

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



TESIS:

**“Chatbot de inteligencia artificial para el diagnóstico de la
depresión en estudiantes de ingeniería mediante PHQ-9, 2025”**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO DE SISTEMAS

PRESENTADO POR:
Bach. Jhans Manuel MEDINA VEGA

ASESOR:
Mg. Ing. Hubner JANAMPA PATILLA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mi familia, quienes han sido mi raíz y mi abrigo, quienes con amor callado y manos firmes me enseñaron a creer, a luchar y a no rendirme. Esta página también les pertenece

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expreso mi más sincero agradecimiento a mi alma máter, la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, por acogerme y brindarme los recursos académicos necesarios durante mi formación profesional.

De manera especial, manifiesto mi gratitud a mi asesor de tesis, el Dr. Hubner Janampa Patilla, por su constante apoyo y paciencia a lo largo de todo este proceso.

Extiendo también mi agradecimiento a la plana de docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, por su dedicación y la transmisión de conocimientos que contribuyeron de manera significativa a mi desarrollo académico y profesional.

Finalmente, agradezco a todas las personas, en especial a mis amigos y compañeros, quienes con su ayuda y colaboración hicieron posible la culminación de este logro.

RESUMEN

La presente investigación desarrolla un chatbot de inteligencia artificial (IA) orientado al diagnóstico preliminar de la depresión en estudiantes de ingeniería, mediante la implementación automatizada del cuestionario de salud del paciente-9 (PHQ-9). Este trabajo surge ante la creciente incidencia de trastornos depresivos en la población universitaria y la limitada disponibilidad de herramientas de detección temprana accesibles, confiables y de bajo costo.

El estudio se enmarca dentro de una investigación aplicada, de nivel descriptivo y diseño no experimental de corte transversal, enfocada en la validación funcional de un prototipo tecnológico sin manipulación de variables ni participación de sujetos humanos. El desarrollo se realizó bajo la metodología ágil programación extrema (XP), utilizando una arquitectura limpia que integró tecnologías de Flutter, Firebase y la API de OpenAI, así como técnicas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) implementadas con spaCy, NLTK y funciones en la nube.

Durante la validación funcional, se emplearon datos simulados que replicaron respuestas del PHQ-9 para evaluar la capacidad del sistema en la interpretación automática de síntomas depresivos. Los resultados evidenciaron un desempeño técnico sobresaliente, con un tiempo de respuesta promedio de 1.4s por ítem, 100 % de coincidencia entre el puntaje automatizado y el cálculo de control, 99.5 % de disponibilidad operativa, y 0 % de pérdida de datos en las pruebas de almacenamiento y seguridad.

La arquitectura modular permitió una integración eficaz entre los componentes del sistema, garantizando estabilidad, escalabilidad y seguridad, mientras que la interfaz conversacional ofreció una interacción fluida y empática. Estos resultados demuestran la viabilidad tecnológica del chatbot como herramienta funcional para el tamizaje preliminar de la depresión, contribuyendo a la aplicación responsable de la inteligencia artificial en el ámbito de la salud mental universitaria.

En conclusión, el sistema propuesto constituye una solución tecnológica innovadora, que combina precisión diagnóstica y accesibilidad digital, alineándose con los objetivos de prevención y detección temprana de trastornos depresivos. Su desarrollo sienta las bases para futuras investigaciones que incluyan evaluaciones empíricas con usuarios

reales, estudios de usabilidad y experiencia de usuario (UX), e integración institucional en programas de bienestar psicológico en entornos educativos.

Palabras clave: Chatbot, inteligencia artificial, depresión, PHQ-9, salud mental, procesamiento de lenguaje natural, desarrollo tecnológico.

ABSTRACT

Depression has become one of the most prevalent mental health disorders among university students, particularly those enrolled in engineering programs, where academic overload and constant stress increase the risk of developing emotional disorders. In response to this issue, this research aimed to develop an Artificial Intelligence (AI) chatbot designed to provide a preliminary diagnosis of depression through the implementation of the Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9).

The study was classified as applied research, at a descriptive level, and with a non-experimental cross-sectional design, focused on the technological development and functional validation of a prototype system, without variable manipulation or the participation of human subjects. The chatbot was developed under the Extreme Programming (XP) agile methodology, using a Clean Architecture and integrating Natural Language Processing (NLP) techniques through spaCy and NLTK, with cloud-based execution via Firebase, Flutter, and the OpenAI API.

Functional validation was carried out using simulated datasets that replicated user responses to the PHQ-9 questionnaire. The results confirmed that the chatbot accurately processed and classified the simulated responses, achieving a 100% match with manual scoring, an average response time of 1.4 seconds per item, 99.5% system availability, and zero data loss during operation. These metrics demonstrate high precision, stability, and reliability of the system in processing and storing information securely.

The modular architecture and technological integration ensured the chatbot's scalability, maintainability, and accessibility, establishing its feasibility as an innovative digital tool for early depression screening in university populations. The findings also align with global trends emphasizing the responsible use of artificial intelligence in mental health care, particularly in educational settings.

In conclusion, the developed chatbot represents a technologically viable and ethically sound solution for the early identification of depressive symptoms. It contributes to the advancement of AI-assisted health technologies and serves as a foundation for future research involving user-centered evaluation, usability testing, and institutional implementation within university mental health support systems.

Keywords: Chatbot, Artificial Intelligence, Depression, PHQ-9, Mental Health, Natural Language Processing, Technological Development.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	vi
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS	x
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. DIAGNÓSTICO Y ENUNCIADO DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. Problema general	14
1.2.2. Problemas específicos	14
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	15
CAPITULO II.....	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1. Chatbot.....	22
2.2.2. Inteligencia artificial	24
2.2.3. Aprendizaje automático	25
2.2.4. ChatGPT.....	26
2.2.5. Procesamiento de lenguaje natural (NLP).....	27
2.2.6. Diagnostico.....	27
2.2.7. Depresión	27
2.2.8. PHQ-9 (Patient Health Questionnaire-9).....	28
2.2.9. Salud mental.....	30
2.2.10. Metodología programación extrema (XP).....	31
2.2.11. Arquitectura limpia	42
2.2.12. Firebase	44
2.2.13. Cloud firestore.....	44
2.2.14. Flutter	44

2.2.15. Dart.....	44
CAPITULO III.....	46
MATERIALES Y MÉTODOS	46
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO	46
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	46
3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	47
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
3.2.1. Población.....	47
3.2.2. Muestra	47
3.2.3. Justificación de la población y muestra.....	47
3.3 AUSENCIA DE HIPÓTESIS	48
3.3.1. Fundamentación metodológica	48
3.3.2. Justificación técnica.....	48
3.4. VARIABLES Y DIMENSIONES	49
3.4.1. Definición conceptual de las variables	49
3.4.2. Definición operacional de las variables.....	50
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	51
3.5.1. Técnicas	51
3.5.2. Instrumentos	51
3.6. Técnicas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) que permitan la interpretación correcta de las respuestas de los estudiantes en el cuestionario PHQ-9.....	51
3.7. Desarrollo de la arquitectura del chatbot integrando el PHQ-9 con la metodología XP..	55
3.8. Criterios técnicos y funcionales de accesibilidad y confiabilidad del chatbot	78
CAPITULO IV	81
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	81
4.1. Validación funcional del sistema	81
4.2. Indicadores técnicos de desempeño.....	81
4.3. Resultados de integración técnica.....	83
4.4. Evaluación funcional según los objetivos específicos	83
CAPÍTULO V	85
CONSLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
5.1. CONCLUSIONES	85
5.2. RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS	87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Cuestionario sobre la salud del paciente-9 (PHQ-9).....	29
Tabla 2	Relación de técnicas 7 herramientas y función de en flujo del chatbot.....	53
Tabla 3	Historia de usuario.....	55
Tabla 4	Plan de alto nivel	56
Tabla 5	Historia de usuario: Gestionar usuario.....	56
Tabla 6	Historia de usuario: Acceder al cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9).....	57
Tabla 7	Historia usuario: Visualizar la interpretación del resultado y recomendación.....	57
Tabla 8	Historia usuario: Gestionar reporte.....	58
Tabla 9	Plan de versiones.....	58
Tabla 10	Tarea de ingeniería: Iniciar sesión	59
Tabla 11	Tarea de ingeniería: Acceder al cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9)	59
Tabla 12	Tarea de ingeniería: Acceder al cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9)	60
Tabla 13	Tarea de ingeniería: Visualizar la interpretación del resultado y recomendación.....	60
Tabla 14	Tarea de ingeniería: Gestionar reporte.....	61
Tabla 15	Plan de iteración del desarrollo del PHQ-9.....	61
Tabla 16	Casos de prueba de aceptación: Iniciar sesión.....	62
Tabla 17	Casos de prueba de aceptación: Acceder al cuestionario PHQ-9.....	62
Tabla 18	Casos de prueba de aceptación: cuestionario PHQ-9	63
Tabla 19	Interpretación del resultado y recomendación	63
Tabla 20	Reporte de los usuarios del Test PHQ-9	64
Tabla 21	Reporte de pruebas unitarias. Primera iteración	78
Tabla 22	Reporte de pruebas unitarias. Segunda iteración	78
Tabla 23	Criterios Técnicos y funcionales de accesibilidad y confiabilidad.....	79
Tabla 24	Indicadores de rendimiento del chatbot de inteligencia artificial.....	82
Tabla 25	Comparación entre objetivos con los resultados obtenidos	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Posibles usos de la inteligencia artificial	25
Figura 2	Diagrama de Venn	26
Figura 3	Valores de la programación extrema	33
Figura 4	Los roles del equipo de desarrollo de programación extrema.....	34
Figura 5	Proceso de desarrollo de XP.....	36
Figura 6	Historias de usuarios	40
Figura 7	Tarea de ingeniería	41
Figura 8	Pruebas de aceptación	41
Figura 9	Tarjetas CRC.....	42
Figura 10	Arquitectura limpia	43
Figura 11	Flujo del procesamiento NLP y herramienta en el chatbot PHQ-9.	55
Figura 12	Arquitectura de software del chatbot para el cuestionario de depresión PHQ-9.....	64
Figura 13	Diagrama de flujo del chatbot (Basado en el test PHQ-9)	65
Figura14	Interfaz de iniciar la encuesta PHQ-9.....	66
Figura 15	Interfaz de registro el encuestado para la encuesta PHQ-9.....	67
Figura 16	Interfaz de registro el encuestado para la encuesta PHQ-9.....	67

Figura 17 Interfaz de registro el encuestado para la encuesta PHQ-9.....	68
Figura 18 Interfaz de validación de la encuesta PHQ-9.....	68
Figura 19 Interfaz de la encuesta PHQ-9.....	69
Figura 20 Interfaz de la encuesta PHQ-9.....	69
Figura 21 Interfaz del resultado del diagnóstico PHQ-9, interpretación del resultado y recomendación	70
Figura 22 Fin del cuestionario sobre la salud del paciente (PHQ-9)	70
Figura 23 Interfaz del administrador.....	71
Figura 24 Interfaz del administrador (validación de usuario)	71
Figura 25 Interfaz del administrador, lista de encuestas realizadas.....	72
Figura 26 Interfaz del administrador, diagnostico, explicación y respuestas de los encuestados del cuestionario PHQ-9	72
Figura 27 Interfaz del administrador, reporte de la lista encuestados.....	73
Figura 28 Interfaz del administrador, descarga de reporte de la lista de los encuestados	73
Figura 29 Módulos de la arquitectura limpia.....	74
Figura 30 Módulo de login administrador	74
Figura 31 Login usuario	75
Figura 32 Cuestionario PHQ-9.....	75
Figura 33 Integración de la API generativa OpenAI	76
Figura 34 Conexión de la data firebase.....	76
Figura 35 Interfaz de resultado de la encuesta.....	77
Figura 36 Estructura de resultados de la encuesta PHQ-9.....	77

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la salud mental es un tema de creciente relevancia debido a su impacto en la calidad de vida de las personas y en su desempeño en diversos ámbitos, incluyendo el académico. La depresión, en particular, se ha convertido en uno de los trastornos mentales más prevalentes a nivel global, afectando significativamente a jóvenes en edad universitaria. Según la Organización Mundial de la Salud, esta condición no solo repercute en el bienestar emocional, sino que también limita la productividad y el desarrollo personal de quienes la padecen. En este contexto, la tecnología emerge como una herramienta poderosa para abordar los desafíos relacionados con la detección y el tratamiento temprano de este trastorno.

El presente trabajo de investigación propone el desarrollo de un chatbot de inteligencia artificial diseñado específicamente para diagnosticar de manera preliminar la depresión en estudiantes de ingeniería mediante la implementación del Cuestionario de Salud del Paciente PHQ-9. Este chatbot combina técnicas avanzadas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) con una interfaz accesible y amigable, brindando a los usuarios una experiencia interactiva y personalizada que facilita la autoevaluación de su salud mental.

El enfoque innovador de esta investigación no solo busca proveer una herramienta tecnológica eficaz, sino también contribuir al campo de la salud mental a través de la integración de metodologías ágiles de desarrollo de software, como la programación extrema (XP). De esta forma, se pretende no solo garantizar la precisión y la funcionalidad del sistema, sino también promover una mayor accesibilidad a recursos de diagnóstico y orientación psicológica, especialmente en comunidades estudiantiles con recursos limitados.

A través de este proyecto, se espera demostrar el potencial de los chatbots basados en inteligencia artificial como una solución viable y escalable para enfrentar el creciente desafío de la depresión en el ámbito universitario, estableciendo así un precedente para futuras aplicaciones tecnológicas en el cuidado de la salud mental.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DIAGNÓSTICO Y ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En el contexto actual, la salud mental de los estudiantes universitarios se ha convertido en un área de gran interés debido al creciente número de casos de trastornos mentales, entre ellos la depresión. En particular, los estudiantes de ingeniería, debido a la carga académica intensa y el estrés asociado a sus estudios, suelen presentar síntomas de depresión en mayor frecuencia que otros grupos estudiantiles. Sin embargo, la detección temprana de la depresión sigue siendo un reto, especialmente porque los estudiantes no siempre buscan ayuda psicológica oportuna.

El uso de tecnologías como la inteligencia artificial (IA) y el desarrollo de chatbots se presenta como una solución viable para ofrecer una herramienta accesible, rápida y eficiente en la detección de la depresión. El cuestionario de salud del paciente-9 (PHQ-9) es un instrumento ampliamente validado para el diagnóstico de la depresión, y su integración en un chatbot basado en IA permitiría realizar un tamizaje preliminar a gran escala, facilitando la derivación a profesionales de la salud cuando sea necesario.

Este estudio busca diseñar y construir un chatbot de inteligencia artificial que, mediante el uso del PHQ-9, permita el diagnóstico preliminar de la depresión en estudiantes de ingeniería. El enfoque está en la automatización del proceso diagnóstico mediante el chatbot, haciendo énfasis en la facilidad de uso y precisión en la interpretación de las respuestas del cuestionario.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cómo construir un chatbot de inteligencia artificial que permita diagnosticar la depresión en estudiantes de ingeniería mediante el Cuestionario de Salud del Paciente-9 (PHQ-9) en el año 2025?

1.2.2. Problemas específicos

¿Qué técnicas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) son más adecuadas para implementar en un chatbot que interprete las respuestas de los estudiantes en el cuestionario PHQ-9?

- A. ¿Cómo integrar el cuestionario PHQ-9 en el diseño del chatbot para asegurar un diagnóstico preliminar de la depresión en los estudiantes de manera precisa y eficiente?
- B. ¿Cuáles son los criterios técnicos y funcionales que deben considerarse en la construcción del chatbot para que sea accesible y confiable para los estudiantes de ingeniería?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un chatbot de inteligencia artificial que permita el diagnóstico preliminar de la depresión en estudiantes de ingeniería mediante la implementación del cuestionario PHQ-9.

1.3.2. Objetivos específicos

- A. Implementar técnicas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) que permitan la interpretación correcta de las respuestas de los estudiantes en el cuestionario PHQ-9.
- B. Diseñar la arquitectura del chatbot integrando el cuestionario PHQ-9 para que permita realizar un diagnóstico preliminar preciso y eficaz de la depresión.
- C. Definir los criterios técnicos y funcionales que garanticen la accesibilidad y confiabilidad del chatbot para los estudiantes de ingeniería.

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

La decisión de no utilizar hipótesis en el presente trabajo de investigación "CHATBOT DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA DEPRESIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MEDIANTE PHQ-9", se justifica por las siguientes razones:

Enfoque exploratorio o descriptivo:

Justificación: El objetivo principal de la investigación es desarrollar y evaluar un chatbot para el diagnóstico preliminar de la depresión, lo cual puede estar más enfocado en la creación y validación de una herramienta tecnológica que en la comprobación de una hipótesis predeterminada.

Explicación: El estudio busca entender cómo funciona el chatbot en la práctica, probar su diseño y evaluar su usabilidad y efectividad en el contexto de los

estudiantes de ingeniería, en lugar de probar una relación causal específica entre variables.

Investigación de desarrollo tecnológico:

Justificación: El estudio se centra en el desarrollo de una tecnología (el chatbot) y su implementación en un contexto real, lo cual no necesariamente requiere una hipótesis.

Explicación: Este tipo de investigaciones se orientan más a crear prototipos funcionales y probar su efectividad en situaciones prácticas, sin la necesidad de formular predicciones previas sobre los resultados. El objetivo es diseñar un producto funcional y evaluar su rendimiento, lo cual se puede hacer a través de la observación y medición de sus resultados en lugar de probar una hipótesis específica.

No se busca probar una relación causal:

Justificación: La investigación no tiene como objetivo probar una relación causal entre variables, sino más bien desarrollar una herramienta y observar cómo se desempeña.

Explicación: La hipótesis es más comúnmente utilizada cuando se busca probar la relación causal entre una variable independiente (como el uso del chatbot) y una variable dependiente (como el diagnóstico de depresión). En este caso, el propósito principal es ver cómo se integra el PHQ-9 en el chatbot, cómo funciona el procesamiento de lenguaje natural, y qué tan accesible y confiable resulta ser el chatbot para los usuarios, sin necesariamente probar una causa y efecto.

Evaluación cualitativa:

Justificación: El estudio podría enfocarse más en la evaluación cualitativa de la experiencia de los usuarios, su satisfacción con el chatbot, y la utilidad del diagnóstico.

Explicación: Si bien puedes recolectar datos cuantitativos sobre el rendimiento del chatbot (precisión, tiempo de respuesta, etc.), el estudio podría estar más orientado a entender la experiencia del usuario y mejorar el sistema, sin un enfoque cuantitativo que requiera una hipótesis.

Innovación tecnológica:

Justificación: Al ser un estudio enfocado en el desarrollo de una nueva herramienta (el chatbot), el objetivo puede ser más innovador, buscando demostrar la viabilidad de la solución tecnológica más que probar algo predeterminado.

Explicación: En este tipo de investigaciones, el objetivo principal puede ser mostrar que la idea del chatbot es viable y útil para el diagnóstico preliminar de la depresión, y cómo se puede implementar de manera efectiva, sin que esto dependa de probar una hipótesis específica.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Salinas et al. (2023), en su investigación titulada “Modelo Conceptual de un Sistema Inteligente para Diagnosticar la Ansiedad y Depresión en los Bomberos de Comas N°124-Lima, utilizando Inteligencia Artificial a través de un ChatBot”, se emplearon técnicas de Inteligencia Artificial (IA) para abordar un problema crítico. Este estudio se centra en la identificación de alteraciones emocionales que resultan de la constante exposición de los bomberos a situaciones de riesgo, las cuales afectan tanto su salud física como psicológica. La investigación tomó como muestra representativa al 56% de los bomberos de la compañía, un total de 169 profesionales de ambos sexos y distintos rangos jerárquicos. Los resultados revelaron una alta incidencia de depresión, con índices significativamente mayores en hombres respecto a mujeres. La importancia de este trabajo radica en la necesidad de detectar a tiempo trastornos mentales como la ansiedad y la depresión para garantizar un tratamiento oportuno, aunque este diagnóstico temprano continúa siendo un desafío considerable. En este sentido, los algoritmos de ChatGPT, un chatbot basado en inteligencia artificial, ofrecen un enfoque innovador con el potencial de transformar el campo de la salud mental. Actualmente, se están llevando a cabo investigaciones para explorar el potencial de esta tecnología en la identificación temprana de problemas psicológicos.

Según Chieng Cueva & Medina Aguirre (2020) en su investigación titulada “Evaluación de Trastornos Mentales de Ansiedad y Depresión Vía Chatbot”, la ansiedad y la depresión se destacan como dos de los trastornos emocionales más prevalentes a nivel mundial, afectando a millones de personas. La ausencia de un tratamiento adecuado puede resultar en una disminución significativa de la productividad laboral y en un incremento de las tasas de morbilidad en varios países. En 2019, el Ministerio de Salud de Perú estimó que aproximadamente el 20% de la población nacional enfrentará ansiedad, depresión u otros trastornos graves, los cuales podrían derivar en adicciones o comportamientos violentos, tanto hacia uno mismo como hacia otros, resaltando la urgencia de una detección y atención tempranas.

