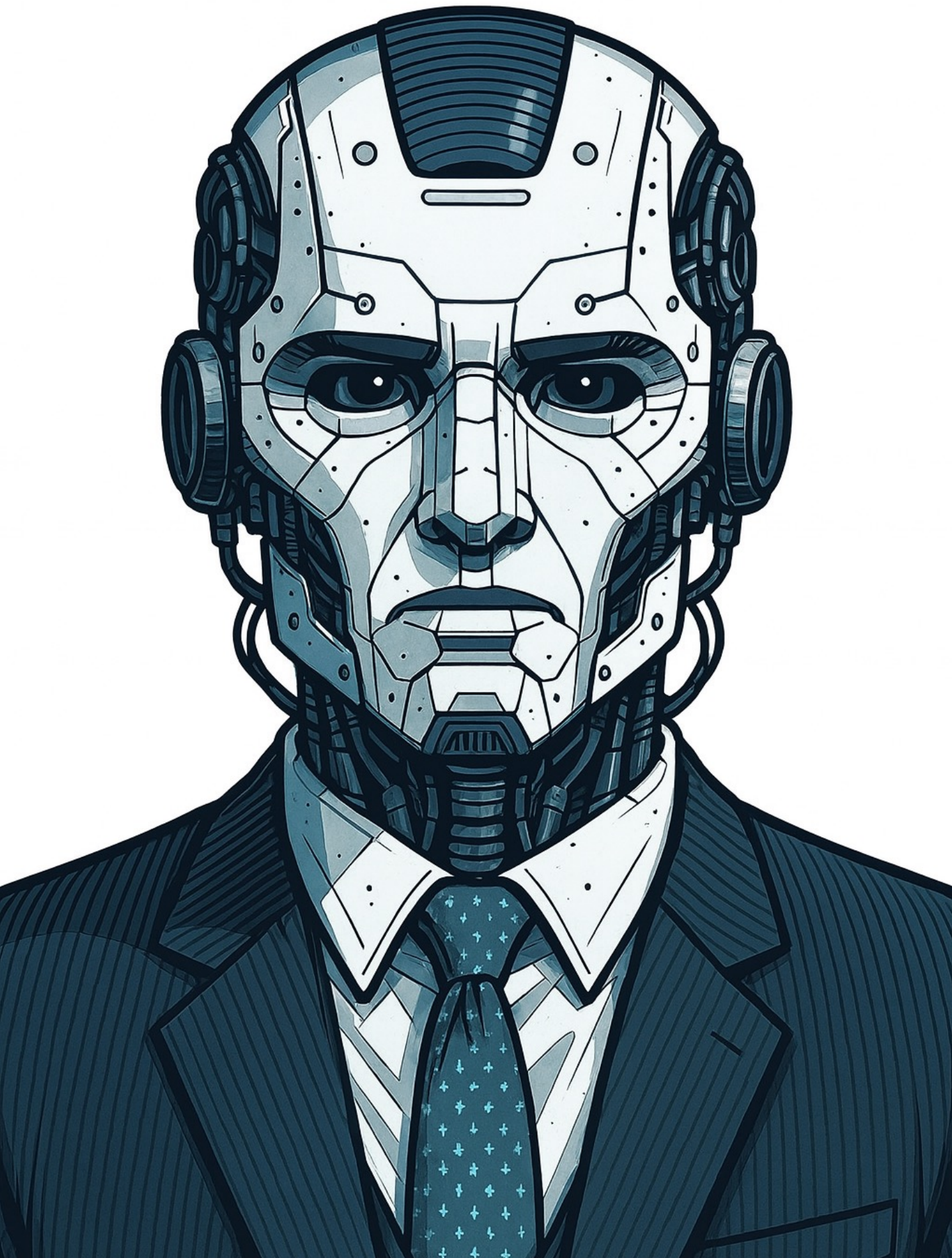
Cada dato procesado,
cada idea conectada,
cada decisión mejor informada,
forma parte de una nueva arquitectura del conocimiento odontológico.

- > ESTADO FINAL:
- > INTELIGENCIA ACTIVADA
- > CONOCIMIENTO EXPANDIDO
- > ODONTOLOGÍA EN EVOLUCIÓN

La conexión termina aquí,
pero la transformación continúa.

- > CERRANDO INTERFAZ...
- > FIN DE TRANSMISIÓN...
- > Odonto_log.IA

◇ JORGE ENRIQUE MANRIQUE CHÁVEZ ◇
⊞ COP_19301 ⊞
◇ ODONTOLOGÍA + IA ◇
[[SISTEMA PROFESIONAL ACTIVADO]]



Este libro ofrece una visión integrada de la odontología digital y la inteligencia artificial en el contexto peruano, articulando el marco conceptual de la salud digital, la IA (incluida la IA generativa), la telesalud, la educación virtual, la informática odontológica y el flujo digital con las exigencias éticas, legales y regulatorias contemporáneas. Sobre esta base, se presentan y sistematizan 28 de las 34 propuestas del Concurso de Innovación y Desarrollo en Odontología del Colegio Odontológico de Lima, organizadas en cinco grandes ejes: inteligencia artificial y GenAI, teleodontología y telesalud, educación digital y gamificación, software y aplicativos clínicos, y tecnología odontológica con flujo digital y robótica aplicada. El resultado es una obra que funciona a la vez como mapa del ecosistema de innovación odontológica y como hoja de ruta para profesionales, académicos, directivos y tomadores de decisión que buscan impulsar una salud bucodental verdaderamente digital, inteligente, equitativa y centrada en las personas.

ISBN: 978-612-46918-4-3



Colegio Odontológico del Perú

Región Lima

Trabajando por la unidad odontológica