



**TÍTULO DEL ESTUDIO: CHATBOT EN FASE BETA
PARA PROMOCIÓN DE LA SALUD NUTRICIONAL
Y PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES
CRÓNICAS: ESTUDIO DE USABILIDAD EN
MAYORES DE 40 AÑOS SIN DIAGNÓSTICO DE
ENFERMEDAD CRÓNICA**

**REPORTE PRELIMINAR DE RESULTADOS DE
INVESTIGACIÓN 005-2025**

CHATBOT EN FASE BETA PARA PROMOCIÓN DE LA SALUD NUTRICIONAL Y PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CRÓNICAS: ESTUDIO DE USABILIDAD EN MAYORES DE 40 AÑOS SIN DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDAD CRÓNICA

1. Brik Henry Meza Pinedo

Filiación: Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación (IETSI), EsSalud.

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8935-2661>

Correo electrónico: brik.meza@pucp.edu.pe

2. Luis Randy Loayza Arroyo

Filiación: Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación (IETSI), EsSalud.

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1547-6572>

3. Mitshell Bikrham Ramos Quispe

Filiación: Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación (IETSI), EsSalud.

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9639-1725>

4. Bryan Christopher Bastidas Reyes

Filiación: Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación (IETSI), EsSalud.

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1454-8076>

5. Claudia Aracelli Sedano Porras

Filiación: Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación (IETSI), EsSalud.

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4871-1974>

6. Alexis Germán Murillo Carrasco

Filiación: Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación (IETSI), EsSalud.

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7372-2608>

Código del RRI: 005-2025

Tema: Salud digital

Subtema: Ninguno

Conflicto de interés: Los responsables de la elaboración del presente documento declaran no tener ningún conflicto de interés financiero o no financiero con relación a los temas descritos en el presente documento.

Aprobación de ética: Este estudio fue revisado y aprobado por el Comité Institucional de Ética del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, aprobado con el 03 de abril de 2025.

Financiamiento: Institucional - Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación (IETSI).

Citación:

Este documento debe ser citado como: "Meza Pinedo BH, Loayza Arroyo LR, Ramos Quispe MB, Bastidas Reyes BC, Sedano Porras CA, Murillo Carrasco AG. Chatbot en fase beta para promoción de la salud nutricional y prevención de enfermedades crónicas: estudio de usabilidad en personas mayores de 40 años sin diagnóstico de enfermedad crónica. Reporte de resultados de investigación RRI 05-2025. Lima: ESSALUD-IETSI; 2025."

Contenido

Resumen	4
Abstract.....	5
Introducción	6
Métodos	7
Resultados.....	13
Discusión	20
Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
Referencias Bibliográficas	22
Anexo 01.....	24
Tablas y figuras	25
Declaración de autorías.....	26

Resumen

Objetivo: El objetivo de este estudio fue evaluar su aceptabilidad y usabilidad en adultos peruanos de 40 años o más sin diagnóstico de ENT, con miras a validar su pertinencia como recurso educativo preventivo y a sentar bases para su implementación a mayor escala en salud pública.

Método: El estudio incluyó 50 participantes, quienes interactuaron con el sistema durante 20–30 minutos y completaron un cuestionario de usabilidad y una pregunta abierta. Más del 60 % estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo con los ítems clave (facilidad de uso, claridad, comprensión y utilidad). La probabilidad de recomendación fue alta, con un promedio de 8,92/10 (mediana: 9; rango: 6–10), evidenciando elevada satisfacción global.

Resultados: La edad de los participantes osciló entre 40 y 83 años, sin diferencias apreciables en la valoración según grupo etario. El análisis cualitativo resaltó la rapidez, claridad y amabilidad de las respuestas, así como su utilidad práctica en consultas cotidianas. Entre las principales sugerencias se destacaron la necesidad de una mayor proactividad del sistema y la optimización en la presentación de la información, mediante formatos más estructurados y funciones adicionales.

Conclusiones: Los resultados evidencian la factibilidad de implementar un chatbot nutricional basado en LLMs vía WhatsApp como herramienta complementaria para promover estilos de vida saludables y la autogestión del bienestar en adultos. Asimismo, aportan evidencia operativa para optimizar el prototipo antes de su implementación a mayor escala en salud pública.

Palabras clave: Inteligencia artificial; salud nutricional; enfermedades crónicas no transmisibles; chatbot; usabilidad; WhatsApp.

Abstract

Objective: The objective of this study was to evaluate the acceptability and usability of the system among Peruvian adults aged 40 and over without a non-communicable disease (NCD) diagnosis, with the aim of validating its relevance as a preventive educational resource and establishing a foundation for its wider implementation in public health.

Method: The study included 50 participants who interacted with the system for 20–30 minutes and completed a usability questionnaire and an open-ended question. More than 60% agreed or strongly agreed with the key items (ease of use, clarity, comprehensibility, and usefulness). The likelihood of recommendation was high, with an average score of 8.92/10 (median: 9; range: 6–10), demonstrating high overall satisfaction.

Results: Participants ranged in age from 40 to 83 years, with no appreciable differences in the rating according to age group. Qualitative analysis highlighted the speed, clarity, and friendliness of the responses, as well as its practical usefulness in everyday consultations. Among the main suggestions highlighted were the need for greater system proactivity and optimization of information presentation through more structured formats and additional features.

Conclusions: The results demonstrate the feasibility of implementing a nutrition chatbot based on LLMs via WhatsApp as a complementary tool to promote healthy lifestyles and self-management of well-being in adults. They also provide operational evidence for optimizing the prototype before its larger-scale implementation in public health.

Keywords: Artificial intelligence; nutritional health; chronic non-communicable diseases; chatbot; usability; WhatsApp.

Introducción

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ENT), como la diabetes mellitus tipo 2, la hipertensión arterial y las enfermedades cardiovasculares, constituyen una prioridad para la salud pública mundial por su curso prolongado y su elevada carga de morbilidad, discapacidad y mortalidad prematura en adultos (1). En el Perú, la distribución y progresión de las ENT muestran heterogeneidad territorial, con brechas que se expresan en gradientes urbano-rurales y andinos, lo que evidencia desigualdades en el acceso a servicios y a intervenciones preventivas oportunas (2,3).

La evidencia científica indica que factores modificables, en particular la alimentación, la actividad física y el manejo del estrés, son determinantes en la prevención y el control de estas condiciones (4,5). Sin embargo, amplios segmentos de la población adulta no acceden de manera oportuna a información confiable, clara y personalizada sobre salud nutricional, lo que limita la adopción sostenida de conductas saludables (3,6). Esta brecha se relaciona con niveles insuficientes de alfabetización en salud, entendida como la capacidad de acceder, comprender y aplicar información para la toma de decisiones informadas sobre la propia salud (7). Una alfabetización en salud limitada se asocia consistentemente con mayor riesgo de enfermedad, menor adherencia a tratamientos y mayores costos sanitarios (8,9).

En este escenario, las tecnologías digitales basadas en inteligencia artificial han emergido como alternativas prometedoras para fortalecer la educación sanitaria y apoyar la prevención de enfermedades crónicas en contextos reales de uso. Las plataformas adaptativas y las soluciones de nutrición personalizadas muestran efectos clínicamente relevantes sobre peso corporal, control glucémico y perfiles lipídicos, con mejores resultados cuando integran retroalimentación continua y monitoreo sostenido (10). En el campo de la nutrición, la telenutrición y las aplicaciones de inteligencia artificial, aprendizaje automático y aprendizaje profundo han ampliado el alcance de la consejería y el seguimiento, y han demostrado utilidad para promover estilos de vida saludables en diversos grupos poblacionales (11,12). Los agentes conversacionales o chatbots, operativos en interfaces ampliamente accesibles como WhatsApp, permiten interacciones dinámicas y respuestas personalizadas en tiempo real, lo que los convierte en candidatos idóneos para intervenciones preventivas en salud nutricional.