A partir de marzo de 2020, la pandemia de COVID-19 generó un estado de emergencia que limitó el contacto social, afectando profundamente la necesidad humana de interacción. El confinamiento, el miedo al contagio y la presión de equilibrar el trabajo remoto con las responsabilidades del hogar incrementaron los niveles de estrés,

ansiedad y depresión en muchas personas. En este escenario, se vuelve crucial aprovechar herramientas tecnológicas, como internet, dispositivos móviles y redes sociales, para aliviar estos síntomas.

El avance tecnológico ha fortalecido la interacción entre personas y computadoras, lo que ha permitido el desarrollo de soluciones digitales orientadas a la salud mental. En este marco, se propone el uso de un asistente virtual (Chatbot) para la detección temprana de síntomas de ansiedad y depresión mediante cuestionarios estandarizados, como el SRQ, K-10 KESSLER y PHQ-9. Este enfoque busca, a través de una interacción conversacional, identificar el nivel del trastorno y ofrecer una orientación inicial que contribuya a reducir los síntomas y sus impactos negativos.

Según Giunti et al.(2021a) su trabajo de investigación de “Designing Depression Screening Chatbots” presenta al Chatbot como una herramienta efectiva para ayudar a las personas a evaluar su estado emocional y determinar qué tipo de intervención podría ser más adecuada. Además, se concluye que esta solución digital tiene el potencial de descentralizar la atención psicológica en el país, facilitando el acceso a servicios de salud mental de manera más eficiente y accesible. Los avances en el reconocimiento de voz, el procesamiento del lenguaje natural y la inteligencia artificial han llevado a la creciente disponibilidad y uso de agentes conversacionales (chatbots) en diferentes entornos. Los chatbots son sistemas que replican la interacción humana través de texto o voz. Este artículo describe una serie de consideraciones de diseño para integrar interfaces de chatbots con servicios de salud. El presente artículo es parte de un trabajo en curso que explora la implementación general de chatbots en el contexto de la atención médica. Los resultados se obtuvieron a través de un enfoque de investigación basado en el diseño, el cual incluye: (1) una revisión bibliográfica del cuerpo de conocimiento existente sobre el diseño de chatbots, (2) un análisis del estado de la práctica en el uso de chatbots como interfaces de servicio y (3) un proceso generativo de diseño de una interfaz de chatbot para la detección de la depresión. Este artículo ofrece recomendaciones que serían útiles para el diseño de un chatbot específicamente adaptados al entorno de la atención sanitaria.

Según Klos et al. (2021), en su estudio titulado “Artificial Intelligence–Based Chatbot for Anxiety and Depression in University Students: Pilot Randomized Controlled Trial”, se buscó evaluar la viabilidad, aceptación e impacto del uso de Tess, un chatbot diseñado para identificar síntomas de ansiedad y depresión en estudiantes universitarios. La

investigación consistió en un ensayo piloto controlado y aleatorizado, en el cual los participantes del grupo experimental interactuaron con Tess durante ocho semanas, mientras que el grupo de control empleó un libro de psicoeducación centrado en la depresión.

Para evaluar los síntomas depresivos se utilizaron las pruebas U de Mann-Whitney y Wilcoxon, y para analizar los niveles de ansiedad se aplicaron pruebas t de muestras independientes y pareadas. El estudio incluyó inicialmente a 181 estudiantes universitarios argentinos, de entre 18 y 33 años, con una mayoría de mujeres (87,2%). Al término del periodo de ocho semanas, completaron el estudio 39 de los 99 estudiantes del grupo experimental (39%) y 34 de los 82 del grupo de control (41%).

En promedio, se intercambiaron 472 mensajes, de los cuales 116 fueron respuestas de los usuarios hacia Tess. Se observó que un mayor nivel de interacción con el chatbot se relacionaba con retroalimentación positiva ($F_{2,36} = 4,37$; $P = .02$). Aunque no se detectaron diferencias significativas entre los grupos en los síntomas de ansiedad y depresión al comparar los dos periodos, el grupo experimental mostró una reducción significativa en los síntomas de ansiedad, lo cual no ocurrió en el grupo de control. Sin embargo, no se encontraron cambios relevantes en los niveles de depresión en ninguno de los grupos.

En conclusión, los resultados reflejan que los estudiantes dedicaron una cantidad considerable de tiempo a interactuar con Tess, y un mayor nivel de interacción estuvo asociado con evaluaciones positivas. Estos hallazgos preliminares sugieren que Tess es una herramienta aceptable y con potencial en la población universitaria argentina, aunque se requieren investigaciones adicionales para evaluar de manera más profunda su impacto y eficacia en el campo de la salud mental.

La investigación de Liu et al.(2022), su estudio de “Using AI chatbots to provide self-help depression interventions for university students: A randomized trial of effectiveness” El estudio tuvo como objetivo comparar la efectividad de la terapia asistida por chatbots con la biblioterapia, una estrategia de autoayuda psicológica ampliamente aceptada. Su propósito principal fue proporcionar mayor evidencia sobre el uso de chatbots como herramientas accesibles, interactivas y eficaces para tratar la depresión. La investigación consistió en un ensayo controlado aleatorio no ciego con 83 estudiantes universitarios, divididos en dos grupos: un grupo experimental que recibió una

intervención basada en chatbot (n = 41) y un grupo de control que siguió un nivel mínimo de biblioterapia (n = 42). Durante 16 semanas, se realizaron evaluaciones cada 4 semanas utilizando instrumentos estandarizados como el PHQ-9 para medir la depresión, el GAD-7 para la ansiedad y el PANAS para el afecto positivo y negativo. Adicionalmente, se evaluó la satisfacción y la alianza terapéutica con el CSQ-8 y el WAI-SR, y se registraron tanto la adherencia como los comentarios de los usuarios sobre su experiencia con el chatbot.

La muestra incluyó estudiantes de pregrado (n = 31) y posgrado (n = 52), con edades entre 19 y 28 años (media = 23,08; DE = 1,76). Del total, el 55,42% eran mujeres, mientras que el 24,07% de los participantes no completó el seguimiento. En el inicio, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, el análisis por intención de tratar evidenció una reducción significativa en las puntuaciones del PHQ-9 (F = 22,89; P < 0,01) y el GAD-7 (F = 5,37; P = 0,02) en el grupo que utilizó el chatbot, con una disminución particularmente marcada en los niveles de ansiedad durante las primeras 4 semanas. Además, los participantes del grupo experimental reportaron una mayor alianza terapéutica (WAI-SR) en comparación con aquellos que realizaron biblioterapia (t = 7,29; P < 0,01).

Los comentarios resaltaron que los factores relacionados con el proceso de la intervención fueron más influyentes que los aspectos del contenido. En conclusión, la terapia mediante chatbots demostró ser más efectiva que la biblioterapia mínima para reducir síntomas de depresión y ansiedad, además de facilitar una mayor alianza terapéutica. Estos resultados sugieren que los chatbots tienen un gran potencial como herramienta de apoyo en la salud mental; sin embargo, se requiere más investigación a largo plazo para confirmar su efectividad y mejorar su aplicación en distintos contextos clínicos.

Según Li et al.(2023), en su estudio de investigación “Systematic review and meta-analysis of AI-based conversational agents for promoting mental health and well-being” los agentes conversacionales (AC) basados en inteligencia artificial (IA) están ganando importancia en el ámbito de la salud mental, pero aún hay pocas evaluaciones detalladas sobre su impacto en el bienestar emocional. Para abordar esta falta de evidencia, se realizó una revisión sistemática y un metaanálisis que agrupa estudios sobre la efectividad de estos sistemas en el tratamiento de trastornos mentales. El análisis incluyó la revisión de 12 bases de datos, de las cuales se seleccionaron 35 estudios relevantes, incluyendo 15 ensayos controlados aleatorios para el metaanálisis. Los resultados mostraron que los AC basados en IA lograron una reducción significativa

en los síntomas de depresión (g de Hedge 0,64 [IC 95%: 0,17-1,12]) y angustia (g de Hedge 0,7 [IC 95%: 0,18-1,22]). El mayor impacto se observó en sistemas multimodales, aquellos que utilizan IA generativa e integraciones en aplicaciones de mensajería, con mayor efectividad en poblaciones clínicas, subclínicas y adultos mayores. No obstante, los beneficios no se reflejaron en una mejora significativa del bienestar psicológico general (g de Hedge 0,32 [IC 95%: -0,13 a 0,78]). La experiencia del usuario dependió en gran medida de la calidad de la relación entre el usuario y el AC, la interacción con los contenidos y la efectividad de la comunicación. Estos hallazgos resaltan el potencial de los AC en el tratamiento de problemas de salud mental, aunque se necesita más investigación para comprender mejor los mecanismos que explican su eficacia, evaluar sus efectos a largo plazo y garantizar una integración segura de los grandes modelos de lenguaje (LLM) en este ámbito.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Chatbot

Los chatbots son programas computacionales diseñados para interactuar con los usuarios a través de lenguajes naturales. Esta tecnología tiene sus orígenes en la década de 1960, cuando se comenzó a explorar si estos sistemas podían convencer a los usuarios de que estaban conversando con un ser humano real. Sin embargo, el propósito de los chatbots va más allá de simular conversaciones humanas y proporcionar entretenimiento (Shawar & Atwell, 2007); “Los chatbots son sistemas que imitan la interacción del diálogo humano a través de texto o voz” (Giunti et al., 2021b)

Estructura de un chatbot

De acuerdo con celcom (2024), los chatbots son herramientas tecnológicas diseñadas para interactuar con los usuarios en tiempo real, ofreciendo respuestas rápidas y eficientes a preguntas frecuentes. Un estudio realizado por Drift destaca que el 53% de los consumidores en línea tienen mayor inclinación a comprar en empresas que utilizan chats para responder sus dudas. Es en este contexto donde los chatbots ganan protagonismo, ya que tienen la capacidad de identificar preguntas al instante y brindar experiencias satisfactorias sin retrasos. Sin embargo, para que su funcionamiento sea eficaz, requieren una estructura sólida y un diseño adecuado que contemple elementos esenciales. Entre ellos destacan los siguientes:

Tipos de chatbots

Existen tres categorías principales de chatbots que están transformando la manera en que las empresas interactúan con sus clientes:

- **Menú, la opción tradicional:** Este tipo de chatbot es común en Internet y se basa en presentar al usuario diversas opciones para continuar con su consulta, simplificando así el proceso de encontrar respuestas sin realizar búsquedas extensas.
- **Keywords, más personalizadas:** Estos chatbots identifican palabras clave en las consultas y las asocian con respuestas predefinidas. A menudo se combinan con los chatbots basados en menú para ofrecer una experiencia más dinámica.
- **Contextuales, avanzados y sofisticados:** Incorporan inteligencia artificial y aprendizaje automático para comprender el contexto de las preguntas y ofrecer respuestas más precisas. Aunque son más costosos y complejos de desarrollar, proporcionan un alto nivel de satisfacción al usuario.

Cada tipo de chatbot tiene ventajas y desventajas, pero todos comparten el propósito de asistir al cliente. La elección del más adecuado dependerá de las necesidades específicas de cada empresa.

¿Cómo se estructuran?

A continuación, se describen los pasos esenciales para su creación de un chatbot:

- **Definir un objetivo claro:** Es fundamental establecer qué se espera del chatbot, en qué plataformas operará y cómo contribuirá al proyecto.
- **Identificar problemas recurrentes:** Analizar las preguntas más frecuentes de los usuarios mediante tecnología de procesamiento de lenguaje natural (NLP) para entender los temas principales que deben abordarse.
- **Clasificar las consultas:** Organizar las preguntas en categorías específicas y determinar la información necesaria para responderlas adecuadamente. Por ejemplo, una consulta sobre horarios de atención debe ser identificada como un tema de servicio al cliente.
- **Comprender las consultas:** Analizar cada pregunta para identificar la información requerida y responder con precisión. Por ejemplo, si un usuario pregunta "¿A qué hora abren los domingos?", el chatbot debe reconocer que busca información sobre horarios específicos.
- **Ofrecer respuestas adecuadas:** Las respuestas deben ser claras, completas y con un tono amigable y profesional para generar confianza. Además, es crucial brindar la opción de contactar a un agente humano si el chatbot no puede resolver la consulta.

Un chatbot eficaz mantiene una interacción fluida, pero deja claro que es una herramienta automatizada, lo cual ayuda a construir confianza entre los usuarios.

¿Cuáles son las consultas más comunes?

Entre los temas que los chatbots abordan con mayor frecuencia se encuentran:

- **Información básica:** Los usuarios suelen buscar datos de contacto, como números telefónicos o correos electrónicos, para realizar reservas.
- **Preguntas frecuentes:** Responden dudas habituales, como políticas de devoluciones o horarios de atención.
- **Compras en línea:** Están diseñados para procesar pedidos de manera eficiente y proporcionar actualizaciones claras sobre su estado.
- **Soporte técnico:** Ayudan a resolver problemas técnicos y, cuando es necesario, derivan la consulta a un agente humano.

2.2.2. Inteligencia artificial

La Inteligencia Artificial (IA), como una disciplina dentro de las ciencias de la computación, ha generado un creciente interés en los últimos años debido a la diversidad de sus aplicaciones. Su estudio se centra en analizar la inteligencia a través de la creación de modelos y simulaciones, lo que ha atraído a numerosos investigadores hacia este ámbito. Los fundamentos y principios de la IA se remontan a las ideas del matemático británico Alan Turing, mientras que el término "Inteligencia Artificial" fue acuñado por John McCarthy en una conferencia realizada en Dartmouth College, Estados Unidos. Este evento, considerado un punto de inflexión en la evolución de la IA, reunió a destacados académicos como Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, Claude Shannon, Herbert Simon y Allen Newell, quienes delinearon los primeros conceptos de esta disciplina. Aunque existían investigaciones previas relacionadas con el tema, esta reunión estableció los cimientos de lo que hoy entendemos como Inteligencia Artificial (Ponce et al., 2014, p. 16).

Según Rouhiainen (2018), la inteligencia artificial (IA) se define como la capacidad de las máquinas para realizar actividades que normalmente requieren inteligencia humana, utilizando algoritmos, aprendizaje de datos y aplicación de lo aprendido en la toma de decisiones. A diferencia de los humanos, las máquinas basadas en IA no necesitan descanso, pueden procesar grandes volúmenes de información simultáneamente y tienen una menor tasa de error. Gracias a estas características, la IA está transformando múltiples sectores, con aplicaciones como el reconocimiento de imágenes, el mantenimiento predictivo, la mejora de estrategias comerciales, la protección contra

ciberamenazas y la optimización de datos en salud. Además, su impacto se extiende a ámbitos como la educación, el trabajo, las relaciones humanas y la forma en que las empresas compiten, al realizar tareas difíciles, monótonas o peligrosas, permitiendo a los humanos enfocarse en actividades más complejas. Sin embargo, el avance acelerado de la IA también exige una evaluación constante de sus posibles desventajas.

Figura 1

Posibles usos de la inteligencia artificial



Nota. Ejemplo de donde podría utilizarse la inteligencia artificial. Adoptado por (Rouhiainen, 2018, p. 16)

2.2.3. Aprendizaje automático

Según Shinde & Shah (2018), El aprendizaje automático es una de las áreas clave en el ámbito de la informática moderna. A lo largo del tiempo, se han realizado múltiples investigaciones con el objetivo de dotar de inteligencia a las máquinas. Este proceso, que es un comportamiento natural en los seres humanos, se ha convertido también en un componente fundamental para el desarrollo de sistemas inteligentes. Para ello, se han diseñado diversas técnicas específicas. Los algoritmos clásicos de aprendizaje automático han demostrado ser útiles y se han implementado en una amplia variedad de aplicaciones.

Figura 2

Diagrama de Venn



Nota. Es el diagrama de Venn que muestra la relación entre distintas subáreas de la inteligencia artificial. Adoptado por (Abeliuk & Gutiérrez, 2021, p. 18).

2.2.4. ChatGPT

Según An et al. (2023), ChatGPT es un sistema avanzado diseñado para generar texto en interacciones conversacionales. Este modelo pertenece al ámbito del procesamiento de lenguaje natural (PLN) y tiene la capacidad de producir respuestas similares a las de un ser humano en función de las entradas proporcionadas por los usuarios. Basado en una arquitectura de transformador pre-entrenado en lenguaje generativo, el modelo se entrena utilizando grandes volúmenes de datos conversacionales extraídos de Internet. Tras completar su entrenamiento, puede desempeñar diversas tareas relacionadas con el procesamiento del lenguaje natural, como la traducción, la resolución de preguntas y la finalización de textos. Además, este sistema de diálogo también puede ser implementado como una inteligencia artificial conversacional, siendo útil en chatbots, agentes virtuales y otras herramientas para interacciones conversacionales.

2.2.5. Procesamiento de lenguaje natural (NLP)

Según Beltrán & Rodríguez (2021), Los avances tecnológicos han permitido que el lenguaje natural (LN), utilizado por los seres humanos en su comunicación cotidiana, pueda ser integrado en sistemas computacionales, lo cual facilita la realización de diversas tareas como la mejora en la redacción, la comprensión de textos extensos, la traducción automática y otras aplicaciones útiles para la vida diaria. En este contexto afirma (Moreira et al., 2021), el procesamiento del lenguaje natural (NLP) se presenta como una herramienta clave que se aplica en diversas áreas, incluyendo la computación lingüística, la traducción automática, los sistemas de búsqueda de información, la automatización de síntesis y las interfaces de lenguaje natural. Estas aplicaciones permiten a los sistemas comprender y procesar el lenguaje humano, mejorando significativamente la interacción entre las personas y las máquinas.

2.2.6. Diagnostico

De acuerdo (Organización Mundial de la Salud, 2024b), los diagnósticos constituyen herramientas esenciales para identificar enfermedades o problemas de salud, permitiendo iniciar tratamientos oportunos que previenen complicaciones y reducen costos asociados. Los servicios de diagnóstico desempeñan un papel crucial en diversas áreas, como la prevención, detección, diagnóstico, manejo, seguimiento y tratamiento de enfermedades, incluyendo aquellas transmisibles, no transmisibles, tropicales desatendidas, raras, así como lesiones y discapacidades. Por ende, garantizar un acceso equitativo a diagnósticos seguros, efectivos y de calidad requiere un enfoque integral en los sistemas de salud que abarque cada etapa de la cadena de valor. El concepto de diagnóstico abarca dispositivos médicos, técnicas y procedimientos empleados tanto para la evaluación in vitro como in vivo de estados fisiológicos o condiciones patológicas.

2.2.7. Depresión

De acuerdo (Organización Mundial de la Salud, 2024), la depresión, también denominada trastorno depresivo, es un problema de salud mental ampliamente extendido que puede afectar a personas de cualquier edad o contexto. Este trastorno se caracteriza por un estado de ánimo constantemente bajo o por la pérdida de interés o placer en actividades, diferenciándose de los cambios emocionales habituales que ocurren en la vida diaria. Los episodios depresivos tienden a prolongarse durante la mayor parte del día, casi todos los días, y tienen una duración mínima de dos semanas.

Entre los síntomas más comunes de la depresión se encuentran alteraciones en los patrones de sueño, cambios en el apetito, disminución de la autoestima, pensamientos relacionados con la muerte y una visión pesimista del futuro. También son frecuentes la sensación de agotamiento y las dificultades para mantener la concentración. Este trastorno resulta de la interacción entre factores sociales, psicológicos y biológicos. Las personas que han vivido situaciones de abuso, pérdidas importantes u otros eventos adversos presentan un mayor riesgo de desarrollarlo. Además, problemas en entornos laborales o educativos pueden influir en su aparición.

La prevención juega un rol fundamental en la disminución de la incidencia de la depresión. Existen programas diseñados para reducir su impacto, junto con tratamientos tanto psicológicos como farmacológicos que han demostrado ser efectivos. Sin embargo, el acceso a estos recursos sigue siendo limitado, especialmente en países con ingresos bajos y medios. Se calcula que más del 75% de las personas con trastornos mentales en estas regiones no reciben un tratamiento adecuado, lo que pone de manifiesto una importante brecha en la disponibilidad de servicios de salud mental.

2.2.8. PHQ-9 (Patient Health Questionnaire-9)

El cuestionario de salud del paciente (PHQ, por sus siglas en inglés) es una herramienta autoadministrada derivada del instrumento de diagnóstico PRIME-MD, diseñada para evaluar trastornos mentales comunes. Dentro de este cuestionario, el módulo PHQ-9 se enfoca específicamente en la depresión, evaluando los nueve criterios establecidos por el DSM-IV. Cada criterio se puntúa en una escala que va desde "0" (nunca) hasta "3" (casi todos los días) (Kroenke et al., 2001).