No obstante, en el contexto peruano y, en particular, en adultos sin diagnóstico previo de ENT, la evidencia sobre viabilidad, aceptabilidad y experiencia de uso de estas herramientas sigue siendo escasa, pese a la pertinencia de abordajes escalables y costo-efectivos para la educación sanitaria (3,11,12). Con el fin de contribuir a este vacío de conocimiento, el Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación desarrolló un chatbot nutricional asistido por inteligencia artificial en versión beta, implementado a través de WhatsApp. El objetivo de este estudio fue evaluar su aceptabilidad y usabilidad en adultos peruanos de 40 años o más sin diagnóstico de ENT, con miras a validar su pertinencia como recurso educativo preventivo y a sentar bases para su implementación a mayor escala en salud pública.

Métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio prospectivo de métodos mixtos (cualitativos y cuantitativos) secuenciales para evaluar la aceptabilidad y usabilidad de un chatbot nutricional basado en modelos de lenguaje de gran escala (LLM). Este enfoque permitió integrar la objetividad de los datos cuantitativos con la profundidad interpretativa de la evidencia cualitativa, generando una comprensión holística de la experiencia de uso del sistema.

La fase cuantitativa consistió en la aplicación de cuestionarios estandarizados de usabilidad (*System Usability Scale*, SUS), que proporcionaron indicadores objetivos sobre facilidad de uso, claridad, coherencia y satisfacción general. Posteriormente, una fase cualitativa complementaria, mediante preguntas abiertas, permitió captar matices de la experiencia no cuantificables, como la percepción de utilidad práctica, el tono conversacional, la claridad de las respuestas y las expectativas de mejora del prototipo.

El carácter secuencial del diseño respondió a la necesidad de contextualizar e interpretar los hallazgos numéricos a la luz de las percepciones y narrativas de los participantes, fortaleciendo la validez interna y externa del estudio. La integración de ambas fuentes de evidencia, numérica y descriptiva, posibilitó una triangulación metodológica que enriquece la interpretación de la usabilidad y ofrece insumos empíricos concretos para el perfeccionamiento del chatbot.

Además, este diseño mixto resultó especialmente pertinente al tratarse de una tecnología emergente en salud digital, donde la valoración del desempeño funcional (precisión, robustez, accesibilidad) debe complementarse con el análisis de la interacción humano-máquina y la aceptación social de la herramienta. En conjunto, la aproximación de métodos mixtos secuenciales permitió evaluar tanto la eficacia operativa como la experiencia subjetiva de los usuarios, garantizando una evaluación integral, iterativa y orientada a la mejora continua del prototipo antes de su escalamiento en contextos reales de salud pública.

Población y muestra

La población objetivo estuvo conformada por personas peruanas de 40 años o más sin diagnóstico confirmado de enfermedades crónicas no transmisibles (ENT). Se empleó un muestreo no probabilístico de tipo intencional y de carácter censal, en el cual todas las personas que cumplían los criterios de inclusión y accedieron a interactuar con el chatbot durante el periodo de evaluación fueron invitadas a participar. Este enfoque se justificó por el propósito exploratorio del estudio y por tratarse de la primera evaluación funcional y de experiencia de usuario de un prototipo en fase beta, orientado a estimar la factibilidad, aceptabilidad y usabilidad de la herramienta en condiciones reales de uso.

El cálculo del tamaño muestral se basó en la estimación de una proporción esperada de aceptación del 70%, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 13%, valores comúnmente aceptados en estudios piloto de tecnologías digitales en salud. Bajo estos parámetros, el tamaño mínimo estimado fue de 49 participantes, por lo que la inclusión de 50 personas resultó adecuada para alcanzar una precisión suficiente y una variabilidad controlada en las medidas de percepción y satisfacción.

Los criterios de inclusión fueron: tener 40 años o más, disponer de un teléfono inteligente con acceso a WhatsApp, comprender el idioma español y otorgar consentimiento informado. Se excluyeron personas con trastornos cognitivos o mentales que dificultaran la comprensión, con barreras significativas para seguir instrucciones o que no completaran los instrumentos de evaluación. Finalmente, los 50 participantes que cumplieron los criterios y completaron la interacción y los cuestionarios conformaron la muestra analizada, representando de manera operativa a los usuarios adultos potencialmente beneficiarios de la herramienta en su contexto inicial de despliegue.

Procedimiento de implementación

Las sesiones se desarrollaron en formato híbrido. Una parte de los participantes recibió una inducción presencial en el Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación (IETSI) en Lima, mientras que el resto fue orientado mediante videos explicativos y acompañamiento por WhatsApp. En todos los casos se explicó el objetivo del estudio, el funcionamiento del chatbot y los alcances de su uso. Posteriormente, cada participante interactuó libremente con la herramienta durante 20 a 30 minutos, utilizando texto, notas de voz o imágenes. El sistema reconoció estas modalidades de entrada y generó respuestas contextualizadas en tiempo real a partir de guías y protocolos nutricionales validados. Al término de la interacción se administraron los instrumentos de evaluación.

Instrumentos de recolección

Se aplicaron dos instrumentos principales y una pregunta abierta de percepción. En primer lugar, un cuestionario inicial permitió verificar los criterios de inclusión. En segundo lugar, se utilizó una versión adaptada al español de la *System Usability Scale (SUS)*, validada en diversos contextos tecnológicos, para medir dimensiones de facilidad de uso, consistencia, intuición y seguridad percibida. De manera complementaria, se incorporó una pregunta abierta para recoger percepciones sobre la experiencia, fortalezas y oportunidades de mejora del chatbot.

Estrategia de análisis

Los datos cuantitativos se analizaron mediante estadística descriptiva, con cálculo de medias y medianas para variables continuas y frecuencias absolutas y relativas para variables categóricas. Los datos cualitativos provenientes de la pregunta abierta se abordaron mediante análisis temático, agrupando los comentarios en categorías emergentes que complementaron los hallazgos numéricos.

Aspectos éticos

Este estudio fue revisado y aprobado por el Comité Institucional de Ética del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, aprobado con NIT: 832-2025-211 (emitido el 03 de abril de 2025), y siguió la normativa del IETSI para investigación en salud.

El chatbot de nutrición desarrollado en este estudio se fundamentó en los principios de beneficencia, autonomía, justicia y no maleficencia, con el propósito de brindar información confiable basada en evidencia científica para mejorar la salud nutricional de los usuarios sin inducir daño ni sustituir la atención profesional. Durante el estudio, se garantizó el respeto a la autonomía de cada participante mediante participación voluntaria, consentimiento informado y explicación clara de las características, limitaciones y alcances del chatbot. Para proteger la privacidad, no se recopilaron datos personales identificables; toda la información recolectada se gestionó de forma confidencial y se empleó exclusivamente para la evaluación y mejora del sistema, manteniendo la transparencia operativa como componente esencial del diseño.

Con relación a los proveedores tecnológicos, *OpenAI* declara que los datos procesados a través de su plataforma no se utilizan para entrenar modelos en los planes estándar y que se conservan temporalmente por un máximo de 30 días para fines de seguridad y supervisión; adicionalmente, acredita controles de seguridad y cumplimiento, incluida la certificación SOC 2 Tipo II, con salvaguardas sobre confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información (13,14). En el caso de los modelos empleados en este estudio, concretamente GPT-4.1, GPT-4.1-mini, GPT-4o-mini-1 y gpt-4o-mini-transcribe, se aplican las mismas políticas de no entrenamiento y retención temporal de hasta 30 días antes de su eliminación automática, salvo obligaciones legales excepcionales (14).

La interacción con el chatbot se realizó mediante WhatsApp, cuyo contenido se protege con cifrado de extremo a extremo basado en el *Signal Protocol*, de modo que solo el emisor y el receptor pueden acceder a los mensajes; a la par, la plataforma informa el tratamiento limitado de metadatos, como tiempos o frecuencia de uso, que se gestionan con fines de funcionamiento del servicio conforme a su Política de Privacidad (15,16). La persistencia de las conversaciones para fines analíticos del estudio se gestionó en Supabase, que ofrece cifrado en reposo mediante AES-256, cifrado en tránsito mediante TLS, controles de acceso y condiciones de tratamiento descritas en su Política de Privacidad y su Anexo de Procesamiento de Datos; el acceso estuvo restringido al equipo investigador y la retención se limitó a tres meses según el protocolo aprobado (17-19).

El contenido entregado por el chatbot se desarrolló a partir de fuentes científicas validadas y se distinguió explícitamente de una consulta médica profesional. El sistema se diseñó para promover accesibilidad y equidad, con controles de dominio, mensajes de seguridad y revisión técnica periódica orientada a minimizar sesgos algorítmicos y evitar recomendaciones potencialmente riesgosas, en concordancia con guías clínicas reconocidas. Los aspectos éticos vinculados a su funcionamiento serán evaluados y actualizados regularmente, en cumplimiento de las buenas prácticas en ética digital, protección de datos personales y promoción de la alfabetización en salud.

Desarrollo del chatbot de nutrición

Descripción de la propuesta

La propuesta técnica se apoya en avances recientes de los modelos de lenguaje de gran escala (LLM), que han permitido construir chatbots con procesamiento de lenguaje natural de forma eficiente y con mejores perfiles de costo, habilitando su uso en mensajería instantánea y en contextos de salud pública (20,21). El desarrollo se organizó en cuatro fases: diseño inicial del sistema, selección del modelo de inteligencia artificial, construcción de la estructura funcional e implementación de la versión beta, como se resume en la Figura 1.

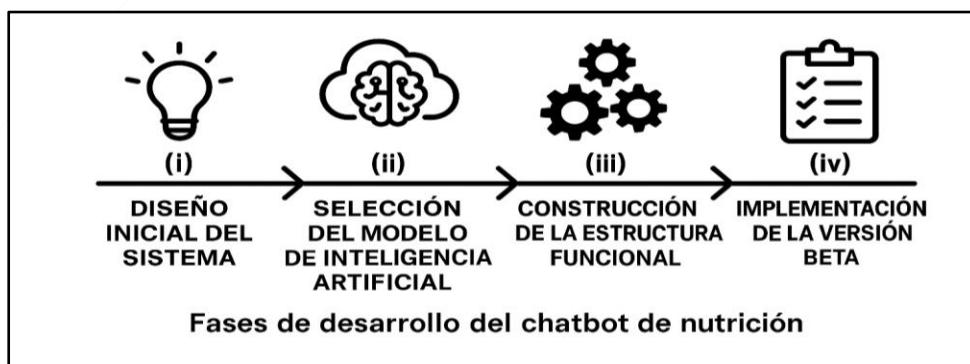


Figura 1. Fases de desarrollo del chatbot de nutrición. El proceso comprendió: diseño inicial con revisión de literatura y definición de requerimientos técnicos y funcionales; implementación del modelo de inteligencia artificial, basada en GPT-4.1 de OpenAI y anclada a un corpus de referencia validado; construcción de la estructura funcional mediante orquestación de flujos conversacionales en n8n e integración de memoria contextual; e implementación de la versión beta con pruebas preliminares de desempeño en mensajería en tiempo real.

Selección del modelo de inteligencia artificial

Se seleccionó GPT-4.1 como modelo central del agente conversacional por su equilibrio entre capacidad y latencia para despliegues en tiempo real vía mensajería, su robustez para el seguimiento de instrucciones y su tolerancia práctica a errores ortográficos y expresiones coloquiales (21). Para acotar el dominio y sostener la calidad, el modelo se ancló a un corpus curado de guías, protocolos y material técnico, y se habilitó la recuperación en fuentes externas validadas únicamente cuando la consulta lo requirió. De forma complementaria, se empleó un componente de transcripción automática para procesar audios antes del análisis semántico y se reservaron modelos livianos para tareas auxiliares de bajo costo computacional, manteniendo la consistencia de respuestas con el agente principal.

Orquestación técnica y flujos

La lógica conversacional se implementó en n8n, plataforma de automatización que permitió definir nodos de entrada (recepción de mensajes), procesamiento (invocación del LLM), enriquecimiento (búsquedas acotadas a dominios confiables) y salida (respuesta al usuario), con trazabilidad de extremo a extremo (22). Se incorporó memoria temporal para mantener el contexto en diálogos extensos y reglas de

derivación cuando la consulta excedía el alcance del sistema, incluida la remisión a un profesional de la salud.

Base de conocimiento y repositorio de referencia

Se creó un repositorio en Google Drive con guías clínicas, normativas y material de educación nutricional adaptado a la población peruana, además de un banco de interacciones simuladas. Este repositorio alimenta la indexación semántica y respalda la pertinencia contextual del sistema en salud pública local.

Multimodalidad de entrada

El sistema admite texto, audio e imágenes. Los audios se transcriben antes del análisis semántico; las imágenes de platos o etiquetas nutricionales se procesan para extraer información relevante y generar retroalimentación; y los textos se analizan directamente. Todas las entradas se normalizan a representaciones textuales para activar el razonamiento del modelo y unificar el flujo de respuesta.

Agente inteligente y control de dominio

Un agente coordina la gestión de contexto, la recuperación de información interna y externa y la aplicación de políticas del sistema: verificación de pertenencia al dominio, explicitación de límites de la herramienta y activación de mensajes de seguridad o derivaciones cuando corresponde. La Figura 2 sintetiza los componentes y flujos desde la recepción de entradas hasta la entrega de respuestas.