El PHQ-9 es un cuestionario ampliamente utilizado para evaluar la depresión. Incluye nueve ítems que abordan aspectos como el placer en las actividades, el estado de ánimo deprimido, alteraciones del sueño, niveles de energía, cambios en el apetito, sensación de fracaso, problemas de concentración, inquietud o lentitud y pensamientos negativos relacionados con el suicidio o la autolesión durante las últimas dos semanas. Este instrumento puede ser administrado por un médico o autoadministrado por el paciente. En una primera consulta, el PHQ-9 sirve como herramienta diagnóstica y para identificar síntomas relevantes. En visitas de seguimiento, se utiliza para evaluar la respuesta al tratamiento y detectar síntomas que persisten. Debido a su brevedad, fiabilidad y validez para medir la severidad de la depresión, este cuestionario es útil tanto en el ámbito clínico como en la investigación. Algunos profesionales de la salud emplean

únicamente los dos primeros ítems como prueba de tamizaje inicial. Si el paciente reporta problemas relacionados con el interés en actividades o con sentimientos de desesperanza, se procede a explorar los ítems restantes. Este método permite evaluar a un gran número de pacientes de manera eficiente y facilita la detección de casos no diagnosticados de depresión (Williams, 2014).

Tabla 1

Cuestionario sobre la salud del paciente-9 (PHQ-9)

**CUESTIONARIO SOBRE LA SALUD
DEL PACIENTE -9
(PHQ - 9)**

Durante las últimas 2 semanas, que tan seguido ha tenido molestias debido a los siguientes problemas	Ningún día	Varios Días	Mas de la mitad de los días	Casi todos los días
1. Poco interés o placer en hacer las cosas	0	1	2	3
2. Se ha sentido decaído(a) deprimido(a) o sin esperanzas	0	1	2	3
3. Ha tenido dificultad para quedarse o permanecer dormido(a), o ha dormido demasiado	0	1	2	3
4. Se ha sentido cansado(a) o con poca energía	0	1	2	3
5. Sin apetito o ha comido en exceso	0	1	2	3
6. Se ha sentido mal con usted mismo(a)- o que es un fracaso o que ha quedado mal con usted mismo (a) o con su familia	0	1	2	3
7. Ha tenido dificultad para concentrarse en ciertas	0	1	2	3

actividades, tales como leer el periódico o ver la televisión

8. ¿Se ha motivado o hablado tan lento que otras personas podrían haberlo notado? o lo contrario – muy inquieto(a) o agitado(a) que ha estado moviéndose mucho más de lo normal	0	1	2	3
9. Pensamientos de que estaría mejor muerto(a) o de lastimarse de alguna manera	0	1	2	3

FOR OFFICE CODING

_____ + _____ + _____ + _____
=TOTAL SCORE: _____

Si marco cualquiera de los problemas , ¿Qué tanta dificultad le han dado estos problemas para hacer su trabajo, encargarse de las tareas del hogar, o llevarse bien con otras personas?

No ha sido	Un poco	Muy	Extremadamente
Difícil	dificil	Difícil	dificil
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nota. Cuestionario de la salud del paciente (PHQ-9). Adoptado por (Kroenke et al., 2001b).

2.2.9. Salud mental

Según (Galderisi et al., 2015), La definición de salud mental que incorpora el bienestar como elemento central representa un avance importante al superar la visión limitada de considerarla solo como la ausencia de trastornos, plantea ciertos desafíos y riesgos de interpretaciones incorrectas. Esto se debe a que prioriza los sentimientos positivos y el funcionamiento óptimo, lo que puede generar confusiones en contextos específicos. Integrar el bienestar como componente esencial de la salud mental resulta especialmente complejo en situaciones de adversidad, donde este enfoque puede parecer inadecuado. Por ejemplo, una persona que experimenta bienestar mientras

participa en actos violentos en el contexto de una guerra podría ser considerada mentalmente estable según esta perspectiva, mientras que alguien que se siente desesperado tras perder su empleo en un entorno con escasas oportunidades laborales podría ser percibido como menos saludable, pese a la naturaleza comprensible de su reacción emocional.

2.2.10. Metodología programación extrema (XP)

Según (Rosado et al., 2012), La programación extrema (XP) es una metodología ágil que propone un conjunto de prácticas fundamentales para el desarrollo de software. Estas prácticas incluyen entregas incrementales y de tamaño reducido, una jornada laboral limitada a 40 horas semanales, la presencia activa del cliente en el lugar de trabajo y la programación en parejas.

Las actividades de la metodología XP incluyen codificación, pruebas, escucha y diseño. Evidentemente, la codificación es un componente clave en cualquier proyecto de desarrollo de software. Las pruebas, ya sean de funcionalidad, rendimiento o conformidad, resultan indispensables. Escuchar tanto al cliente como a otros programadores y analistas constituye una tarea esencial. Por último, el diseño de un sistema que sea funcional, estéticamente agradable y fácil de mantener es de suma importancia (Kendall & Kendall, 2005, p. 68).

Valores de la programación extrema

Según Wells (2009), la programación extrema (XP) no se limita a un conjunto de reglas específicas, sino que se basa en un enfoque que alinea el trabajo con valores personales y corporativos. Las reglas en XP son una extensión natural de estos valores, que sirven como guía para maximizar el rendimiento del equipo. Estos valores fundamentales pueden complementarse con otros propios según las necesidades de cada proyecto, reflejándolos en las adaptaciones realizadas a las reglas. Los valores principales de XP incluyen:

- **Simplicidad**

El enfoque en XP se centra en realizar únicamente lo necesario y solicitado, evitando cualquier complejidad innecesaria. Este principio permite maximizar el retorno de la inversión y mantener el enfoque en pasos pequeños y sencillos que conduzcan al objetivo, corrigiendo los errores según se presenten. Además, promueve la creación de soluciones que sean sostenibles y rentables a largo plazo.

- **Comunicación**

XP enfatiza la comunicación diaria y directa entre los miembros del equipo. Desde la definición de requisitos hasta el desarrollo de código, todos trabajan en conjunto para encontrar la mejor solución posible al problema planteado.

- **Comentarios**

Este valor destaca la importancia de cumplir con los compromisos en cada iteración mediante la entrega de software funcional. El equipo demuestra los avances del proyecto de manera anticipada y frecuente, escucha con atención las retroalimentaciones y realiza los ajustes necesarios. En XP, el proceso se adapta al proyecto, no al contrario.

- **Respeto**

Cada miembro del equipo es valorado y tratado con el respeto que merece. Todos aportan algo valioso al proyecto, desde conocimientos técnicos hasta entusiasmo. Los desarrolladores reconocen y respetan la experiencia de los clientes, al igual que los clientes valoran las habilidades técnicas del equipo. Asimismo, la gerencia respeta la responsabilidad y la autoridad del equipo sobre su propio trabajo.

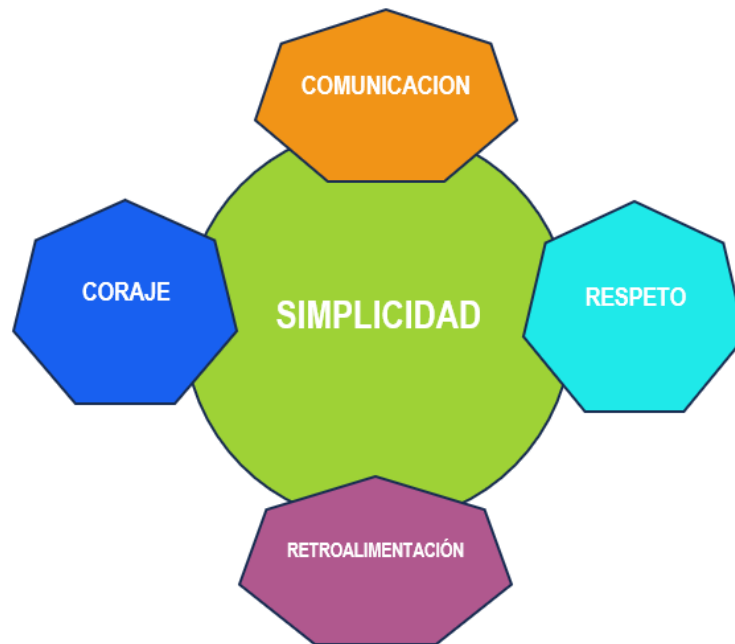
- **Coraje**

En XP, la honestidad y la transparencia son fundamentales. El equipo comunica de manera clara el progreso y las estimaciones, evitando excusas o justificaciones para el fracaso, ya que el objetivo es alcanzar el éxito. El valor del coraje también implica adaptarse a los cambios y trabajar en equipo, confiando en que nadie enfrenta los desafíos solo.

Estos valores forman la base de la programación extrema, guiando las acciones y decisiones del equipo en busca de resultados efectivos y sostenibles.

Figura 3

Valores de la programación extrema



Nota. La simplicidad de los 5 valores de la programación extrema. Adoptador por (La oficina de proyectos de informática, 2012).

Roles de la programación extrema

Según la programación extrema (XP), existen diversos roles que deben ser asumidos por las personas involucradas en los proyectos de desarrollo. En muchos casos, un mismo individuo puede desempeñar múltiples roles durante el proceso. Los siete roles principales incluyen: programador, cliente, probador, rastreador, entrenador, consultor y, de manera humorística, el "gran jefe"(Kendall & Kendall, 2005, p. 73).

Figura 4

Los roles del equipo de desarrollo de programación extrema



Nota. Los 7 roles del equipo de desarrollo. Adoptado por (Kendall & Kendall, 2005, p. 74)

proceso de desarrollo para un proyecto de programación extrema (XP)

De acuerdo Kendall & Kendall (2005), hay actividades y comportamientos que moldean la manera en que los miembros de un equipo de desarrollo y los clientes actúan durante el desarrollo de un proyecto de XP. Interactivo e incremental son dos conceptos que caracterizan a un proyecto realizado con un enfoque de XP de las cuales son:

- **Exploración**

En esta fase inicial, se examina el entorno con la firme convicción de que el problema puede y debe resolverse mediante programación extrema. Se conforma el equipo de trabajo y se evalúan las habilidades de sus integrantes. Esta etapa puede durar desde unas semanas (si ya se conoce al equipo y las tecnologías) hasta varios meses (si todo es completamente nuevo). Durante este tiempo, también se investigan las tecnologías necesarias para construir el nuevo sistema y se practica el cálculo de tiempo requerido para diversas tareas. Los clientes, por su parte, comienzan a redactar relatos de usuario, buscando perfeccionarlos lo suficiente como para permitir una estimación precisa del

tiempo necesario para desarrollar soluciones específicas en el sistema en planificación.

- **Planeación**

Esta etapa sigue a la exploración y suele ser mucho más breve, pudiendo tomar solo unos días. Aquí, el equipo y los clientes acuerdan una fecha de entrega, que generalmente varía entre dos meses y medio año, para resolver los problemas de negocio más urgentes. El enfoque principal se centra en los relatos más importantes y de mayor prioridad. Si la fase de exploración fue efectiva, esta etapa de planeación debería ser sencilla y rápida.

- **Iteraciones**

En esta fase, se trabaja en ciclos de pruebas, retroalimentación y ajustes que, generalmente, duran alrededor de tres semanas. Durante estas iteraciones, se desarrolla un diseño preliminar de la arquitectura del sistema, asegurándose de realizar pruebas funcionales al final de cada ciclo. Es crucial evaluar si las fechas planificadas necesitan ajustes o si hay demasiados relatos en el proceso. Las iteraciones incluyen reuniones cortas con clientes y desarrolladores al concluir cada ciclo, celebrando los logros, por pequeños que sean, como parte de una cultura que fomenta la motivación y el entusiasmo en el equipo. Al finalizar todas las iteraciones, el sistema estará listo para avanzar a la siguiente etapa.

- **Puesta en producción**

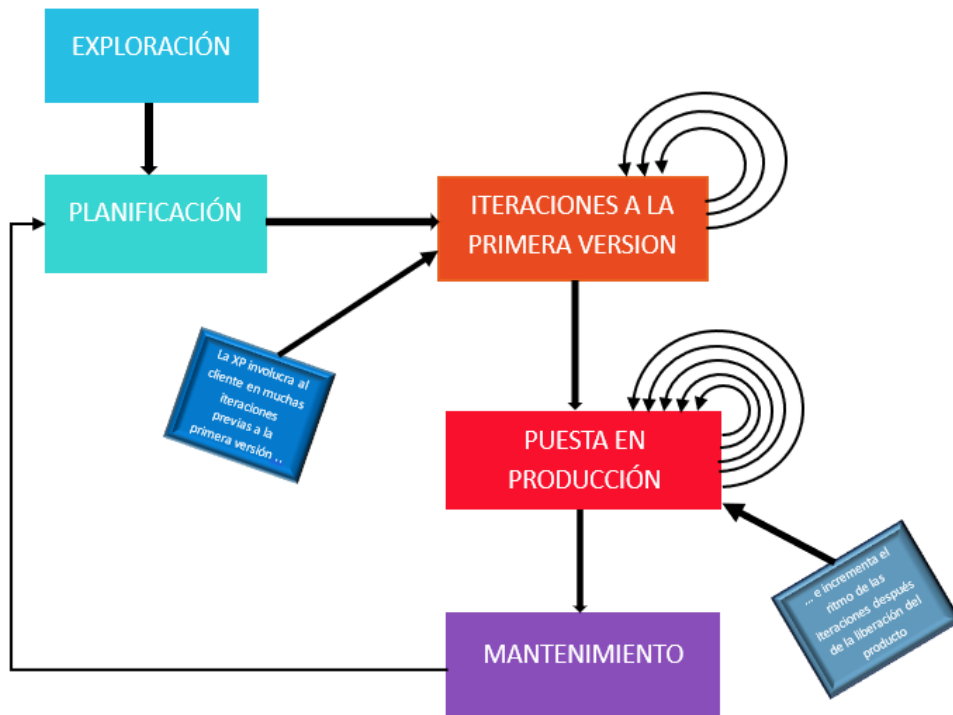
En esta fase, el ciclo de retroalimentación se intensifica. Las revisiones, que anteriormente se realizaban cada tres semanas, ahora se efectúan semanalmente. Se pueden implementar reuniones informativas diarias para mantener al equipo alineado y al tanto del progreso. Durante esta etapa, se libera el producto, aunque es posible continuar mejorándolo con nuevas características. La puesta en producción marca un momento emocionante en el proyecto. Es recomendable celebrar este logro con el equipo y registrar el acontecimiento.

- **Mantenimiento**

Una vez liberado el sistema, se trabaja en mantenerlo funcionando de manera óptima. En esta etapa, pueden añadirse nuevas funcionalidades, considerarse sugerencias más arriesgadas de los clientes y, si es necesario, realizar ajustes en el equipo. A diferencia de etapas anteriores, la actitud debe ser más conservadora, enfocándose en preservar el sistema y garantizar su estabilidad. El objetivo principal es mantener el proyecto vivo y funcional, evitando los riesgos asociados con cambios drásticos.

Figura 5

Proceso de desarrollo de XP



Nota. Las cinco etapas del proceso de desarrollo de XP. Tomado de (Kendall & Kendall, 2005, p. 77)

reglas y prácticas de la programación extrema (XP)

Según Raeburn (2024), la programación extrema (XP) integra valores filosóficos y normas prácticas que guían el trabajo de los equipos, lo que hace indispensable combinar ambos enfoques para gestionar un equipo XP de forma eficiente.

1. Planificación

En primer lugar, Raeburn (2024), señala que la etapa de planificación consiste en evaluar si el proyecto es viable y compatible con la metodología XP. Este análisis incluye:

- Examinar las historias de usuario, verificando que sigan el principio de simplicidad y que el cliente esté disponible para colaborar activamente. Si las historias son complejas o provienen de un cliente no identificado, pueden no ser adecuadas para XP.
- Evaluar el valor comercial y la prioridad del proyecto, asegurando que se aborden primero los aspectos más relevantes.
- Determinar si el proyecto está en las etapas iniciales, ya que XP resulta más eficaz en esta fase.

Una vez confirmada la viabilidad, se recomienda crear un cronograma de lanzamiento con entregas frecuentes para obtener retroalimentación continua. Para ello:

- Divide el proyecto en iteraciones, planificando cada una detalladamente.
- Establece plazos alcanzables y un ritmo sostenible de trabajo.
- Comparte actualizaciones en tiempo real para fomentar la transparencia y facilitar ajustes oportunos.
- Utiliza herramientas de gestión, como tableros Kanban, para supervisar el progreso en tiempo real.

2. Gestión

Asimismo, Raeburn (2024) enfatiza la importancia del entorno de trabajo en XP. Se sugiere un espacio abierto que fomente la colaboración entre los integrantes del equipo. Sin embargo, si esto no es viable debido a equipos remotos, es esencial emplear plataformas que promuevan la colaboración asincrónica.

Para mantener el enfoque y la comunicación constante, se recomienda organizar reuniones diarias. Además, el trabajo se estructura en:

Ciclo trimestral, donde se revisan las historias de usuario y se evalúan los procesos para identificar oportunidades de mejora.

Ciclo semanal, que comienza con una reunión con el cliente para elegir la historia de usuario a desarrollar esa semana.

Como líder, tu responsabilidad será asegurar el progreso continuo, ajustar las cargas de trabajo y adaptar los procesos según las necesidades del proyecto. La flexibilidad y agilidad son fundamentales en esta metodología.

3. Diseño

Por otro lado, Raeburn (2024) aconseja optar por el diseño más sencillo posible en las etapas iniciales, ya que las iteraciones posteriores aportarán mayor complejidad. Es crucial evitar añadir funcionalidades innecesarias en esta fase.

Una herramienta común en XP son las tarjetas CRC (Clase, Responsabilidad y Colaboración), que permiten visualizar las interacciones de los elementos del sistema.

Estas tarjetas incluyen:

- **Clase:** Grupos de elementos similares.
- **Responsabilidades:** Tareas asignadas a cada clase.
- **Colaboradores:** Clases que interactúan entre sí.

Estas tarjetas son útiles para simular procesos y prever problemas potenciales. Además, se debe actuar proactivamente ante riesgos, asignando miembros del equipo para desarrollar soluciones si surge alguna amenaza.

4. Codificación

Igualmente, Raeburn (2024) destaca que la codificación en XP implica una comunicación constante con el cliente, lo que permite incorporar retroalimentación en cada iteración en lugar de esperar al final del ciclo. Algunas reglas clave incluyen:

- Asegurarse de que todo el código cumpla con los estándares de programación.
- Realizar pruebas unitarias para definir y validar los requisitos.
- Implementar programación en parejas, donde dos desarrolladores trabajan juntos en una misma computadora para garantizar la calidad del código.
- Utilizar integraciones continuas para añadir y probar el código nuevo de forma inmediata.
- Permitir que solo un par de desarrolladores actualice el código al mismo tiempo para minimizar errores.
- Establecer propiedad colectiva del código, de modo que cualquier miembro pueda modificarlo en cualquier momento.

5. Pruebas

Finalmente, Raeburn (2024) explica que las pruebas son una parte esencial de XP y deben realizarse a lo largo de todo el proceso. Todo el código debe ser sometido a pruebas unitarias antes de su lanzamiento. En caso de detectar errores, se deben diseñar pruebas adicionales para solucionarlos. Al concluir, se lleva a cabo una prueba de aceptación en la que el cliente verifica si la historia de usuario ha sido implementada correctamente en el producto final.

Artefactos y herramientas de la programación extrema

Artefactos de programación extrema

En el desarrollo de software, se generan diversos modelos de información que sirven como soporte al proceso. En el caso de programación extrema (XP), se crean múltiples artefactos, como las tarjetas de historias de usuario (*Story Cards*), las tarjetas de tareas, el código fuente, las pruebas unitarias e integraciones, y las pruebas de aceptación. Estos artefactos cumplen un papel esencial para documentar el proceso de desarrollo, comprender la estructura del sistema y determinar la ruta a seguir para agregar nuevas funcionalidades al software (Pérez A., 2011, p. 73).

Según (Tutorialspoint, s.f.), La programación extrema (XP) no está en contra de la documentación, sino que promueve la elaboración de la mínima cantidad necesaria para cumplir con los objetivos del proyecto. La documentación es útil para distribuir información, cumplir con necesidades históricas y resumir aspectos clave del desarrollo.

Los artefactos esenciales de la programación extrema incluyen:

- Tarjetas de historias de usuario.
- Pruebas de aceptación.
- Estimaciones.
- Plan de lanzamiento.
- Plan de iteración.
- Tarjetas de tareas.
- Diseño.
- Casos de prueba unitaria.
- Registros de comunicación entre clientes y desarrolladores.

Tarjetas de historias de usuario

Las tarjetas de historias de usuario tienen características específicas que las hacen fundamentales en XP:

- Cada tarjeta contiene una descripción breve del comportamiento esperado del sistema desde la perspectiva del cliente.
- Estas tarjetas deben ser redactadas por el cliente, utilizando su terminología y evitando tecnicismos.
- La información incluida debe ser suficiente para estimar el tiempo necesario para implementar la historia.
- Cada tarjeta representa una funcionalidad principal del sistema.
- Se utilizan como base para generar estimaciones de tiempo en la planificación del lanzamiento.
- Además, impulsan la creación de las pruebas de aceptación.

Este enfoque en la documentación mínima garantiza que el equipo se centre en los aspectos esenciales del desarrollo, maximizando la eficiencia sin comprometer la calidad del proyecto.