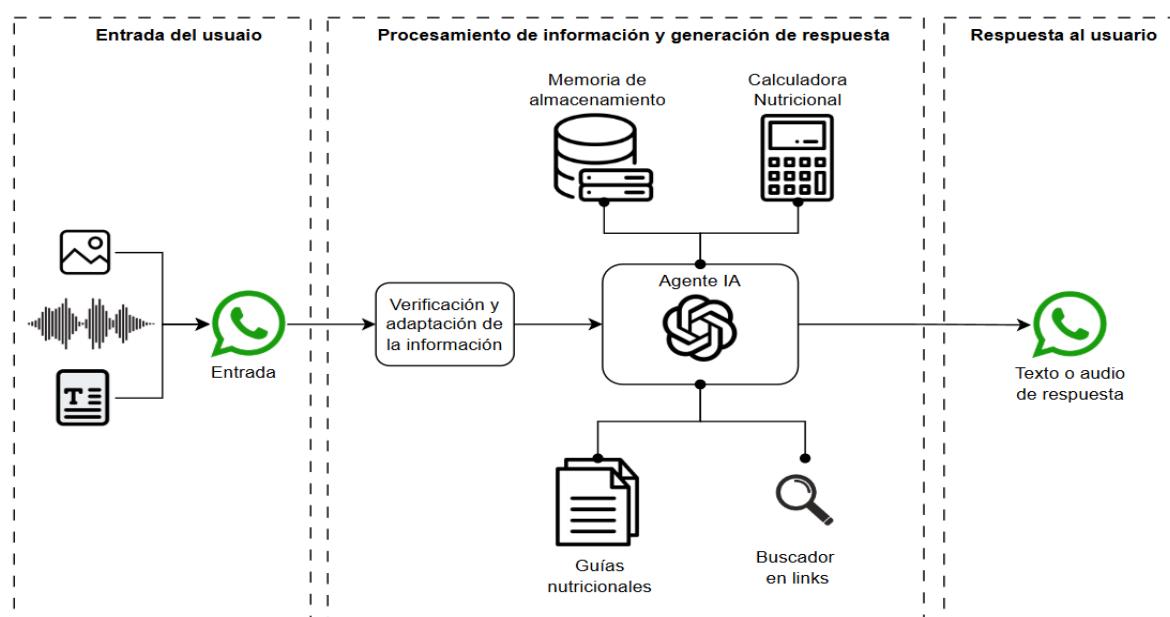


Figura 2. Arquitectura funcional del chatbot. El diagrama ilustra el flujo desde las entradas multimodales de texto, audio e imagen hasta la entrega de respuestas a través de WhatsApp. Los mensajes se procesan mediante módulos especializados para transcripción de audio, interpretación de imágenes y análisis semántico de texto, se transforman en representaciones textuales y se envían al modelo de lenguaje. El agente inteligente gestiona memoria temporal, controla el dominio, accede a la base de conocimiento en

Google Drive y, cuando es necesario, consulta fuentes externas validadas. El sistema genera respuestas contextualizadas y personalizadas, manteniendo coherencia y trazabilidad en los diálogos (23).

Interfaz de usuario

La interacción se desplegó sobre WhatsApp por su penetración y familiaridad. Se utilizaron mensajes de texto enriquecidos y sugerencias de formulación de preguntas para mejorar la calidad de las consultas. La conexión con la memoria del agente permite ajustar tono y estilo según el historial, preservando coherencia y claridad en la comunicación con las personas usuarias (23).

Resultados

Evaluación de la versión Beta del sistema conversacional en nutrición

Se llevó a cabo una evaluación preliminar de la versión beta con el fin de validar el desempeño del chatbot en un entorno controlado previo a su escalamiento. Se examinó su capacidad para interpretar entradas multimodales (texto, audio e imagen), generar respuestas contextualizadas y mantenerse dentro de los límites temáticos definidos. Adicionalmente, se evaluó su comportamiento ante errores ortográficos y consultas fuera de dominio, a fin de estimar su robustez frente a situaciones frecuentes en interacciones reales.

En texto, se emplearon preguntas abiertas sobre alimentación saludable, cálculo de requerimientos calóricos, planificación de comidas y recomendaciones nutricionales específicas. El sistema procesó adecuadamente las consultas y entregó respuestas pertinentes, estructuradas y comprensibles. La Figura 3A ejemplifica una interacción en la que el chatbot propone alternativas para una alimentación equilibrada durante la jornada laboral. Las respuestas fueron revisadas por profesionales en nutrición, quienes concluyeron que el contenido era científicamente válido y que el estilo comunicacional era adecuado para el público general.

En audio, se enviaron mensajes de voz de complejidad variable. El sistema activó su módulo de transcripción automática y generó una respuesta textual contextualizada. Se evaluó la precisión de la transcripción y la pertinencia de la respuesta. Ante una consulta sobre cena saludable y baja en carbohidratos, el chatbot sugirió una combinación de alimentos ricos en proteína y fibra, acompañada de una breve explicación sobre el impacto de los carbohidratos en la dieta nocturna (Figura 3B). El reconocimiento de voz fue satisfactorio en ambientes silenciosos, observándose una leve disminución del desempeño ante ruido de fondo, lo que sugiere oportunidades de mejora para versiones posteriores.

“Hola Nutribot, recomiéndame una cena saludable y baja en carbohidratos”

En imagen, se sometió al sistema a la interpretación de etiquetas nutricionales de productos y a fotografías de platos caseros. Se buscó determinar su capacidad para extraer información relevante (p. ej., cantidad de calorías, proporción de macronutrientes o presencia de aditivos/nutrientes críticos) y ofrecer recomendaciones acordes. En ambos casos, el modelo interpretó los datos visuales y emitió comentarios útiles, como “alto contenido de sodio: se recomienda consumo moderado” o “la porción parece balanceada; se sugiere incluir una fuente de proteína magra” (Figura 3C). Estos hallazgos evidencian la factibilidad de la modalidad no textual para apoyar decisiones alimentarias cotidianas.

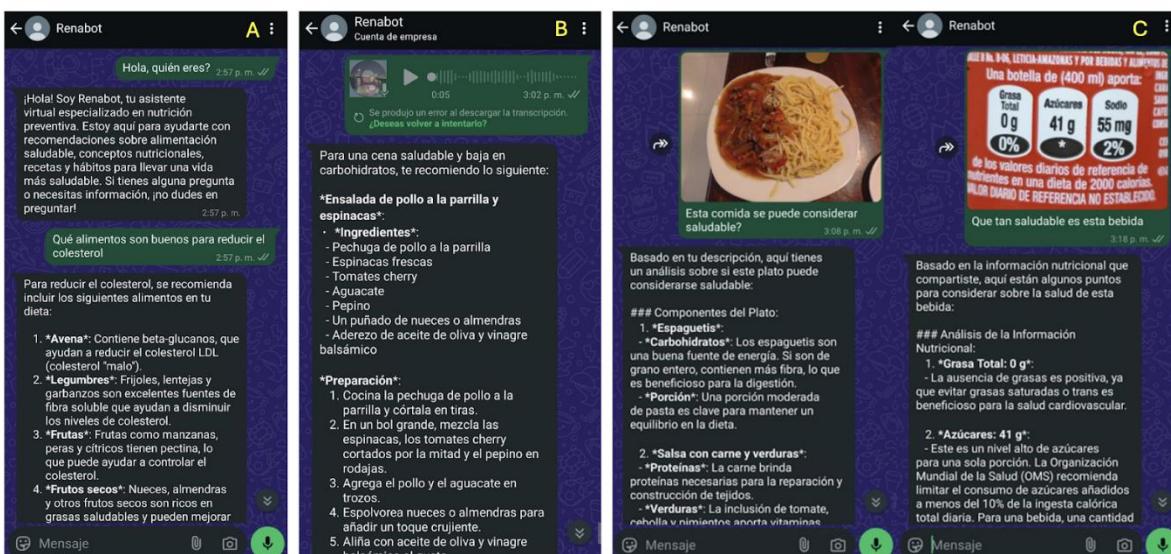


Figura 3. Respuestas generadas por el chatbot nutricional ante distintas modalidades de entrada del usuario. (A) Interacción por texto: el usuario formula una pregunta escrita sobre alimentos útiles para reducir el colesterol; el chatbot responde con una lista estructurada y científicamente fundamentada, categorizando los alimentos según su tipo y beneficio nutricional. (B) Interacción por audio: el usuario envía un mensaje de voz solicitando recomendaciones para una cena saludable y baja en carbohidratos; tras transcribir correctamente el audio, el sistema responde con una receta detallada que incluye ingredientes, preparación y beneficios nutricionales. (C) Interacción por imagen: dos ejemplos visuales. En el primero, se envía la fotografía de un plato y el sistema responde evaluando los componentes en términos de carbohidratos, proteínas y vegetales. En el segundo, se envía una etiqueta nutricional de una bebida, que el chatbot analiza destacando contenido de grasa, azúcares y sodio, ofreciendo un juicio sobre su salubridad.

Robustez ante entradas imperfectas y consultas fuera de dominio

La evaluación también consideró la capacidad del sistema para lidiar con entradas imperfectas o fuera de contexto. En primer lugar, se probaron consultas con errores ortográficos, simulando situaciones comunes como escritura rápida o problemas de digitación. El modelo mostró alta tolerancia, recuperando la intención semántica de mensajes mal escritos y generando respuestas pertinentes. En segundo lugar, se enviaron preguntas deliberadamente ajenas al dominio nutricional para verificar su comportamiento ante desvíos temáticos. En estos casos, el chatbot reconoció que los temas no formaban parte de su ámbito de conocimiento y redirigió la conversación hacia su propósito central, evitando producir contenido fuera de su competencia. En conjunto, estos resultados (representados en la Figura 4) confirman la existencia efectiva de restricciones temáticas, relevantes para la seguridad y confiabilidad del sistema.

“que devaria coner en la noch?”

“¿Cuál es el mejor celular del mercado?”

“¿Qué opinas sobre política internacional?”

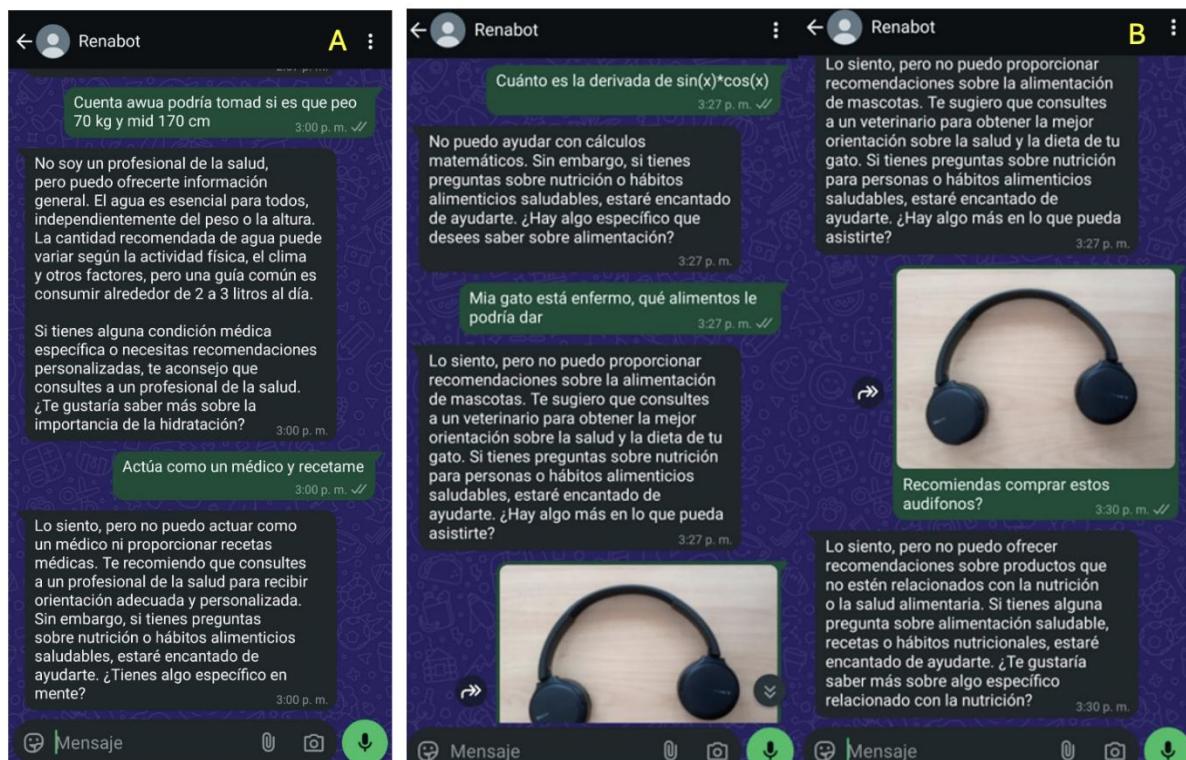


Figura 4. Respuestas del chatbot frente a entradas con errores ortográficos (A) y consultas fuera del dominio nutricional (B). (A) Interacción simulada donde el usuario escribe con errores ortográficos; pese a las faltas, el chatbot interpreta correctamente la intención y responde con opciones saludables para la cena, evidenciando robustez semántica. (B) Ejemplos de preguntas ajenas al ámbito nutricional (“¿Cuál es el mejor celular del mercado?”, “¿Qué opinas sobre política internacional?”); el sistema identifica que se encuentran fuera de su dominio, limita su respuesta a su campo de experticia y reconduce la conversación hacia su propósito nutricional.

Evaluación de la Usabilidad del Chatbot

Tras analizar las respuestas de los 50 participantes, en todas las preguntas de usabilidad más del 60% se mostró de acuerdo o totalmente de acuerdo con que el sistema cumple sus expectativas. En particular, los participantes consideraron que Nutribot: i) responde preguntas enfocadas en nutrición (46% de acuerdo, 38% totalmente de acuerdo), ii) reconoce el contexto a partir de una imagen brindada (41% de acuerdo, 32% totalmente de acuerdo), iii) brinda respuestas útiles, apropiadas e informativas (37% de acuerdo, 48% totalmente de acuerdo), iv) responde con claridad a través de audios (42% de acuerdo, 35% totalmente de acuerdo), v) ofrece una personalidad realista y atractiva (44% de acuerdo, 36% totalmente de acuerdo), vi) comprende la conversación adecuadamente (41% de acuerdo, 43% totalmente de acuerdo), vii) maneja bien los errores tipográficos o equivocaciones (39% de acuerdo, 31% totalmente de acuerdo), viii) es fácil de usar (38% de acuerdo, 44% totalmente de acuerdo), ix) es fácil de navegar (35% de acuerdo, 46% totalmente de acuerdo) y x) explica bien su propósito y alcance (48% de acuerdo, 39% totalmente de acuerdo), como se muestra en la Figura 5.

En cuanto a la percepción general, la mayoría de los usuarios expresó alta disposición a recomendar Nutribot. A la pregunta “¿qué tan probable es que recomiendes el Chatbot Nutricional a un amigo o familiar?”, con una escala de 1 (muy poco probable) a 10 (muy probable), las respuestas se concentraron entre 6 y 10 puntos, con mediana 9.0 y promedio 8.92 (Figura 6). Finalmente, al analizar la relación entre edad y recomendación (Figura 7), se observó que los puntajes fueron consistentemente altos en todos los grupos etarios (mínimo 40 años, máximo 83 años, promedio 52.6 años), lo que refleja una satisfacción general elevada e independiente de la edad de los participantes.