Figura 6

Historias de usuarios

HISTORIA DE USUARIO	
Número: Permite identificar a una historia de usuario.	Usuario: Persona que utilizará la funcionalidad del sistema descrita en la historia de usuario.
Nombre Historia: Describe de manera general a una historia de usuario.	
Prioridad en Negocio: Grado de importancia que el cliente asigna a una historia de usuario.	Riesgo en Desarrollo: Valor de complejidad que una historia de usuario representa al equipo de desarrollo.
Puntos Estimados: Número de semanas que se necesitará para el desarrollo de una historia de usuario.	Iteración Asignada: Número de iteración, en que el cliente desea que se implemente una historia de usuario.
Programador Responsable: Persona encargada de programar cada historia de usuario.	
Descripción: Información detallada de una historia de usuario.	
Observaciones: Campo opcional utilizado para aclarar, si es necesario, el requerimiento descrito de una historia de usuario.	

Nota. Plantilla para las historias de usuario. Adoptado por (MELÉNDEZ et al., 2016, p. 28).

Tareas de ingeniería

De acuerdo (Priolo, 2009, p. 24), el desarrollo de software, una historia de usuario se divide en varias tareas específicas de ingeniería. Estas tareas permiten una vinculación más cercana entre el desarrollador y el código, facilitando un enfoque más práctico y directo hacia la implementación técnica. Según su estructura de las Tareas de Ingeniería, la descomposición de una historia de usuario incluye diversos elementos clave, como:

- **Identificador**
Un número o etiqueta única que identifica cada tarea.
- **Relación con la historia**
El vínculo entre la tarea y la historia de usuario a la que pertenece.
- **Tipo de tarea**
La categoría o naturaleza específica de la tarea a realizar.
- **Responsable**
La persona asignada para llevar a cabo la tarea.

Figura 7

Tarea de ingeniería

TAREA DE INGENIERÍA	
Número de Tarea: Permite identificar a una tarea de ingeniería.	Número de Historia: Número asignado de la historia correspondiente.
Nombre de Tarea: Describe de manera general a una tarea de ingeniería.	
Tipo de Tarea: Tipo al que corresponde la tarea de ingeniería.	Puntos Estimados: Número de días que se necesitará para el desarrollo de una tarea de ingeniería.
Fecha Inicio: Fecha inicial de la creación de la tarea de ingeniería.	Fecha Fin: Final concluida de la tarea de ingeniería.
Programador Responsable: Persona encargada de programar la tarea de ingeniería.	
Descripción: Información detallada de la tarea de ingeniería.	

Nota. Plantilla para tareas de ingeniería. Adoptado por (MELÉNDEZ et al., 2016, p. 29)

Pruebas de aceptación

De acuerdo Priolo (2009), las pruebas de aceptación validan que el producto cumpla con las expectativas del cliente. Estas pruebas, definidas por el cliente, se realizan como "pruebas de caja negra", enfocándose en la funcionalidad sin analizar el código. Según (Tutorialspoint, n.d.), "deben incluir una o más pruebas para verificar que cada historia de usuario ha sido implementada correctamente". Se ejecutan continuamente durante el desarrollo, reflejando avances mediante la creación de nuevas pruebas. La ausencia de estas indica que no hay progreso significativo.

Figura 8

Pruebas de aceptación

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	
Código: N° Unico, permite identificar la prueba de aceptación.	N° Historia de Usuario: Número único que identifica a la historia de usuario.
Historia de Usuario: Nombre que indica de manera general la descripción de la historia de usuario.	
Condiciones de Ejecución: Condiciones previas que deben cumplirse para realizar la prueba de aceptación.	
Entrada/Pasos de Ejecución: Pasos que siguen los usuarios para probar la funcionalidad de la historia de usuario.	
Resultado Esperado: Respuesta del sistema que el cliente espera, después de haber ejecutado una funcionalidad	
Evaluación de la Prueba: Nivel de satisfacción del cliente sobre la respuesta del sistema. Los niveles son: Aprobada y No Aprobada.	

Nota. Plantilla para las pruebas de aceptación. Tomado por (MELÉNDEZ et al., 2016, p. 30)

Tarjetas CRC (Class Responsibility Collaborator)

Las tarjetas CRC (Class Responsibility Collaborator) representan una actividad grupal diseñada para el modelado orientado a objetos, donde los equipos tienen la oportunidad de expresar y discutir ideas relacionadas con el diseño de un sistema. Este enfoque pone un énfasis particular en la simplicidad, la comunicación y la definición de los límites del sistema. Por lo general, se emplea en las etapas iniciales del desarrollo de una historia, sirviendo como paso preliminar antes de la implementación o la elaboración de un esquema UML. Esta herramienta fue desarrollada por Ward Cunningham y Kent Beck (Pérez, 2022).

Figura 9

Tarjetas CRC

TARJETAS CRC	
Nombre de la Clase: Nombre de la clase al cual hace referencia la tarjeta.	
Responsabilidades: Atributos y operaciones de la clase.	Colaboradores: Clases que colaboran con la clase citada en la tarjeta.

Nota. Plantilla para las Tarjetas CRC (CLASE-RESPONSABILIDADES-COLABORADORES). Tomado por (MELÉNDEZ et al., 2016, p. 30)

2.2.11. Arquitectura limpia

De acuerdo con Vázquez et al. (2018), El concepto de "arquitectura limpia" fue introducido por Robert C. Martin, conocido como Uncle Bob, en su artículo titulado The Clean Architecture. Este ingeniero de software estadounidense también es autor del libro Clean Code, en el cual reflexiona sobre las mejores prácticas y el análisis de patrones para el desarrollo de software. Una arquitectura limpia se caracteriza por tener estructuras modulares bien definidas, con un código legible, ordenado y fácilmente testeable.

En su artículo, Uncle Bob describe las principales características que deben cumplir los sistemas que adoptan una arquitectura limpia:

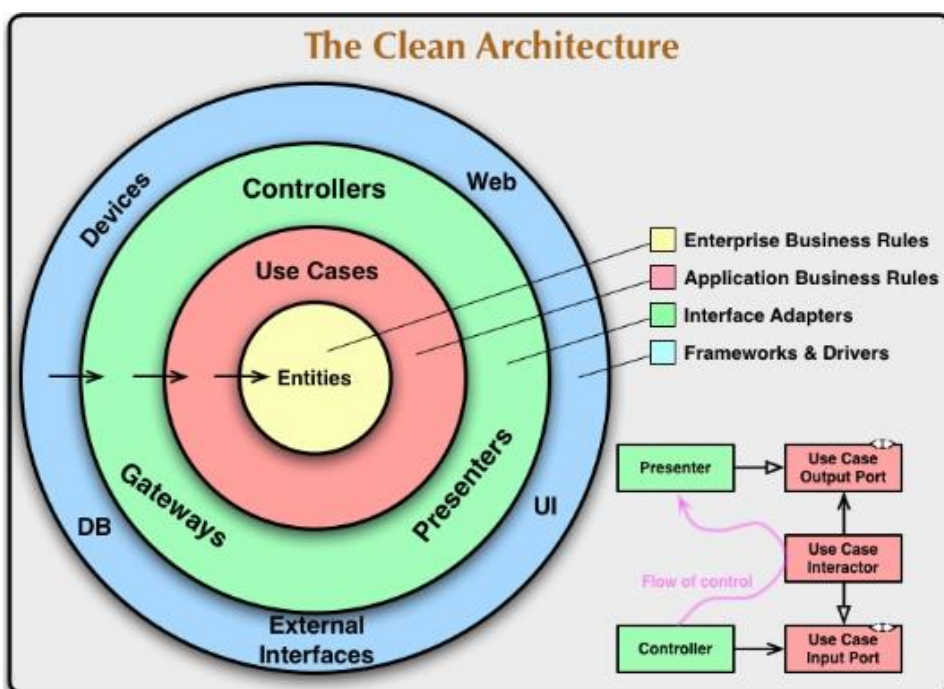
- **Independencia del framework utilizado:** Las bibliotecas empleadas durante el desarrollo no deben limitar al sistema, sino actuar únicamente como herramientas que lo apoyen. En este contexto, por ejemplo, se busca evitar que

el framework Android condicione el desarrollo, tratándolo como una herramienta más.

- **Testabilidad:** La lógica de negocio debe ser evaluable de forma independiente de otros elementos como la interfaz gráfica, el modelo, la base de datos o las solicitudes a una API.
- **Independencia de la interfaz gráfica:** Es esencial aplicar patrones que permitan modificar la interfaz gráfica sin complicaciones. En otras palabras, se debe evitar que las funcionalidades de la vista estén estrechamente vinculadas al modelo. Para esto, se consideran patrones como MVP, MVVM o el clásico MVC.
- **Independencia de los orígenes de datos:** El sistema debe ser capaz de cambiar fácilmente el origen de los datos, ya sea una base de datos local, archivos, bases de datos relacionales o no relacionales, o solicitudes a una API. Esto se logra implementando patrones de diseño como el patrón Repositorio.
- **Independencia de factores externos:** Las reglas de negocio deben estar completamente aisladas en su propio contexto, sin depender o estar influenciadas por elementos externos.

Figura 10

Arquitectura limpia



Nota. Las capas de la arquitectura limpia. Adoptado por (Martin, 2012).

2.2.12. Firebase

Es una plataforma que funciona como un servicio de backend (BaaS, por sus siglas en inglés). Esto implica que, en lugar de implementar y gestionar un servidor propio para ejecutar aplicaciones en línea, los desarrolladores pueden utilizar sus servicios para realizar operaciones como lectura, escritura, actualización y eliminación de datos, además de autenticar usuarios y realizar diversas funciones adicionales (De Carli, 2023, p. 17).

2.2.13. Cloud firestore

Cloud Firestore es una base de datos NoSQL diseñada para ser flexible, escalable y basada en la nube, desarrollada sobre la infraestructura de Google Cloud. Esta herramienta permite almacenar y sincronizar datos tanto en el lado del cliente como del servidor, facilitando su uso en aplicaciones web, móviles y de servidor (Firebase, s.f.).

2.2.14. Flutter

De acuerdo Tashildar et al. (2020), Flutter es un marco de desarrollo multiplataforma creado por Google que, desde su lanzamiento en 2016, se ha posicionado como una herramienta esencial para construir aplicaciones móviles de alto rendimiento compatibles con Android, iOS y el sistema operativo Fuchsia de Google. A diferencia de otros marcos, Flutter no utiliza widgets estándar OEM ni vistas web, sino que implementa su propio motor de renderizado, ofreciendo un rendimiento equiparable al de las aplicaciones nativas. Su motor, desarrollado en C y C++, aprovecha el NDK en Android y LLVM en iOS para compilar el código Dart en código nativo, asegurando una ejecución altamente optimizada en ambas plataformas. Además, Flutter incorpora la funcionalidad de "recarga en caliente con estado", que permite actualizar el código fuente en tiempo real sin alterar el estado interno de la aplicación, lo que acelera significativamente el proceso de desarrollo al preservar las acciones y transiciones realizadas previamente.

2.2.15. Dart

En Flutter, todas las aplicaciones se desarrollan utilizando Dart, un lenguaje de programación creado y mantenido por Google. Dart, ampliamente utilizado dentro de la empresa, ha demostrado su capacidad para desarrollar grandes aplicaciones web, como AdWords. Inicialmente concebido como un reemplazo para JavaScript, Dart incorpora muchas de las funcionalidades clave del estándar ES7 de JavaScript, incluyendo las palabras clave "async" y "await". Sin embargo, para facilitar su adopción por desarrolladores no familiarizados con JavaScript, Dart utiliza una sintaxis similar a

Java. En Flutter, cada nuevo marco renueva el árbol de vistas, lo que puede generar una cantidad significativa de objetos temporales que sobreviven únicamente durante un marco. Para mitigar este inconveniente, Dart, como lenguaje de programación moderno, está diseñado para optimizar la gestión de memoria mediante el uso de la “Recolección de basura generacional” (Tashildar et al., 2020, p. 1263).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio corresponde a una investigación aplicada, dado que su propósito principal fue diseñar, desarrollar e implementar un chatbot basado en inteligencia artificial que permita la detección preliminar de síntomas depresivos en estudiantes de ingeniería mediante la aplicación automatizada del cuestionario PHQ-9 (Patient Health Questionnaire – 9 ítems).

De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2022), la investigación aplicada busca utilizar conocimientos científicos para resolver problemas prácticos. En este caso, el conocimiento en programación, salud mental y psicometría se integra para construir una herramienta tecnológica que pueda contribuir al diagnóstico preliminar de la depresión.

Asimismo, el estudio presenta un enfoque de desarrollo tecnológico, al centrarse en la construcción, validación funcional y evaluación del desempeño del sistema inteligente propuesto, más que en la contrastación de hipótesis o en la manipulación experimental de variables.

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es descriptivo, puesto que se orienta a caracterizar el funcionamiento, desempeño y aceptación del chatbot, así como a describir la interacción de los usuarios con el sistema.

No se busca establecer relaciones causales entre variables ni manipular condiciones experimentales; por tanto, no corresponde al nivel explicativo.

De acuerdo con Bernal (2010), las investigaciones descriptivas permiten identificar, analizar y detallar las características de un fenómeno o proceso tal como se manifiesta en la realidad, lo cual se ajusta plenamente a los objetivos de este estudio, centrado en la observación del comportamiento funcional del chatbot en un entorno académico controlado.

3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es no experimental y de corte transversal. Se denomina no experimental porque no se manipularon variables independientes, sino que se observaron los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, evaluando el desempeño del chatbot sin introducir modificaciones externas.

Características del diseño:

- Tipo: No experimental, transversal y descriptivo.
- Manipulación de variables: No existe manipulación.
- Temporalidad: Evaluación única durante la validación del sistema.
- Propósito: Describir el comportamiento, desempeño y utilidad del chatbot como herramienta de apoyo diagnóstico.
- Resultado esperado: Identificación del grado de precisión, confiabilidad y usabilidad del sistema desarrollado.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

En el presente estudio no se incluyó la población.

3.2.2. Muestra

En el presente estudio no se incluyó una muestra

3.2.3. Justificación de la población y muestra

En el presente estudio no se consideró población ni muestra, debido a que la investigación se enmarca dentro de un diseño de tipo tecnológico-aplicativo, orientado al desarrollo de un prototipo de chatbot basado en inteligencia artificial para el diagnóstico preliminar de la depresión mediante la escala PHQ-9.

El propósito principal fue diseñar, implementar y validar funcionalmente el sistema, más no aplicarlo a una muestra de personas ni realizar mediciones sobre una población determinada.

En consecuencia, la validación del chatbot se llevó a cabo utilizando datos de prueba controlados y simulaciones generadas con fines técnicos, empleando los ítems y puntuaciones del cuestionario PHQ-9 únicamente como referencia estructural y funcional.

Este enfoque se justifica en tanto que el estudio no busca analizar estadísticamente el nivel de depresión en una población, sino verificar el desempeño y operatividad del sistema propuesto (exactitud lógica, flujos conversacionales, respuesta automática y consistencia con el modelo psicométrico del PHQ-9).

En futuras etapas, una vez validado el prototipo en su funcionalidad, podrá realizarse una investigación complementaria de tipo aplicada y cuantitativa, que sí involucre población, muestra y consideraciones éticas correspondientes.

3.3 AUSENCIA DE HIPÓTESIS

3.3.1. Fundamentación metodológica

En el presente trabajo de investigación no se formula hipótesis, debido a que no se busca establecer relaciones causales entre variables, sino desarrollar y evaluar un producto tecnológico innovador.

De acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2022), las investigaciones de tipo aplicado o de desarrollo tecnológico priorizan la validación funcional de la herramienta propuesta antes que la comprobación estadística de hipótesis.

3.3.2. Justificación técnica

Enfoque de desarrollo tecnológico: la investigación se orienta a la construcción y validación del chatbot basado en inteligencia artificial, evaluando su desempeño con respecto al cuestionario PHQ-9 y su capacidad para generar diagnósticos preliminares confiables.

Diseño no experimental: no se manipularon variables independientes ni se establecieron grupos de comparación, por lo que no resulta pertinente la aplicación de pruebas inferenciales o de contraste de hipótesis.

Evaluación descriptiva y funcional: la verificación del logro de los objetivos se realizó mediante indicadores de precisión, rendimiento y satisfacción del usuario, los cuales describen el comportamiento del sistema más que probar una relación estadística.

Por tanto, la verificación de resultados se orientó a indicadores técnicos (tiempo de respuesta, precisión, fiabilidad y accesibilidad), en lugar de la comprobación de una hipótesis estadística o causal.

3.4. VARIABLES Y DIMENSIONES

3.4.1. Definición conceptual de las variables

El chatbot de inteligencia artificial

Un chatbot de inteligencia artificial es un programa informático diseñado para interactuar con los usuarios mediante procesamiento del lenguaje natural (NLP) y aprendizaje automático. Su objetivo es simular una conversación humana y proporcionar respuestas automatizadas con base en la información y los algoritmos previamente entrenados. En el ámbito de la salud mental, los chatbots pueden servir como herramientas de evaluación preliminar, facilitando la detección temprana de síntomas de depresión mediante instrumentos validados como el PHQ-9.

Interacción conversacional: Hace referencia a la capacidad del chatbot para entablar diálogos coherentes, fluidos y contextualizados con los usuarios. La calidad de la interacción depende de la comprensión semántica del chatbot y su habilidad para responder con información relevante y precisa.

Implementación del PHQ-9: Se refiere a la integración del Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9) dentro del chatbot como herramienta de detección de síntomas depresivos. Este cuestionario, validado clínicamente, permite evaluar la presencia y severidad de la depresión en función de la frecuencia de los síntomas experimentados por los estudiantes.

Accesibilidad y usabilidad: Evalúa la facilidad con la que los estudiantes pueden interactuar con el chatbot, considerando aspectos como el diseño de la interfaz, la compatibilidad con diferentes dispositivos y la facilidad de navegación. Una mayor accesibilidad y usabilidad contribuye a una mayor aceptación y efectividad del sistema.

Seguridad y privacidad: Hace referencia a los mecanismos implementados para garantizar la confidencialidad de los datos de los usuarios y proteger la información personal contra accesos no autorizados. Esto incluye el cumplimiento de normativas de protección de datos y el uso de técnicas de cifrado y anonimización.

El diagnóstico depresión

El diagnóstico de depresión es el proceso de identificación de síntomas depresivos mediante la aplicación de criterios clínicos establecidos y herramientas de evaluación

psicométricas. Su propósito es determinar la presencia y gravedad del trastorno depresivo en un individuo, lo que permite tomar decisiones sobre el tratamiento adecuado. En el contexto académico, la detección temprana de la depresión en estudiantes de ingeniería puede ser fundamental para mitigar sus efectos en el rendimiento académico y el bienestar emocional.

Eficacia del diagnóstico: Se refiere a la capacidad del diagnóstico para identificar con precisión los casos de depresión, minimizando los falsos positivos y negativos. La eficacia depende de la validez del instrumento utilizado y la correcta interpretación de los resultados.

Accesibilidad del diagnóstico: Hace referencia a la facilidad con la que los estudiantes pueden acceder a una evaluación diagnóstica, considerando factores como la disponibilidad de herramientas digitales, la gratuidad del servicio y la rapidez en la entrega de los resultados.

Confiabilidad del diagnóstico: Se relaciona con la consistencia y precisión de los resultados obtenidos en la evaluación. Un diagnóstico es confiable cuando los resultados son reproducibles bajo las mismas condiciones y reflejan con exactitud el estado emocional del estudiante.

Impacto en los estudiantes: Analiza las consecuencias del diagnóstico de depresión en la vida académica, social y emocional de los estudiantes. Dependiendo de cómo se comunique y maneje el diagnóstico, este puede generar efectos positivos, como la búsqueda de ayuda psicológica, o negativos, como el estigma y la ansiedad ante los resultados.

3.4.2. Definición operacional de las variables

Primera variable

El chatbot de inteligencia artificial

Dimensiones

- ✓ Interacción Conversacional.
- ✓ Implementación del PHQ-9.
- ✓ Accesibilidad y Usabilidad.
- ✓ Seguridad y Privacidad.

Segunda variable

El diagnóstico depresión.

Dimensiones

- ✓ Eficacia del Diagnóstico.
- ✓ Accesibilidad del Diagnóstico.
- ✓ Confiabilidad del Diagnóstico.
- ✓ Impacto en los Estudiantes.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos que se implantarán en el trabajo de investigación son:

3.5.1. Técnicas

- ✓ Breve cuestionario, administrado por el chatbot, para obtener información contextual de los participantes.

3.5.2. Instrumentos

- ✓ Cuestionario PHQ-9.

3.6. Técnicas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) que permitan la interpretación correcta de las respuestas de los estudiantes en el cuestionario PHQ-9.

Para la implementación del procesamiento de lenguaje natural (NLP) en el chatbot propuesto, se seleccionaron técnicas y herramientas que aseguren una interpretación precisa y eficiente de las respuestas de los estudiantes al cuestionario PHQ-9. La elección de estas soluciones tecnológicas se fundamenta en su capacidad para trabajar con datos en idioma español, su compatibilidad con la arquitectura planteada y su rendimiento comprobado en aplicaciones similares.

En primer lugar, las técnicas de NLP que se integrarán en el sistema son:

- **Tokenización:** división del texto en unidades léxicas (palabras o frases clave), lo que permite identificar con claridad los elementos de cada respuesta.
- **Lematización y stemming:** reducción de las palabras a su forma base, con el objetivo de reconocer variantes léxicas como equivalentes, por ejemplo, “durmiendo”, “duermo” y “dormir”.

- **Normalización de texto:** estandarización de mayúsculas, eliminación de caracteres especiales y espacios redundantes, con el fin de unificar el formato de entrada y evitar interpretaciones erróneas.
- **Clasificación supervisada:** asignación de categorías o puntajes (0 a 3) a partir de las respuestas textuales, facilitando la traducción de texto libre al sistema de calificación del PHQ-9.
- **Análisis de sentimiento básico:** detección del tono emocional y polaridad de la respuesta, como apoyo adicional a la evaluación cuantitativa.
- **Validación de coherencia:** verificación automática de que las respuestas se ajusten a las opciones válidas del cuestionario, reduciendo así el margen de error.

En cuanto a las herramientas para llevar a cabo la implementación, se seleccionaron las siguientes:

- **spaCy:** biblioteca de NLP de alto rendimiento que permitirá realizar tokenización, lematización y análisis gramatical, con soporte para el idioma español y optimización para entornos de producción.
- **NLTK (Natural Language Toolkit):** utilizada para el preprocesamiento del texto y pruebas complementarias, gracias a su amplio catálogo de funciones lingüísticas.
- **Transformers de HuggingFace (opcional):** para la integración de modelos preentrenados como BERT en español, con el fin de mejorar la comprensión semántica en casos complejos.
- **API de OpenAI:** destinada a la interpretación avanzada de respuestas y la generación automática de recomendaciones personalizadas, asegurando un lenguaje empático y adaptado al nivel de depresión detectado.
- **Firestore:** para el almacenamiento seguro de las respuestas, puntajes y resultados, empleando Cloud Functions como entorno de ejecución del procesamiento NLP en la nube.
- **Flutter/Dart:** para el desarrollo de la interfaz de usuario del chatbot, garantizando compatibilidad multiplataforma y una experiencia de interacción fluida.
- **Postman:** para la validación y prueba de las APIs empleadas en el procesamiento de datos.
- **GitHub:** para el control de versiones y la gestión colaborativa del código fuente.

La selección de estas técnicas y herramientas responde a cinco criterios principales:

Compatibilidad técnica con el ecosistema de desarrollo planteado (flutter y firebase).

- **Soporte integral para el idioma español**, dado que las interacciones y el cuestionario se administrarán en este idioma.
- **Escalabilidad**, permitiendo atender a un mayor número de usuarios sin afectar el rendimiento.
- **Precisión comprobada**, priorizando soluciones con métricas de exactitud validadas en entornos de producción.
- **Seguridad y privacidad**, garantizando el cumplimiento de normativas de protección de datos mediante cifrado y anonimización.

Con este conjunto de técnicas y herramientas, el chatbot podrá procesar de manera confiable las respuestas del cuestionario PHQ-9, generando resultados precisos y recomendaciones adecuadas, contribuyendo así al diagnóstico preliminar de la depresión en estudiantes de ingeniería.

Tabla 2

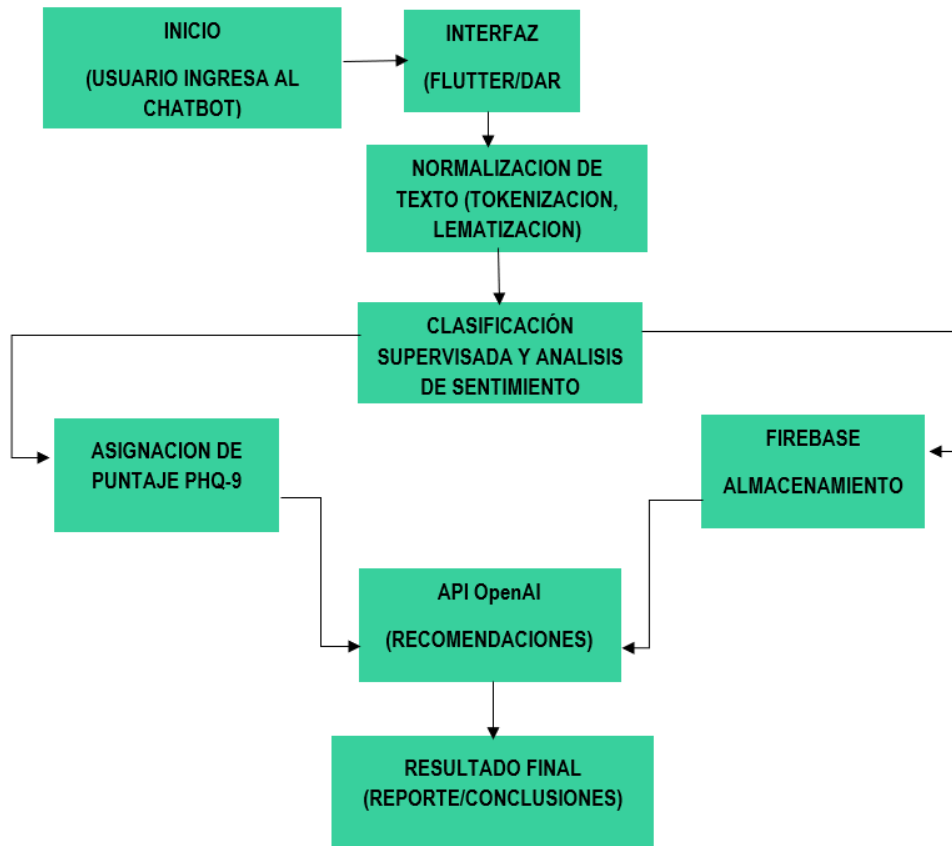
Relación de técnicas 7 herramientas y función de en flujo del chatbot.

Técnica Herramienta	/ Función en el flujo del chatbot	Resultado esperado
Tokenización	Divide la respuesta en palabras o frases clave.	Facilita la identificación y análisis de cada elemento de la respuesta.
Lematización Stemming	Reduce las palabras a su forma base.	Reconocimiento de variantes léxicas como un mismo concepto.
Normalización de texto	Estandariza mayúsculas, elimina caracteres especiales y espacios innecesarios.	Evita errores por diferencias de formato o escritura.

Clasificación supervisada	Asigna puntaje (0–3) a la respuesta según criterios del PHQ-9.	Traducción directa de texto libre a puntuación cuantitativa.
Análisis de sentimiento	Evalúa el tono emocional de la respuesta.	Detección de casos de riesgo no evidentes solo por el puntaje.
Validación de coherencia	Verifica que las respuestas coincidan con opciones válidas.	Prevención de errores de interpretación.
spaCy	Procesamiento NLP: tokenización, lematización, análisis gramatical.	Procesamiento rápido y preciso en español.
NLTK	Preprocesamiento de texto y funciones lingüísticas complementarias.	Limpieza y preparación óptima de datos.
Transformers (HuggingFace)	Implementación de modelos BERT en español para análisis semántico avanzado.	Mejor comprensión contextual de las respuestas.
API de OpenAI	Interpretación avanzada y generación de recomendaciones personalizadas.	Respuestas empáticas y adaptadas al nivel de depresión detectado.
Firebase	Almacenamiento seguro de datos y ejecución de funciones en la nube.	Gestión de datos confiable y conforme a estándares de seguridad.
Cloud Functions	Ejecución del procesamiento NLP sin exponer la lógica en el cliente.	Seguridad y eficiencia en el procesamiento.
Flutter/Dart	Interfaz del chatbot y flujo de interacción con el usuario.	Experiencia de usuario fluida y multiplataforma.
Postman	Pruebas y validación de APIs.	Verificación de correcto funcionamiento de integraciones.
GitHub	Control de versiones y colaboración en el desarrollo.	Historial de cambios y trabajo colaborativo ordenado.

Figura 11

Flujo del procesamiento NLP y herramienta en el chatbot PHQ-9.



3.7. Desarrollo de la arquitectura del chatbot integrando el PHQ-9 con la metodología XP

Fase de Exploración

Según el procedimiento de desarrollo para el proceso de XP, descrito en la fase de exploración, obtenemos las historias de usuario, arquitectura técnica inicial y el plan de alto nivel.

Tabla 3

Historia de usuario

Nº	HISTORIA DE USUARIO	DESCRIPCIÓN
01	Gestionar administrador	El sistema muestra el acceso seguro mediante credenciales

02	Acceder al cuestionario PHQ-9	El sistema hace la presentación dinámica del cuestionario PHQ-9
03	Visualizar interpretación del resultado y recomendación	El sistema visualiza el resultado del diagnóstico (Interpretación del resultado y recomendación) generados Por la API Generativa de OpenAI
04	Gestionar reporte	El sistema debe ser capaz de generar reportes de la lista de los Encuestados que respondieron al cuestionario PHQ-9

Plan de alto nivel

Tabla 4

Plan de alto nivel

Nº	Historias de Usuario	Esfuerzo(días)
01	Gestionar administrador	4
02	Acceder al cuestionario (PHQ-9)	9
04	Visualizar la interpretación del resultado y recomendación	7
03	Gestionar reporte	3

Fase de planificación

Historias de usuario

Según el procedimiento desarrollado para el proceso de XP, descrito en la fase de planificación. Obtenemos las historias de usuario y plan de versión.

Tabla 5

Historia de usuario: Gestionar usuario

HISTORIAS DE USUARIO	
Número: 1	Usuario: Estudiantes
Nombre de historia: Gestionar administrador	
Prioridad en negocio: Alto	Riesgo de desarrollo: Medio
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Jhans Manuel Medina Vega	

Descripción:

El sistema asigna al administrador, muestra al usuario encuestador los accesos para poder identificarse, mediante un usuario y contraseña por la parte del administrador, también el ingreso de la carrera o escuela profesional de ingeniería

Observación:

se muestra un panel mostrando que usuario o contraseña es Incorrecta.

Tabla 6

Historia de usuario: Acceder al cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9)

HISTORIAS DE USUARIO	
Número: 2	Usuario: Estudiantes
Nombre de historia: Acceder al cuestionario (PHQ-9)	
Prioridad en negocio: Medio	Riesgo de desarrollo: Medio
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Jhans Manuel Medina Vega	
Descripción: El sistema muestra el cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9), que accede el usuario mediante la elección de las escuelas profesionales de ingeniera	
Observación: Si se pierde la conexión de red, el sistema no mostrara la siguiente pregunta y una alerta de falla de conexión	

Tabla 7

Historia usuario: Visualizar la interpretación del resultado y recomendación

HISTORIAS DE USUARIO	
Número: 3	Usuario: Estudiante
Nombre de historia: Visualizar la interpretación del resultado y recomendación	
Prioridad en negocio: Medio	Riesgo de desarrollo: Medio
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Jhans Manuel Medina Vega	
Descripción: El sistema carga el proceso para luego mostrar el test, mostrar la puntuación y nivel de depresión, así como una recomendación generada por la API generativa del OpenAI	

Observación: Si se pierde la conexión de red, el sistema no mostrara la siguiente pregunta y una alerta de falla de conexión

Tabla 8

Historia usuario: Gestionar reporte

HISTORIAS DE USUARIO	
Número: 4	Usuario: Administrador
Nombre de historia: Gestionar reporte	
Prioridad en negocio: Medio	Riesgo de desarrollo: Medio
Puntos estimados: 1	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Jhans Manuel Medina Vega	
Descripción:	
El administrador es capaz de generar el reporte total de la lista de encuestados, también el reporte es generado en un archivo tipo PDF.	
Observación: Si se pierde la conexión de red, el sistema no mostrara la siguiente pregunta y una alerta de falla de conexión	

Plan de versiones

Tabla 9

Plan de versiones

Nº	HISTORIA	De	Prioridad	Riesgo	Esfuerzo (Días)	Iteración
	Usuario					
01	Gestionar administrador		Alto	Alto	4	1
02	Acceder al cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9)		Alto	Medio	9	1
03	Visualizar la interpretación del resultado y recomendación		Alto	Alto	7	1
04	Gestionar reporte		Alto	Alto	3	1

Fase de iteración

Según el procedimiento desarrollado para el proceso de XP, descrito en la fase de iteración. Obtenemos la arquitectura técnica, tareas de ingeniería, plan de iteración, casos de prueba de aceptación, GUI, tarjeta CRC, base de datos física, código fuente, pruebas unitarias, reporte de prueba unitaria, reporte de prueba de integración y reportes de pruebas de aceptación.

Tareas de ingeniería

Tabla 10

Tarea de ingeniería: Iniciar sesión

TAREA DE INGENIERÍA	
Numero de tarea de ingeniería: 1	Numero de historia de usuario: 1
Nombre de la tarea: Iniciar sesión.	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 4
Fecha de Inicio: 03/04/2025	Fecha fin: 07/04/2025
Programador responsable: Medina Vega, Jhans Manuel	
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none">• El sistema muestra la interfaz de Inicio sesión, con los campos obligatorios: Usuario, password y un botón Loguear como administrador. También muestra un botón de “Ingresar”.• El sistema busca y compara si existe el usuario y contraseña en la base de datos, si los campos son correctos el sistema muestra una interfaz de “LISTA DE ENCUESTAS PHQ-9”• El sistema muestra al usuario antes de iniciar la encuesta los campos obligatorios, ESCUELA PROFESIONAL. Una vez llenado los campos hace click en el botón “Registrarse” y se muestra la encuesta con la primera pregunta.	

Tabla 11

Tarea de ingeniería: Acceder al cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9)

TAREA DE INGENIERÍA	
Numero de tarea de ingeniería: 1	Numero de historia de usuario: 2
Nombre de la tarea: Acceder al cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9)	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 7

Fecha de Inicio: 15/04/2025	Fecha fin: 17/04/2025
Programador responsable: Medina Vega, Jhans Manuel	
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra el registro del encuestado para el cuestionario del PHQ-9. • El usuario visualiza los campos de las “Escuelas”. • El sistema muestra en el campo “Escuela” una Lista de escuelas de Ingenierías • El sistema muestra el cuestionario de PHQ-9 	

Tabla 12

Tarea de ingeniería: Acceder al cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9)

TAREA DE INGENIERÍA	
Numero de tarea de ingeniería: 2	Numero de historia de usuario: 2
Nombre de la tarea: Acceder al cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9).	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 7
Fecha de inicio: 18/04/2025	Fecha fin: 25/04/2025
Programador responsable: Medina Vega, Jhans Manuel	
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra cada pregunta del cuestionario de PHQ-9, y muestra cada pregunta con su alternativa (ningún día, varios días, más de la mitad de los días y casi todos los días). • El sistema muestra la primera pregunta del cuestionario PHQ-9. • El usuario debe de responder las preguntas del cuestionario PHQ-9, luego el sistema muestra otra pantalla con el resultado del encuestado 	

Tabla 13

Tarea de ingeniería: Visualizar la interpretación del resultado y recomendación

TAREA DE INGENIERÍA	
Numero de tarea de Ingeniería: 1	Numero de historia de usuario: 3
Nombre de la tarea: Visualizar la interpretación del resultado y recomendación	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 5
Fecha de Inicio: 27/04/2025	Fecha fin: 02/05/2025
Programador responsable: Medina Vega, Jhans Manuel	
Descripción:	

- El sistema muestra el resultado de la encuesta con un puntaje según a las repuestas generadas por el usuario.
- El sistema muestra al usuario el nivel de depresión de acuerdo a las preguntas.
- El sistema muestra al usuario las recomendaciones generadas de la Api Generativa ChatGPT.

Tabla 14

Tarea de ingeniería: Gestionar reporte

TAREA DE INGENIERÍA	
Numero de tarea de ingeniería: 1	Numero de historia de usuario: 4
Nombre de la tarea: Gestionar reporte	
Tipo de tarea: Desarrollo	Puntos estimados: 3
Fecha de inicio: 04/05/2025	Fecha fin: 07/05/2025
Programador responsable: Medina Vega, Jhans Manuel	
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> • El administrador hace click en el botón “Ver pdf” de la interfaz luego se muestra una interfaz de formato PDF, con el reporte del registro de estudiantes, teniendo la opción imprimir el registro de la escuela, conclusión, level y fecha; realizada de depresión que respondieron los encuestados. 	

Plan de iteración

Tabla 15

Plan de iteración del desarrollo del PHQ-9

N.º HU	N.º TI	Fecha Inicio	Fecha Fin	Programador
1	1	03/04/2025	07/04/2025	Medina Vega, Jhans Manuel
2	1	15/04/2025	17/04/2025	Medina Vega, Jhans Manuel
2	2	18/04/2025	25/04/2025	Medina Vega, Jhans Manuel
3	1	27/04/2025	02/05/2025	Medina Vega, Jhans Manuel
4	1	04/05/2025	07/05/2025	Medina Vega, Jhans Manuel

Caso de prueba de aceptación

Tabla 16

Casos de prueba de aceptación: Iniciar sesión

CASO DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN	
Código: HU_1	Número de historia de usuario: 1
Nombre de la prueba: Iniciar sesión	
Descripción: <ul style="list-style-type: none">• El sistema valida el usuario y contraseña del administrador permitiendo el acceso del sistema.	
Condiciones de ejecución: Ninguna	
Entrada: <ul style="list-style-type: none">• El administrador ingresa su usuario y contraseña en la interfaz, luego hace clic en “Loguear como administrador”	
Resultado esperado: <ul style="list-style-type: none">• El sistema muestra la interfaz de principal del administrador.	
Evaluación esperada: Prueba satisfactoria	

Tabla 17

Casos de prueba de aceptación: Acceder al cuestionario PHQ-9

CASO DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN	
Código: HU_2	Número de historia de usuario: 2
Nombre de la prueba: Acceder al cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9)	
Descripción: <ul style="list-style-type: none">• El usuario ingresa los campos (ESCUELA), para acceder a la encuesta	
Condiciones de ejecución: Ninguna	
Entrada: <ul style="list-style-type: none">• El usuario ingresa a la interfaz encuesta de PHQ-9, las 9 preguntas establecidas	
Resultado esperado: <ul style="list-style-type: none">• El sistema muestra el test de PHQ-9	
Evaluación esperada: Prueba satisfactoria	

Tabla 18

Casos de prueba de aceptación: cuestionario PHQ-9

CASO DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN	
Código: HU_2	Número de historia de usuario: 2
Nombre de la prueba: Acceder al cuestionario sobre la salud mental - 9 (PHQ-9)	
Descripción: <ul style="list-style-type: none">• El sistema muestra la primera pregunta con las alternativas que no son modificables.• El sistema automáticamente envía los datos a la API generativa de OpenAI para luego ser procesado.	
Condiciones de ejecución: Ninguna	
Entrada: <ul style="list-style-type: none">• El usuario ingresa a la interfaz encuesta de PHQ-9.	
Resultado esperado: <ul style="list-style-type: none">• El sistema muestra el test de PHQ-9	
Evaluación esperada: Prueba satisfactoria	

Tabla 19

Interpretación del resultado y recomendación

CASO DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN	
Código: HU_3	Número de historia de usuario: 3
Nombre de la prueba: Visualizar la interpretación del resultado y recomendación	
Descripción: <ul style="list-style-type: none">• El sistema muestra el resultado del Test de PHQ-9 que indican la puntuación y una breve explicación• El sistema muestra el nivel de Depresión que arroja el análisis de la API Generativa de OpenAI.• El sistema muestra las recomendaciones al usuario me de acuerdo el nivel de Depresión al test de PHQ-9	
Condiciones de ejecución: Ninguna	
Entrada: <ul style="list-style-type: none">• El usuario ingresa al sistema	
Resultado esperado:	

- El sistema muestra la interfaz de la Interpretación del resultado y recomendación

Evaluación esperada: Prueba satisfactoria

Tabla 20

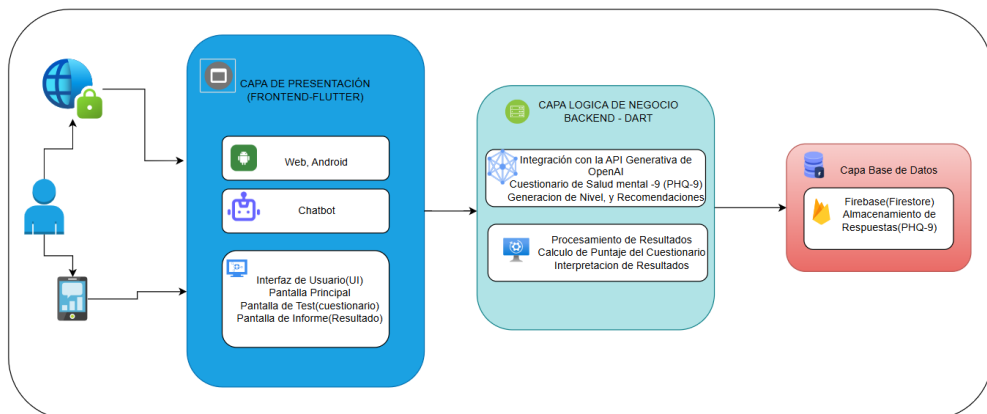
Reporte de los usuarios del Test PHQ-9

CASO DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN	
Código: HU_4	Número de historia de usuario: 4
Nombre de la prueba: Visualizar el reporte de los usuarios del Test PHQ-9	
Descripción:	
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra una vista en formato PDF del registro de los usuarios al Test PHQ-9. 	
Condiciones de ejecución: Ninguna	
Entrada:	
<ul style="list-style-type: none"> • Administrador hace clic en “Print” 	
Resultado esperado:	
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra los datos que ingresan al momento de empezar el Test PHQ-9 en formato PDF. 	
Evaluación esperada: Prueba Satisfactoria	

Arquitectura técnica

Figura 12

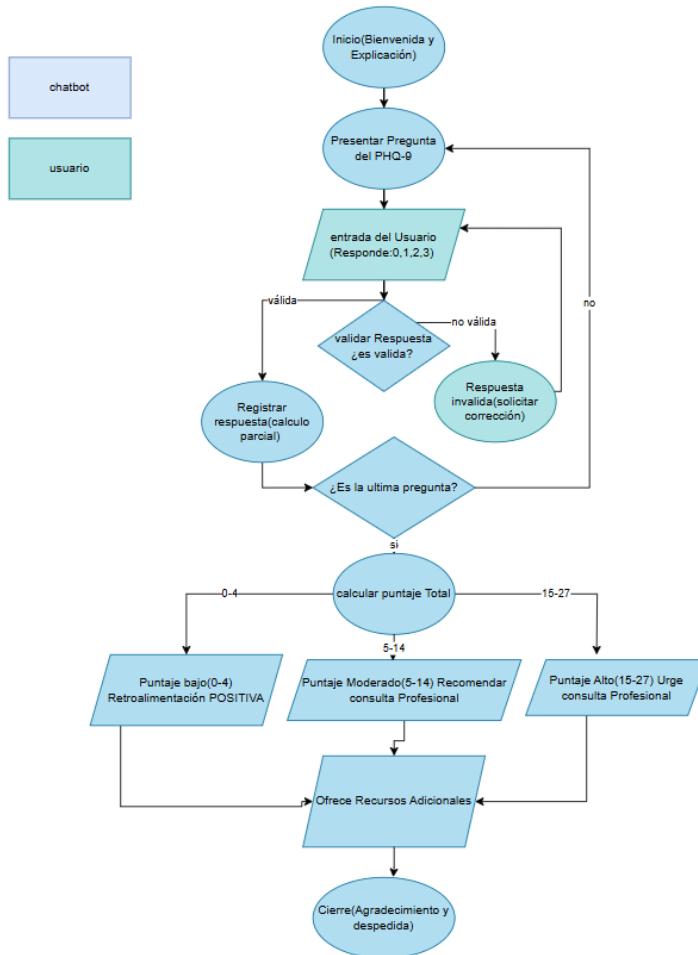
Arquitectura de software del chatbot para el cuestionario de depresión PHQ-9



Prototipo del chatbot y el usuario

Figura 13

Diagrama de flujo del chatbot (Basado en el test PHQ-9)



El diagrama muestra la iteración del Test PHQ-9, la cual se observa la y se explica de la siguiente manera, son:

Inicio: El chatbot da la bienvenida al usuario y explica el propósito del test.