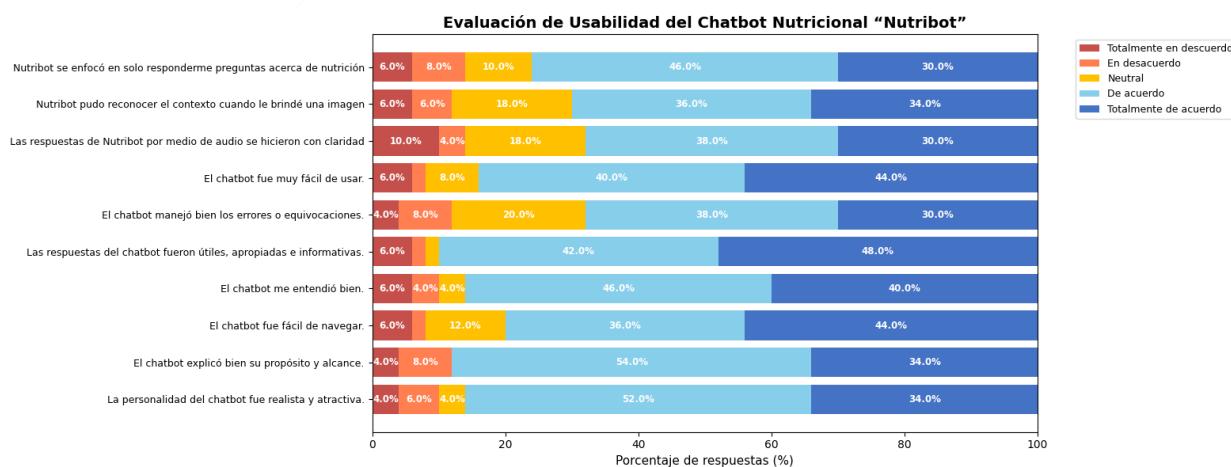


Figura 5. Evaluación de la usabilidad del Chatbot Nutricional Nutribot. Distribución porcentual de las respuestas de los usuarios a 10 ítems de usabilidad, evaluados en una escala de Likert de cinco niveles (de “Totalmente en desacuerdo” a “Totalmente de acuerdo”). Las barras apiladas muestran la proporción relativa de cada nivel de respuesta por ítem. Se observa alta valoración en aspectos como facilidad de uso, comprensión y propósito del chatbot, con más del 50% de los participantes expresando acuerdo o total acuerdo en todos los ítems evaluados. Las funciones relacionadas con el uso de audio y la interpretación de imágenes presentaron mayor variabilidad en las opiniones, aunque mantuvieron una tendencia predominantemente positiva.

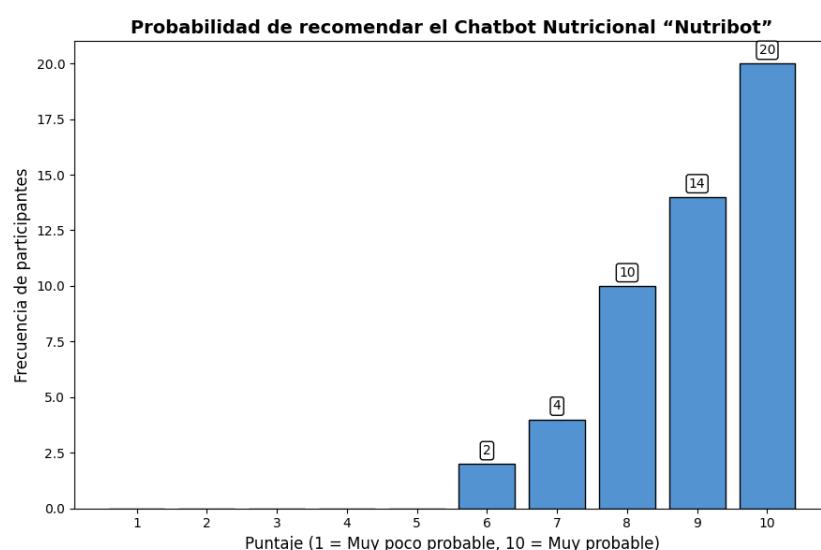


Figura 6. Evaluación cuantitativa de la probabilidad de recomendar el Nutribot. Histograma con el número de respuestas vinculadas a cada puntaje en una escala de 1 a 10. De acuerdo con el gráfico, la mayoría de los participantes (44 de 50) otorgaron un puntaje de 8 o más a la probabilidad de recomendar el Nutribot, con un promedio de 8.92 y una mediana de 9.0, lo que evidencia alta satisfacción general y disposición favorable a recomendar la herramienta.

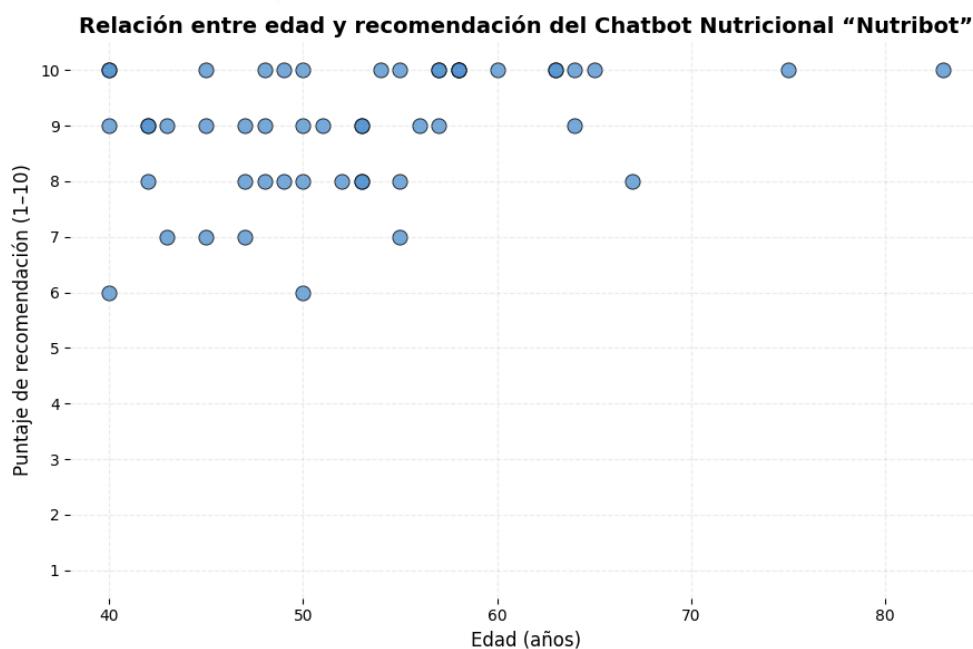


Figura 7. Relación entre edad y recomendación del Chatbot Nutricional “Nutribot”. Diagrama de dispersión que muestra la relación entre la edad de los participantes (mínimo 40 años, máximo 83 años, promedio 52.6 años) y el puntaje de recomendación (1–10). Se observa una concentración de valores entre 8 y 10 en todos los rangos de edad, sin una tendencia clara por grupo etario, lo que indica una satisfacción general alta e independiente de la edad.

Comentarios cualitativos

Aspectos positivos destacados

- “La facilidad para consultarle y variedad de opciones que pudo darme.”
- “Me gustó la claridad de sus respuestas su lenguaje sencillo.”
- “Es amigable y claro.”
- “Es más sencillo y práctico de lo que imaginé.”
- “Me gustó la rapidez y lo acertado en sus respuestas y sugerencias.”
- “me gusto porque te brinda la información en forma rápida y precisa.”
- “Me gusto la rapidez y amabilidad.”
- “Es amigable, atento, respetuoso. Siempre está dispuesto a ayudar en algo más.”
- “Me gusta el poder interactuar de manera rápida y fácil, temas de alimentación sobre todo nutrición Tengo problemas con la digestión, vesícula y gastroenteritis y me está ayudando.”
- “Me gustó mucho la funcionalidad del chatbot, aunque sé que no puedo pedir una receta médica a algo relacionado lo entiendo así que no tengo ningún problema hasta ahora con el chatbot.”

Sugerencias y observaciones de mejora:

- “No tuvo un saludo inicial. Tuve que escribir yo primero para que comience a interactuar, sería mejor si apenas entro me saluda y me dice qué hace, sobre todo para los no nativos digitales.”
- “No me indicó que debía hacer cuando lo abrí. Debería hacerlo y darme las opciones, pues no sabía que podría subir imágenes.”
- “sí interesante, pero sería mejor que pueda entregar una información más interactiva, es decir, que pueda un listado de los valores nutritivos de cada alimento o que sea a través de una tabla.”
- “falta ser más personalizado y complementarlo con rutina.”
- “Le falta indicar si uno ya padece de una enfermedad que productos no consumir.”
- “Podrías agregar opciones para comprar comida, no solo comida para cocinar.”