Esto genera un ambiente empático y establece la confianza necesaria para responder sinceramente.

Presentación de preguntas: Las preguntas se presentan una a una, asegurando que el usuario no se sienta abrumado. El chatbot controla el flujo y se adapta a las respuestas.

Entrada y validación: El usuario introduce su respuesta (0, 1, 2, 3), que el chatbot valida en tiempo real. Si la respuesta es inválida, el chatbot solicita una corrección antes de continuar.

Iteración entre preguntas: Si no es la última pregunta, el flujo regresa para presentar la siguiente. Esto simula una conversación interactiva y mantiene la dinámica del proceso.

Cálculo y retroalimentación: Al completar las preguntas, el chatbot calcula el puntaje total y proporciona retroalimentación adaptada al nivel de severidad detectado:

- Puntaje bajo: Mensaje positivo.
- Puntaje moderado: Recomendación profesional.
- Puntaje alto: Urgencia para buscar ayuda profesional.

Cierre: El chatbot ofrece recursos adicionales y cierra la interacción de manera empática, agradeciendo al usuario.

Interfaz gráfica de usuario

Las interfaces se han diseñado considerando estándares de usabilidad, permitiendo tener interfaces amigables y fáciles de usar.

Figura14

Interfaz de iniciar la encuesta PHQ-9

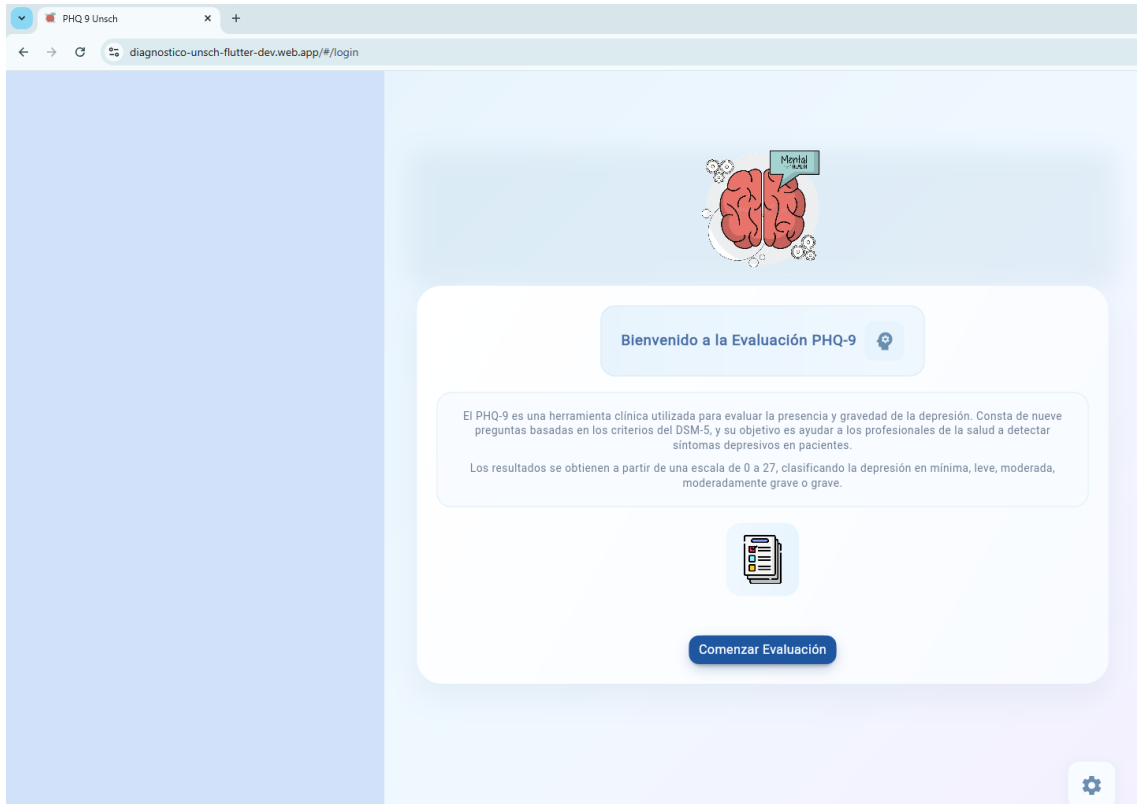


Figura 15

Interfaz de registro el encuestado para la encuesta PHQ-9

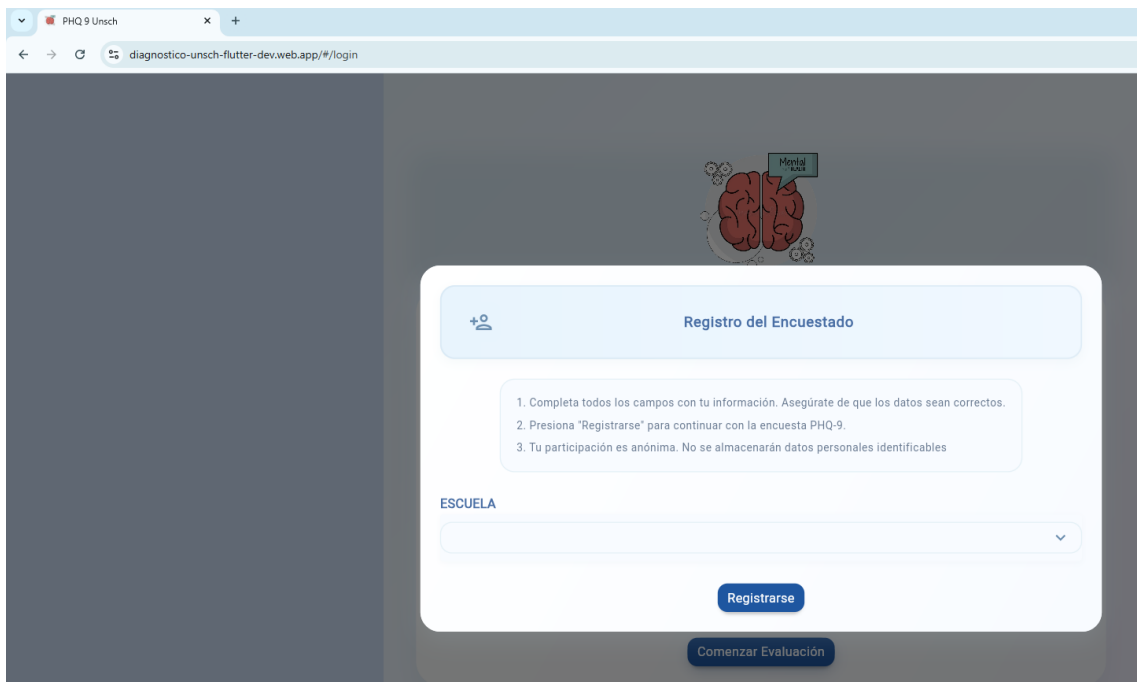


Figura 16

Interfaz de registro el encuestado para la encuesta PHQ-9

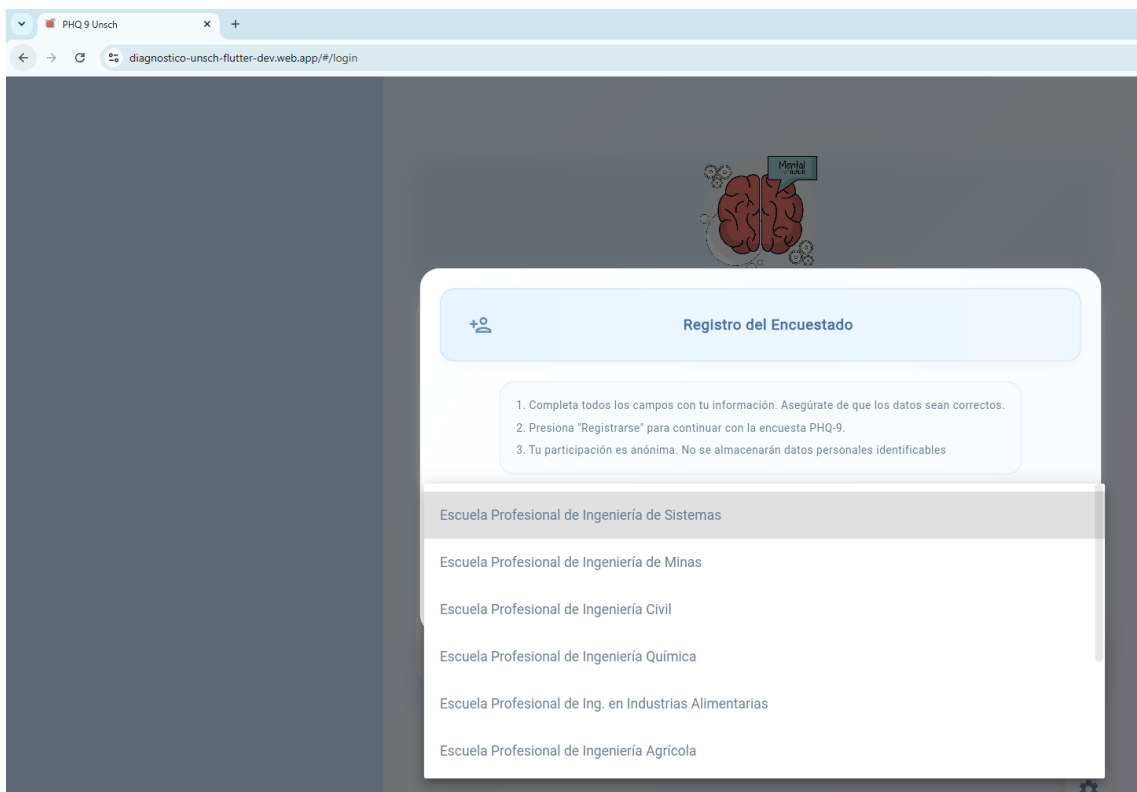
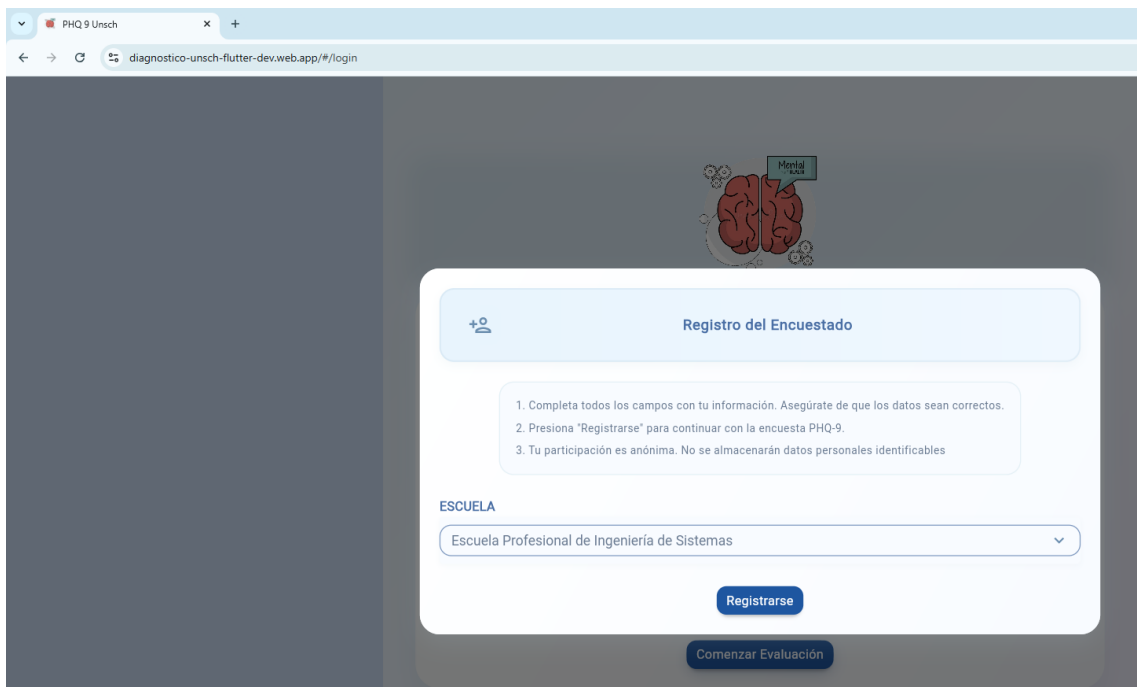


Figura 17

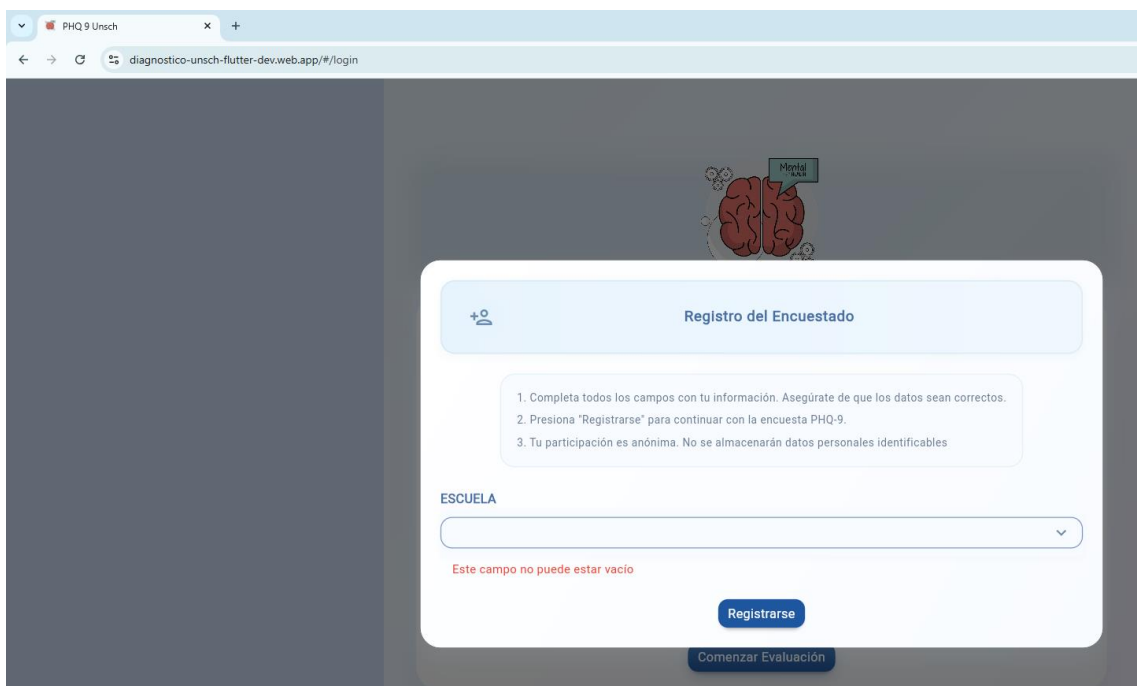
Interfaz de registro el encuestado para la encuesta PHQ-9



The screenshot shows a web browser window with the URL "diagnostico-unsch-flutter-dev.web.app/#/login". The page features a central white registration card with a blue header "Registro del Encuestado" and a person icon. Below the header, there are three numbered instructions: "1. Completa todos los campos con tu información. Asegúrate de que los datos sean correctos.", "2. Presiona 'Registrarse' para continuar con la encuesta PHQ-9.", and "3. Tu participación es anónima. No se almacenarán datos personales identificables". Underneath, there is a dropdown menu labeled "ESCUELA" with the selected option "Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas". At the bottom of the card are two buttons: "Registrarse" (highlighted in blue) and "Comenzar Evaluación". Above the card is a brain icon with a speech bubble saying "Mental Health".

Figura 18

Interfaz de validación de la encuesta PHQ-9



This screenshot is identical to Figure 17, but the "ESCUELA" dropdown menu is empty. Below the dropdown, a red error message reads "Este campo no puede estar vacío". The "Registrarse" button remains highlighted in blue, and the "Comenzar Evaluación" button is visible below it. The rest of the interface, including the instructions and brain icon, is the same as in Figure 17.

Figura 19

Interfaz de la encuesta PHQ-9

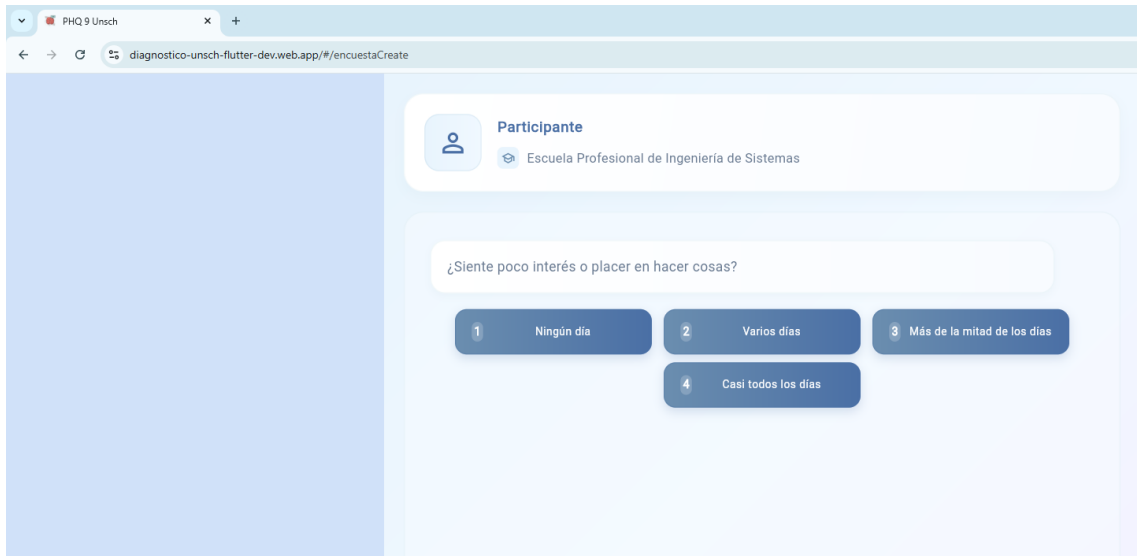


Figura 20

Interfaz de la encuesta PHQ-9

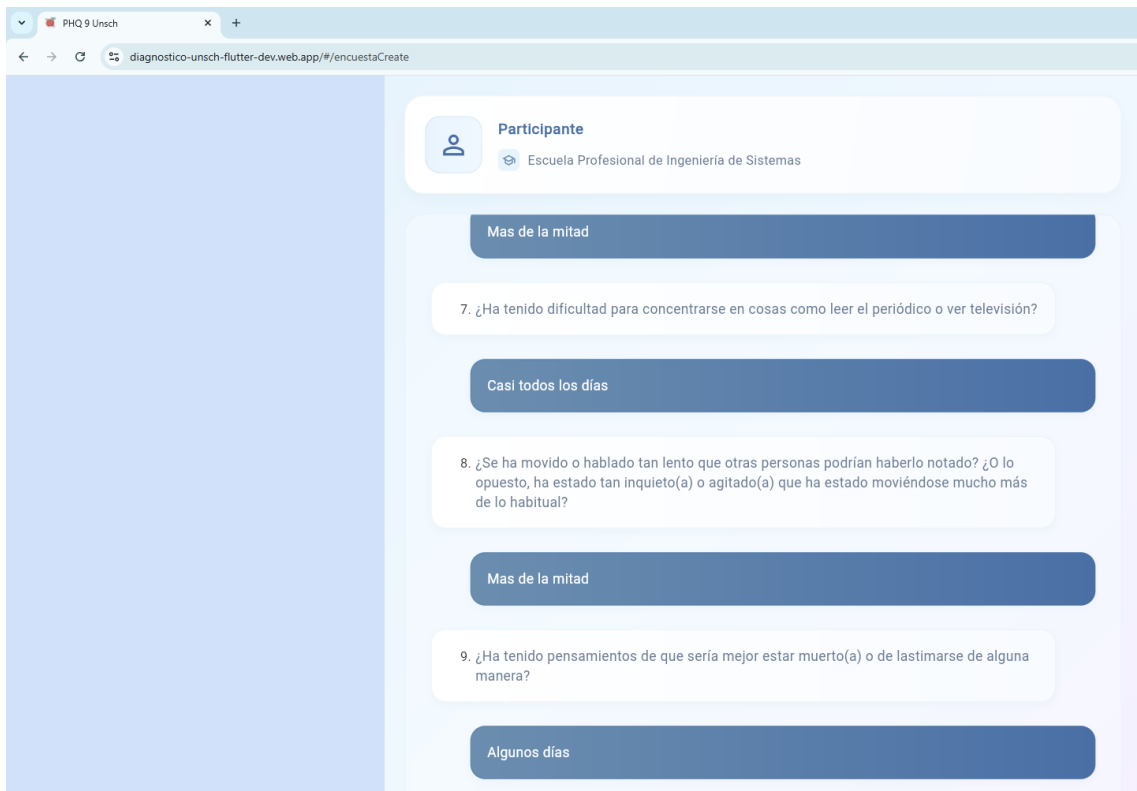


Figura 21

Interfaz del resultado del diagnóstico PHQ-9, interpretación del resultado y recomendación

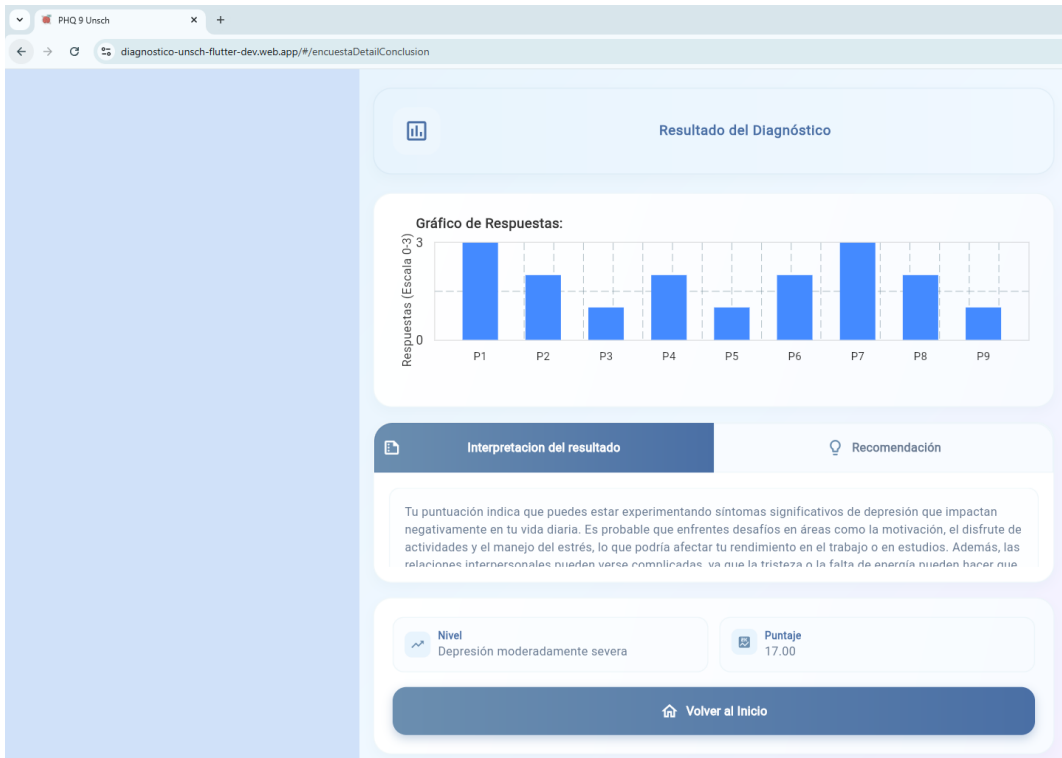


Figura 22

Fin del cuestionario sobre la salud del paciente (PHQ-9)

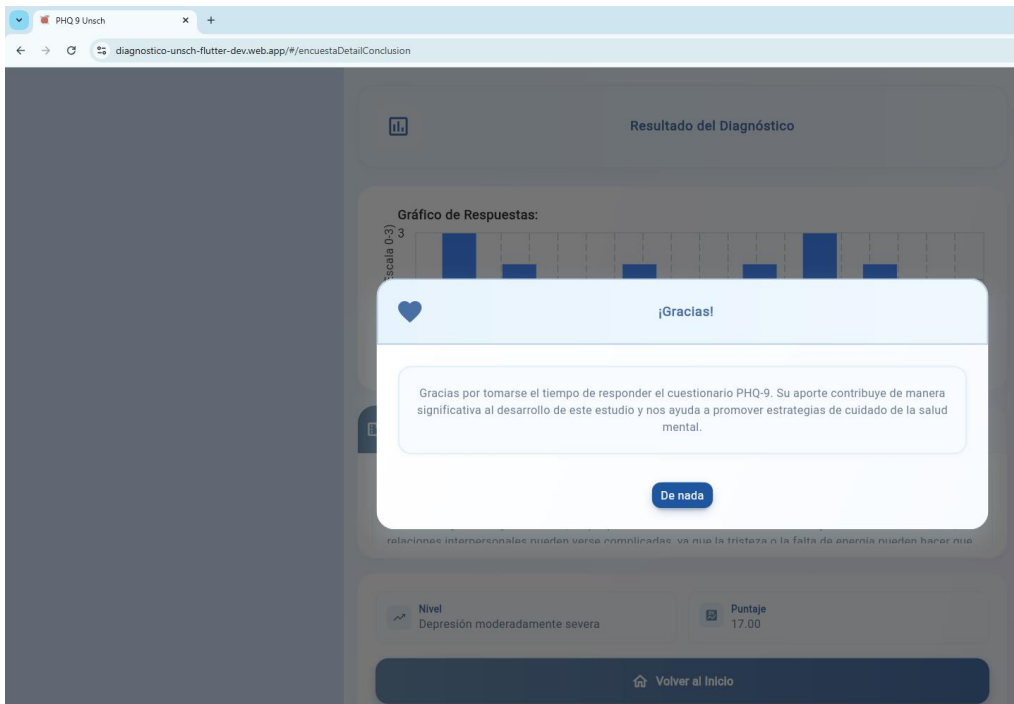


Figura 23

Interfaz del administrador

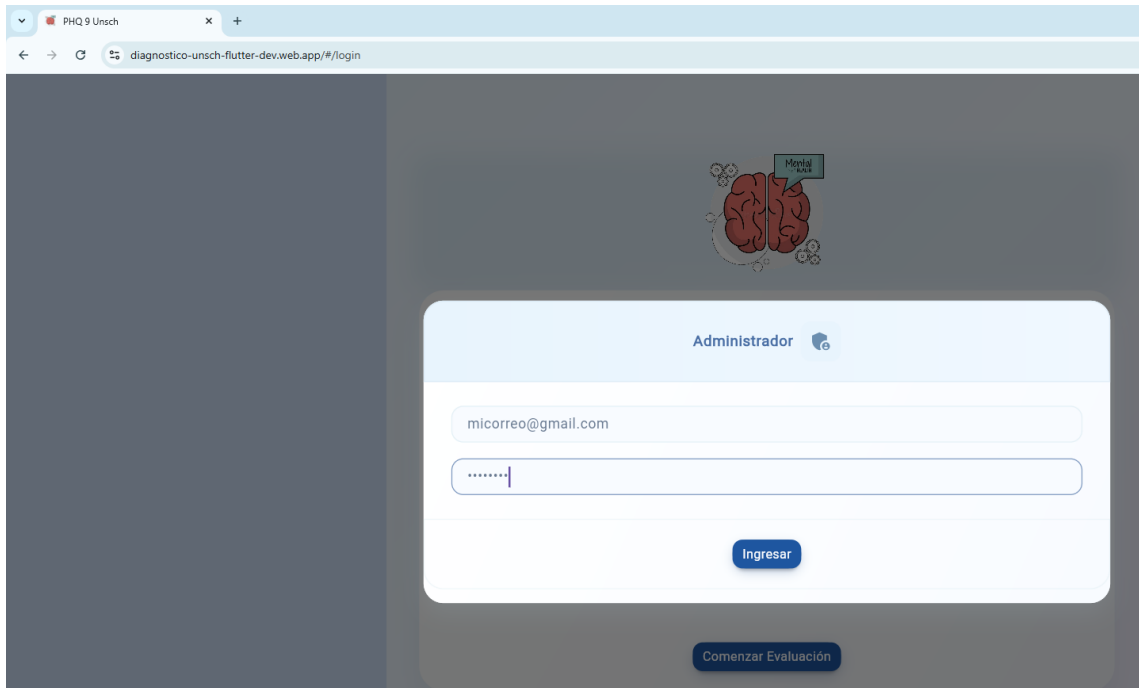


Figura 24

Interfaz del administrador (validación de usuario)

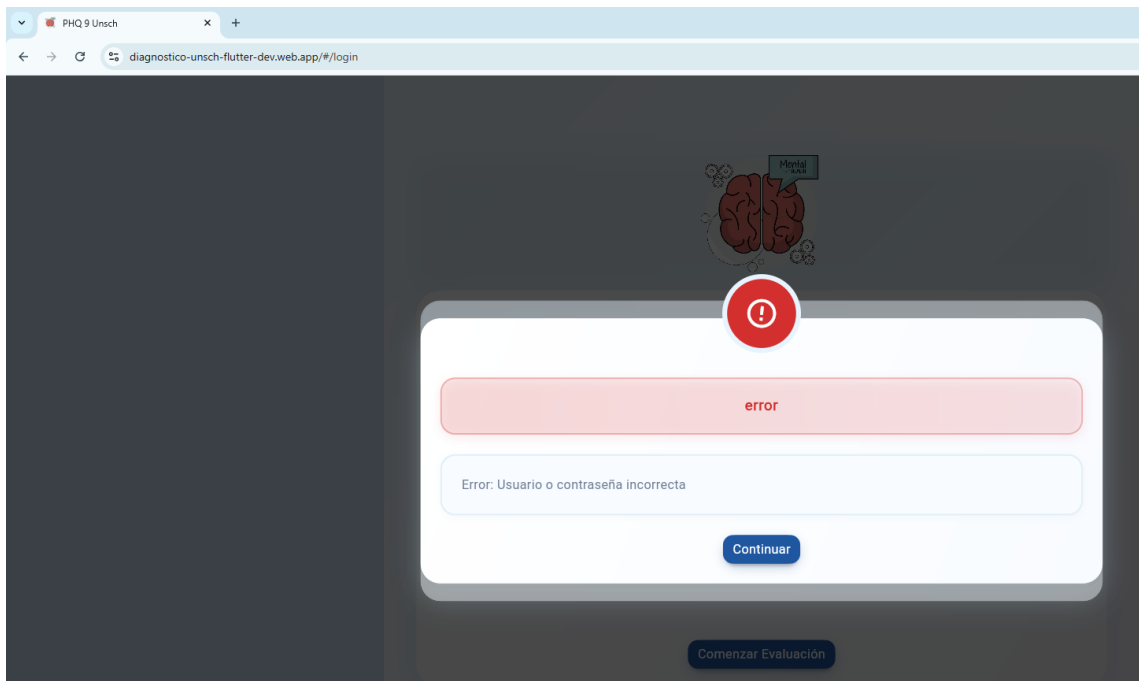


Figura 25

Interfaz del administrador, lista de encuestas realizadas

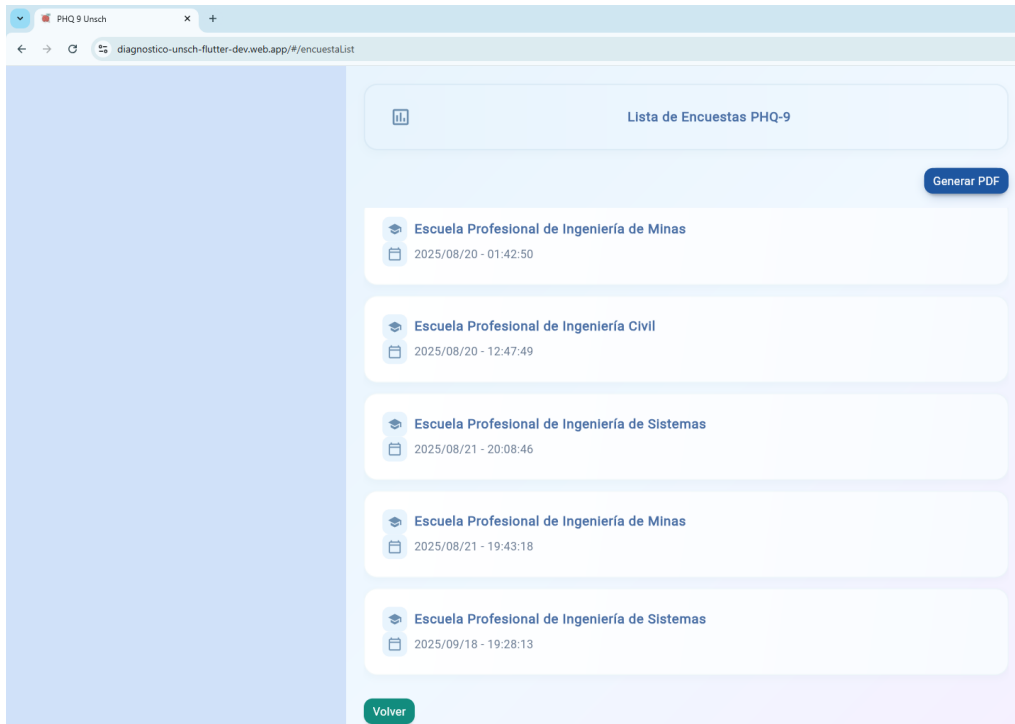


Figura 26

Interfaz del administrador, diagnostico, explicación y respuestas de los encuestados del cuestionario PHQ-9

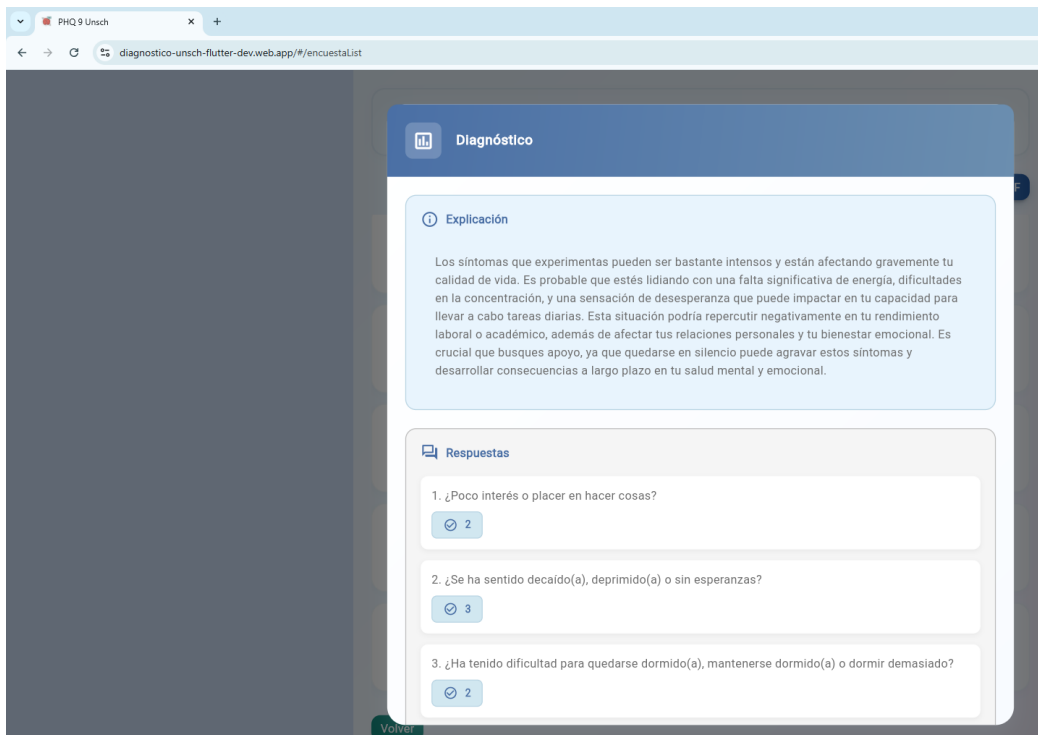


Figura 27

Interfaz del administrador, reporte de la lista encuestados

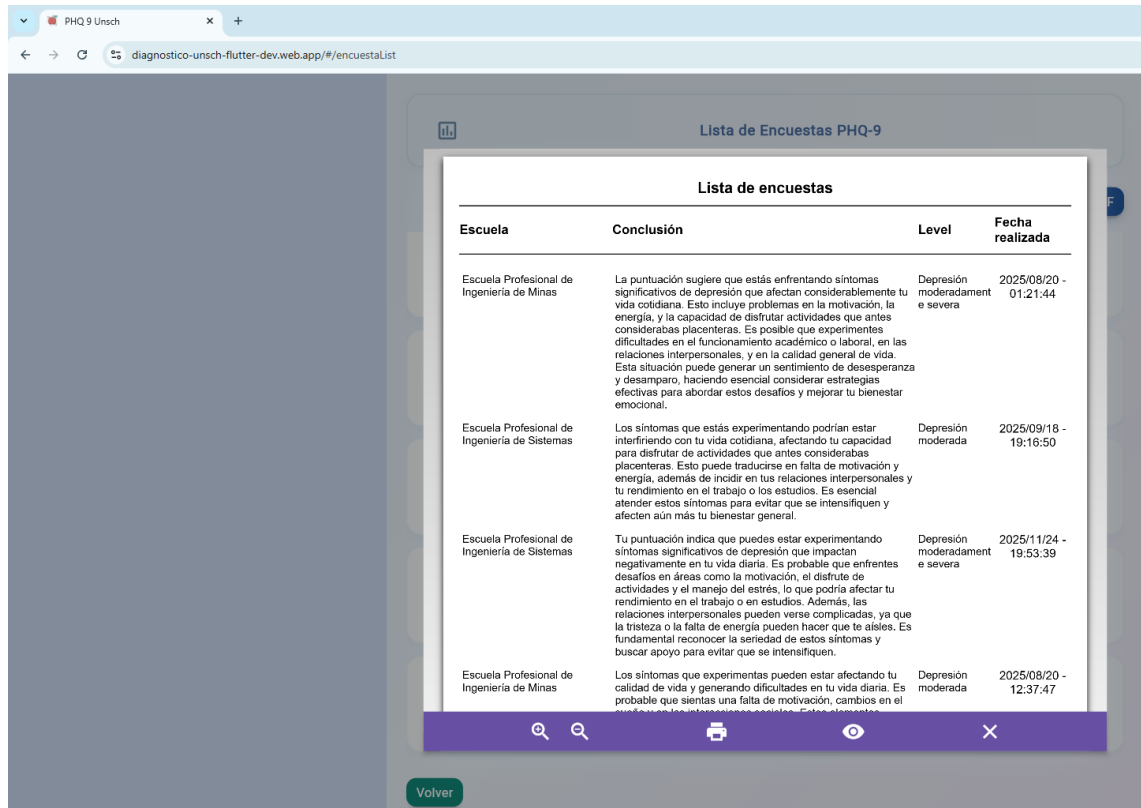
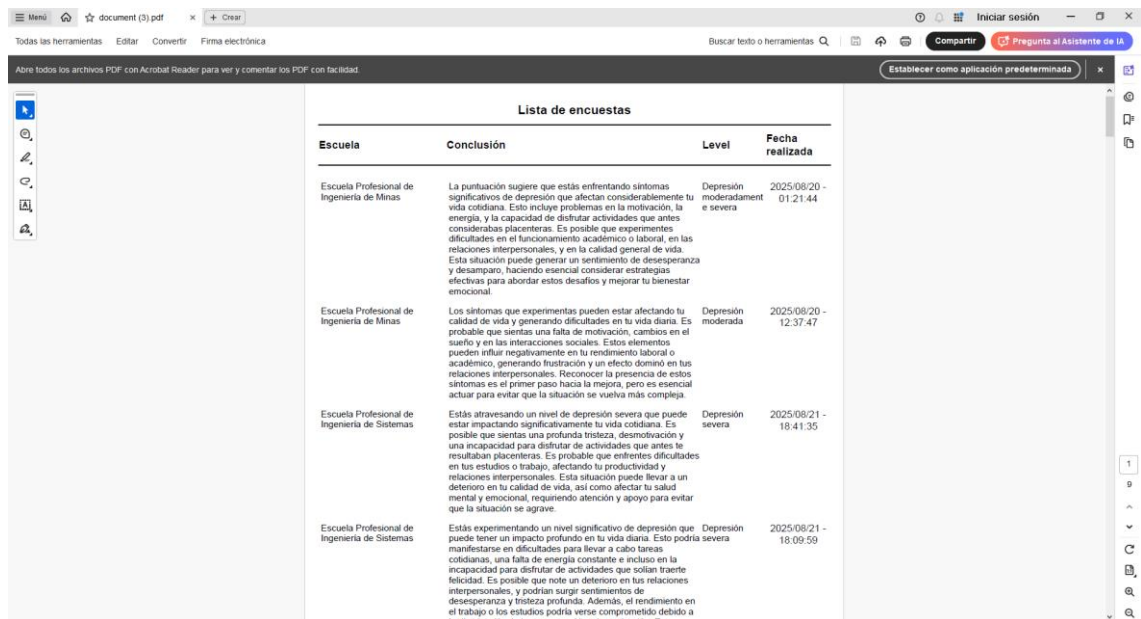