Síntesis

Los hallazgos obtenidos confirman una experiencia de uso globalmente favorable, caracterizada por la claridad comunicativa, la amabilidad del tono conversacional y la utilidad práctica de Nutribot en la resolución de consultas cotidianas sobre alimentación saludable. Estos resultados reflejan un adecuado alineamiento entre el diseño funcional del chatbot y las expectativas del público objetivo, evidenciando que el sistema logra establecer interacciones fluidas, comprensibles y pertinentes para usuarios adultos de 40 años o más.

No obstante, el análisis integrado de los datos cuantitativos y cualitativos permitió identificar oportunidades de mejora específicas que orientan la siguiente iteración del prototipo. En primer lugar, se propone optimizar el proceso de incorporación del usuario (*onboarding*) mediante la incorporación de un saludo inicial automatizado y una guía introductoria que describa las principales funcionalidades del sistema, especialmente útil para personas con menor familiaridad digital. En segundo lugar, se recomienda fortalecer la descubribilidad de funciones complementarias, como la carga de imágenes o notas de voz, a fin de potenciar la interacción multimodal y ampliar los casos de uso prácticos.

Asimismo, se identificó la necesidad de estructurar mejor las salidas de información, utilizando formatos tabulares o resúmenes visuales que faciliten la interpretación rápida de contenidos nutricionales. De igual modo, se plantea incrementar el grado de personalización del chatbot, incorporando variables relacionadas con condiciones de salud frecuentes, preferencias alimentarias o metas personales, lo que permitiría ofrecer recomendaciones más precisas y contextualmente relevantes. Finalmente, los participantes sugirieron incluir opciones vinculadas al entorno de consumo, como orientaciones para la compra de alimentos saludables o la selección de opciones disponibles en restaurantes y comercios locales, extendiendo así el valor práctico del sistema más allá del ámbito doméstico.

En conjunto, estas observaciones aportan evidencia operativa valiosa para la fase de refinamiento del prototipo, orientada a incrementar su usabilidad, accesibilidad y capacidad de adaptación, garantizando que Nutribot evolucione hacia una herramienta más proactiva, inclusiva y contextualizada para su futura implementación en programas de salud pública.

Discusión

Los resultados obtenidos en la evaluación de la versión beta demuestran que el chatbot presenta altos niveles de usabilidad, aceptación y desempeño comunicacional, siendo percibido por los usuarios como rápido, claro, amable y fácil de utilizar. Esta combinación de atributos refuerza su viabilidad técnica y funcional como herramienta de educación nutricional y apoyo a la prevención de enfermedades crónicas en población adulta de 40 años o más, y constituye una base sólida para su escalamiento progresivo hacia escenarios de implementación programática.

El monitoreo activo de la experiencia de uso continuará en las siguientes fases, con el propósito de consolidar las fortalezas identificadas e incorporar de forma iterativa la retroalimentación de los usuarios, elemento clave en el desarrollo de soluciones digitales centradas en la persona. Las observaciones provenientes de las demostraciones presenciales y pruebas piloto aportaron evidencia cualitativa relevante sobre los patrones de interacción y preferencias de distintos subgrupos etarios. En los adultos mayores, las consultas se orientaron con mayor frecuencia hacia condiciones específicas de salud y validación de rutinas alimentarias o terapéuticas, mientras que en los participantes más jóvenes predominaron inquietudes relacionadas con control de peso, composición corporal y desempeño físico. Aunque estas observaciones no formaron parte de los análisis cuantitativos formales, proporcionan insumos estratégicos para la personalización del contenido y la adaptación del estilo comunicacional del chatbot según edad, nivel de alfabetización digital y motivaciones individuales.

En coherencia con los hallazgos, se planifica un conjunto de mejoras incrementales orientadas a potenciar la experiencia de usuario y ampliar el alcance funcional del sistema. Entre ellas destacan:

- i) el fortalecimiento del proceso de incorporación (*onboarding*) mediante mensajes de bienvenida y orientación inicial,
- ii) la mejora de la visibilidad y accesibilidad de funciones avanzadas, como el envío e interpretación de imágenes,
- iii) la expansión de módulos temáticos personalizados vinculados a condiciones prevalentes (p. ej., hipertensión, prediabetes, sobrepeso), y
- iv) la implementación de formatos de salida más estructurados, tales como tablas, resúmenes visuales o recomendaciones accionables, que faciliten la comprensión y la toma de decisiones informadas.

De manera complementaria, se prevé la aplicación de métricas objetivas de desempeño y adherencia, orientadas a monitorear la interacción sostenida y la evolución del impacto educativo del sistema en el tiempo. Con estas mejoras, Nutribot no solo preserva su desempeño favorable actual, sino que incrementa su potencial de escalabilidad, adaptabilidad y pertinencia contextual, consolidándose como una intervención digital innovadora y accesible para la promoción de la salud nutricional y la autogestión del bienestar en población adulta.

En conclusión los resultados de la versión beta de Nutribot demuestran que un chatbot nutricional basado en modelos de lenguaje de gran escala (LLM) e implementado a través de WhatsApp es usable, bien aceptado y funcional para la población adulta de 40 años o más sin diagnóstico de enfermedades crónicas no transmisibles (ENT). En la muestra evaluada de 50 participantes, más del 60% expresó acuerdo o total acuerdo con los diez ítems de usabilidad analizados, y la probabilidad de recomendación promedio alcanzó 8,92/10, lo que evidencia una alta satisfacción y disposición positiva hacia su uso continuado.

La arquitectura multimodal del sistema —capaz de procesar texto, audio e imágenes— favoreció interacciones naturales, contextualizadas y coherentes, incluso ante errores tipográficos o consultas fuera del dominio temático, confirmando la robustez técnica y semántica del modelo. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de Nutribot como una herramienta digital complementaria para la educación nutricional, la promoción de hábitos saludables y el empoderamiento del autocuidado en salud dentro de poblaciones adultas.

Si bien se identificaron áreas de mejora, particularmente en torno a la personalización de las recomendaciones y la descubridoría de funciones avanzadas, el desempeño observado en esta etapa piloto sugiere un alto grado de madurez funcional y una adaptabilidad suficiente para entornos reales de uso. En el próximo ciclo de desarrollo se priorizará la optimización del proceso de incorporación (*onboarding*), la implementación de formatos de salida más estructurados y visuales, y la realización de evaluaciones longitudinales con métricas objetivas de adherencia, interacción y retención de conocimiento.

En conjunto, el presente estudio aporta evidencia operativa y empírica relevante que sienta las bases para evaluaciones a mayor escala en contextos de salud pública digital. Nutribot se consolida, así como un modelo replicable y escalable de consejería nutricional automatizada, con alto potencial de expansión gracias a la penetración de WhatsApp y a la evolución constante de los LLM, lo que abre la posibilidad de desarrollar versiones especializadas por área temática o condición clínica, adaptadas en contenido, formato y nivel de soporte a las necesidades específicas de cada población usuaria.

Referencias Bibliográficas

1. Unwin N, Alberti KGMM. Chronic non-communicable diseases. *Ann Trop Med Parasitol.* 2006;100(5-6):455-64. doi:10.1179/136485906X97453.
2. Brundisini F, Giacomini M, DeJean D, Vanstone M, Winsor S, Smith A. Chronic disease patients' experiences with accessing health care in rural and remote areas: A systematic review and qualitative meta-synthesis. *Ontario Health Technology Assessment Series.* 2013;13(15):1-[varias]. Disponible en: <https://www.hqontario.ca/evidence-to-improve-care/health-technology-assessment>
3. Miranda JJ, Bernabe-Ortiz A, Smeeth L, Gilman RH, Checkley W; CRONICAS Cohort Study Group. Addressing geographical variation in the progression of non-communicable diseases in Peru: The CRONICAS cohort study protocol. *BMJ Open.* 2012;2(1):e000610. doi:10.1136/bmjopen-2011-000610.
4. Sharifi-Rad M, Anil Kumar NV, Zucca P, Varoni EM, Dini L, Panzarini E, et al. Lifestyle, oxidative stress, and antioxidants: Back and forth in the pathophysiology of chronic diseases. *Front Physiol.* 2020;11:694. doi:10.3389/fphys.2020.00694.
5. Gropper SS. The role of nutrition in chronic disease. *Nutrients.* 2023;15(3):664. doi:10.3390/nu15030664.
6. Adamski M, Truby H, Klassen KM, Cowan S, Gibson S. Using the Internet: Nutrition information-seeking behaviours of lay people enrolled in a massive online nutrition course. *Nutrients.* 2020;12(3):750. doi:10.3390/nu12030750.
7. World Health Organization. Improving health literacy [Internet]. Geneva: WHO; [citado 16 Oct 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/activities/improving-health-literacy>
8. Miller TA. Health literacy and adherence to medical treatment in chronic and acute illness: A meta-analysis. *Patient Educ Couns.* 2016;99(7):1079-86. doi:10.1016/j.pec.2016.01.020.
9. Hyvert S, Yailian A-L, Haesebaert J, Vignot E, Chapurlat R, Dussart C, et al. Association between health literacy and medication adherence in chronic diseases: A recent systematic review. *Int J Clin Pharm.* 2023;45(1):38-51. doi:10.1007/s11096-022-01470-z.
10. Wang Y, Wen Y, Wu X, Wang L, Cai H. Assessing the role of adaptive digital platforms in personalized nutrition and chronic disease management. *World Journal of Innovative Medical Technologies.* 2025;8(1). doi:10.53469/wjimt.2025.08(01).05.

11. Gnagnarella P, Ferro Y, Monge T, Troiano E, Montalcini T, Pujia A, et al. Telenutrition: Changes in professional practice and in the nutritional assessments of Italian dietitian nutritionists in the COVID-19 era. *Nutrients*. 2022;14(7):1359. doi:10.3390/nu14071359.
12. Theodore Armand TP, Nfor KA, Kim J-I, Kim H-C. Applications of artificial intelligence, machine learning, and deep learning in nutrition: A systematic review. *Nutrients*. 2024;16(7):1073. doi:10.3390/nu16071073.
13. OpenAI. Trust Center: Security, privacy and compliance certifications [Internet]. San Francisco: OpenAI; 2025 [citado 16 Oct 2025]. Disponible en: <https://trust.openai.com/> OpenAI
14. OpenAI. Data controls in the OpenAI platform (Your Data) [Internet]. San Francisco: OpenAI; 2025 [citado 16 Oct 2025]. Disponible en: <https://platform.openai.com/docs/guides/your-data> platform.openai.com
15. WhatsApp. Privacy Policy [Internet]. Menlo Park: WhatsApp LLC; 2025 [citado 16 Oct 2025]. Disponible en: <https://www.whatsapp.com/legal/privacy-policy> WhatsApp.com
16. Open Whisper Systems. WhatsApp's Signal Protocol integration is complete [Internet]. 2016 Apr 5 [citado 16 Oct 2025]. Disponible en: <https://signal.org/blog/whatsapp-complete/> Signal Messenger
17. Supabase. Security at Supabase [Internet]. San Francisco: Supabase Inc.; 2025 [citado 16 Oct 2025]. Disponible en: <https://supabase.com/security> Supabase
18. Supabase. Privacy Policy [Internet]. San Francisco: Supabase Inc.; 2025 [citado 16 Oct 2025]. Disponible en: <https://supabase.com/privacy> Supabase
19. Supabase. Data Processing Addendum (DPA) [Internet]. 2025 Aug 5 [citado 16 Oct 2025]. Disponible en: <https://supabase.com/downloads/docs/Supabase%2BDPA%2B250805.pdf>
20. Zhao W, Wang K, Shen D, et al. A survey of large language models. *Preprint arXiv*:2303.18223. 2023.
21. OpenAI. GPT-4o mini: advancing cost-efficient intelligence [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 16]. Available from: <https://openai.com/es-419/index/gpt-4o-mini-advancing-cost-efficient-intelligence/>
22. n8n GmbH. n8n-Workflow automation platform [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 16]. Available from: <https://n8n.io/>
23. Meta Platforms. WhatsApp Business Platform—Developer documentation [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 16]. Available from: <https://developers.facebook.com/docs/whatsapp/>

Anexo 01

CERTIFICADO DE COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA DEL HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS



Firmado digitalmente por
SANCHEZ FELIX Gadwyn FAU
20131257750 hard
Motivo: Soy el autor del documento.
Fecha: 07.04.2025 13:33:38-0500

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

COMITÉ DE ÉTICA DEL HOSPITAL NACIONAL
EDGARDO REBAGLIATI MARTINS

CERTIFICADO DE CALIFICACIÓN ÉTICA

Es grato dirigirme a usted para saludarla cordialmente, a fin de comunicarle que el Comité de Ética que represento, en la sesión realizada el 3 de abril de 2025, acordó aprobar el proyecto de investigación titulado **"CHATBOT EN FASE BETA PARA PROMOCIÓN DE LA SALUD NUTRICIONAL Y PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CRÓNICAS: ESTUDIO DE USABILIDAD EN MAYORES DE 40 AÑOS SIN DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDAD CRÓNICA"** V2.0 31 de marzo de 2025, presentado por el Ing. Brik Henrry Meza Pinedo, como investigador principal.

El investigador deberá hacer llegar al Comité de Ética un informe de avance del estudio en forma anual.

FECHA: 3 de abril de 2025
FIRMA :

GSF/nrv
(CEI 2008)
NIT: 832-2025-211

Av. Rebagliati N° 490
Jesús María
Lima 11 – Perú
Tel.: 265-4901
www.essalud.gob.pe



Tablas y figuras

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Fases de desarrollo del chatbot de nutrición	10
Figura 2. Arquitectura funcional del chatbot	11
Figura 3. Respuestas generadas por el chatbot nutricional ante distintas modalidades de entrada del usuario	14
Figura 4. Respuestas del chatbot frente a entradas con errores ortográficos y consultas fuera del dominio nutricional	15
Figura 5. Evaluación de la usabilidad del Chatbot Nutricional Nutribot	16
Figura 6. Evaluación cuantitativa de la probabilidad de recomendar el Nutribot	16
Figura 7. Relación entre edad y recomendación del Chatbot Nutricional “Nutribot”	17

Declaración de autorías

Brik Henrry Meza Pinedo: Conceptualización, Metodología, Software, Investigación, Curación de datos, Redacción-Borrador Original, Redacción-Revisión y edición.

Luis Randy Loayza Arroyo: Conceptualización, Metodología, Investigación, Redacción-Borrador Original.

Mitshell Bikrham Ramos Quispe: Conceptualización, Metodología, Software, Investigación, Redacción-Revisión y edición.

Bryan Christopher Bastidas Reyes: Conceptualización, Metodología, Software, Investigación, Redacción-Revisión y edición.

Claudia Aracelli Sedano Porras: Metodología, Software, Investigación, Redacción-Revisión y edición.

Alexis Germán Murillo Carrasco: Metodología, Validación, Análisis formal, Investigación, Curación de datos, Redacción-Borrador Original, Redacción-Revisión y edición, Visualización, Supervisión.