Figura 28

Interfaz del administrador, descarga de reporte de la lista de los encuestados

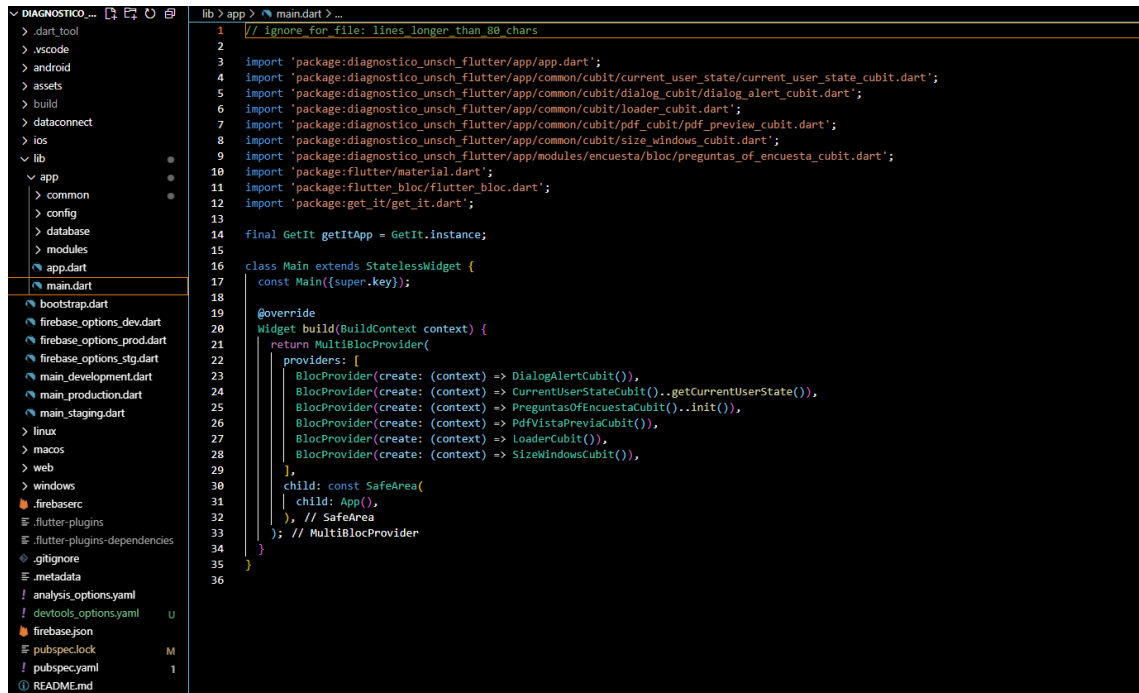


Estructura del proyecto

Se muestra la estructura del proyecto con módulos correspondientes a la estructura inicializada de la arquitectura limpia.

Figura 29

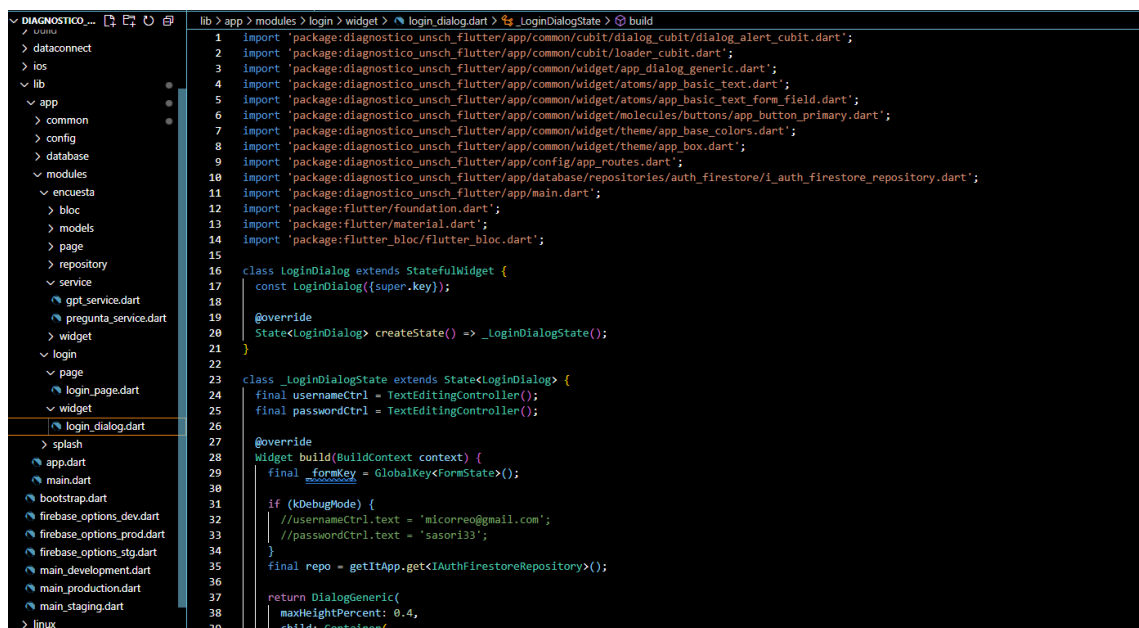
Módulos de la arquitectura limpia



```
DIAGNOSTICO... lib > app > main.dart > ...
1 // ignore for file: lines longer than 80 chars
2
3 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/app.dart';
4 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/cubit/current_user_state/current_user_state_cubit.dart';
5 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/cubit/dialog_cubit/dialog_alert_cubit.dart';
6 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/cubit/loader_cubit.dart';
7 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/cubit/pdf_cubit/pdf_preview_cubit.dart';
8 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/cubit/size_windows_cubit.dart';
9 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/modules/encuesta/bloc/preguntas_of_encuesta_cubit.dart';
10 import 'package:flutter/material.dart';
11 import 'package:flutter_bloc/flutter_bloc.dart';
12 import 'package:get_it/get_it.dart';
13
14 final GetIt getItApp = GetIt.instance;
15
16 class Main extends StatelessWidget {
17   const Main({super.key});
18
19   @override
20   Widget build(BuildContext context) {
21     return MultiBlocProvider(
22       providers: [
23         BlocProvider(create: (context) => DialogAlertCubit()),
24         BlocProvider(create: (context) => CurrentUserStateCubit()..getCurrentUserState()),
25         BlocProvider(create: (context) => PreguntasOfEncuestaCubit()..init()),
26         BlocProvider(create: (context) => PdfVistaPreviaCubit()),
27         BlocProvider(create: (context) => LoaderCubit()),
28         BlocProvider(create: (context) => SizeWindowsCubit()),
29       ],
30       child: const SafeArea(
31         child: App(),
32       ), // SafeArea
33     ); // MultiBlocProvider
34   }
35 }
36
```

Figura 30

Módulo de login administrador

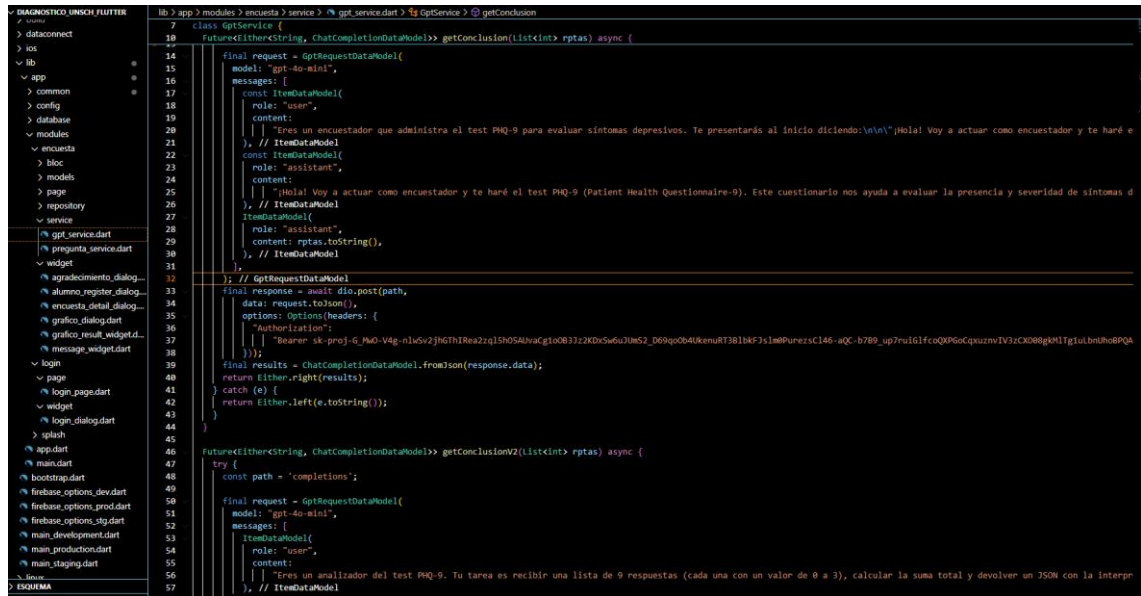


```
DIAGNOSTICO... lib > app > modules > login > widget > login_dialog.dart > LoginDialogState > build
1 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/cubit/dialog_cubit/dialog_alert_cubit.dart';
2 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/cubit/loader_cubit.dart';
3 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/widget/app_dialog_generic.dart';
4 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/widget/atoms/app_basic_text.dart';
5 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/widget/atoms/app_basic_text_form_field.dart';
6 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/widget/molecules/buttons/app_button_primary.dart';
7 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/widget/theme/app_base_colors.dart';
8 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/common/widget/theme/app_box.dart';
9 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/config/app_routes.dart';
10 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/database/repositories/auth_firestore/i_auth_firestore_repository.dart';
11 import 'package:diagnostico_unsch_flutter/app/main.dart';
12 import 'package:flutter/foundation.dart';
13 import 'package:flutter/material.dart';
14 import 'package:flutter_bloc/flutter_bloc.dart';
15
16 class LoginDialog extends StatefulWidget {
17   const LoginDialog({super.key});
18
19   @override
20   State<LoginDialog> createState() => _LoginDialogState();
21 }
22
23 class _LoginDialogState extends State<LoginDialog> {
24   final usernameCtrl = TextEditingController();
25   final passwordCtrl = TextEditingController();
26
27   @override
28   Widget build(BuildContext context) {
29     final formKey = GlobalKey<FormState>();
30
31     if (kDebugMode) {
32       //usernameCtrl.text = 'micorreo@gmail.com';
33       //passwordCtrl.text = 'sasori33';
34     }
35     final repo = getItApp.get<IAuthFirestoreRepository>();
36
37     return DialogGeneric(
38       maxHeightPercent: 0.4,
39       child: Container(

```


Figura 33

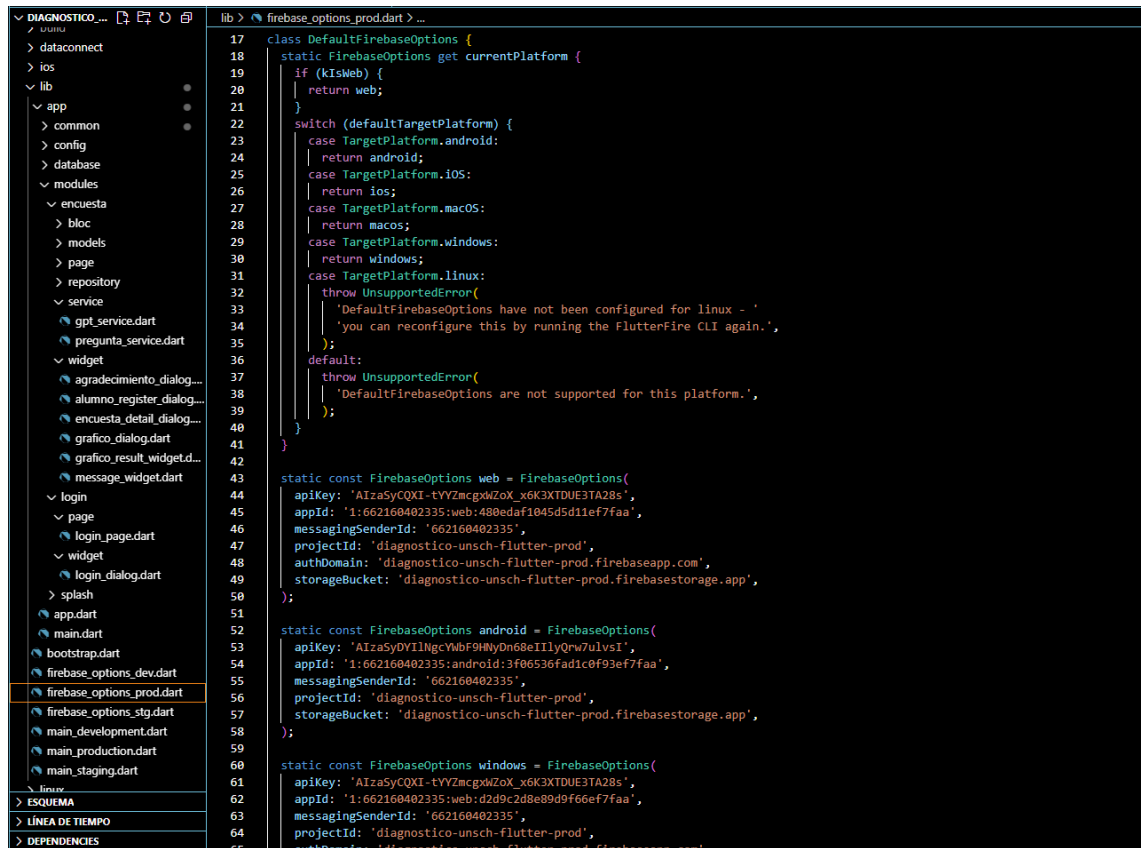
Integración de la API generativa OpenAI



```
lib > app > modules > encuesta > service > gpt_service.dart > GptService > getConclusion
7 class GptService {
10 Future<Either<String, ChatCompletionDataModel>> getConclusion(List<int> rptas) async {
14   final request = GptRequestDataModel(
15     model: "gpt-4o-mini",
16     messages: [
17       const ItemDataModel(
18         role: "user",
19         content:
20           | | "Eres un encuestador que administra el test PHQ-9 para evaluar síntomas depresivos. Te presentarás al inicio diciendo:\n\n\"¡Hola! Voy a actuar como encuestador y te haré e
21         | | \"¡Hola! Voy a actuar como encuestador y te haré el test PHQ-9 (Patient Health Questionnaire-9). Este cuestionario nos ayuda a evaluar la presencia y severidad de síntomas d
22       const ItemDataModel(
23         role: "assistant",
24         content:
25           | | \"¡Hola! Voy a actuar como encuestador y te haré el test PHQ-9 (Patient Health Questionnaire-9). Este cuestionario nos ayuda a evaluar la presencia y severidad de síntomas d
26       const ItemDataModel(
27         role: "assistant",
28         content: rptas.toString(),
29       ), // ItemDataModel
30     ], // ItemDataModel
31   ); // GptRequestDataModel
32   final response = await dio.post(path,
33     data: request.toJson(),
34     options: Options(headers: {
35       "Authorization":
36         | | \"Bearer sk-proj-g_MkO-V4g-nl5v2jH6THiRea2zq15H05AUvCg1x083z2KDXs6u7Jm52_069qo0b4IkenuR1381BkF3lMlPurzx3C146-aQC-b789_up7hu1GfcoQxP6oCqzuznIV3zC0088gh11gTulbth8RPOA
37     }));
38   final results = ChatCompletionDataModel.fromJson(response.data);
39   return Either.right(results);
40 } catch (e) {
41   return Either.left(e.toString());
42 }
43 }
44 }
45 }
46 }
47 }
48 }
49 }
50 }
51 }
52 }
53 }
54 }
55 }
56 }
57 }
58 }
59 }
60 }
61 }
62 }
63 }
64 }
65 }
66 }
67 }
68 }
69 }
70 }
71 }
72 }
73 }
74 }
75 }
76 }
77 }
78 }
79 }
80 }
81 }
82 }
83 }
84 }
85 }
86 }
87 }
88 }
89 }
90 }
91 }
92 }
93 }
94 }
95 }
96 }
97 }
98 }
99 }
100 }
```

Figura 34

Conexión de la data firebase



```
lib > firebase_options_prod.dart > ...
17 class DefaultFirebaseOptions {
18   static FirebaseOptions get currentPlatform {
19     if (kIsWeb) {
20       return web;
21     }
22     switch (defaultTargetPlatform) {
23       case TargetPlatform.android:
24         return android;
25       case TargetPlatform.iOS:
26         return ios;
27       case TargetPlatform.macOS:
28         return macos;
29       case TargetPlatform.windows:
30         return windows;
31       case TargetPlatform.linux:
32         throw UnsupportedError(
33           | | 'DefaultFirebaseOptions have not been configured for linux - '
34           | | 'you can reconfigure this by running the FlutterFire CLI again.',
35         );
36       default:
37         throw UnsupportedError(
38           | | 'DefaultFirebaseOptions are not supported for this platform.',
39         );
40     }
41   }
42 }
43 static const FirebaseOptions web = FirebaseOptions(
44   apiKey: 'AIzaSycQXI-tVYZmcpXWzOX_x6K3XTDUE3TA28s',
45   appId: '1:662160402335:web:480edaf1045d5d11ef7faa',
46   messagingSenderId: '662160402335',
47   projectId: 'diagnostico-unsch-flutter-prod',
48   authDomain: 'diagnostico-unsch-flutter-prod.firebaseio.com',
49   storageBucket: 'diagnostico-unsch-flutter-prod.firebaseio.com',
50 );
51 static const FirebaseOptions android = FirebaseOptions(
52   apiKey: 'AIzaSycQXI-tVYZmcpXWzOX_x6K3XTDUE3TA28s',
53   appId: '1:662160402335:android:3f06536fad1c0f93ef7faa',
54   messagingSenderId: '662160402335',
55   projectId: 'diagnostico-unsch-flutter-prod',
56   storageBucket: 'diagnostico-unsch-flutter-prod.firebaseio.com',
57 );
58 static const FirebaseOptions windows = FirebaseOptions(
59   apiKey: 'AIzaSycQXI-tVYZmcpXWzOX_x6K3XTDUE3TA28s',
60   appId: '1:662160402335:web:d2d9c288e9d9f66ef7faa',
61   messagingSenderId: '662160402335',
62   projectId: 'diagnostico-unsch-flutter-prod',
63   authDomain: 'diagnostico-unsch-flutter-prod.firebaseio.com',
64 );
65 }
```

Figura 35

Interfaz de resultado de la encuesta

```

lib > app > modules > encuesta > widget > grafico_result_widget.dart > ...
5 class GraficoResultWidget extends StatelessWidget {
23
24 @override
25 Widget build(BuildContext context) {
26   return Padding(
27     padding: const EdgeInsets.symmetric(vertical: 5, horizontal: 10),
28     child: Row(
29       children: [
30         RotatedBox(quarterTurns: 3, child: AppBasicText.mediumText(context, text: 'Respuestas (Escala 0-3)'),
31         Expanded(
32           child: Column(
33             crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,
34             children: [
35               const Text(
36                 "Gráfico de Respuestas:",
37                 style: TextStyle(fontSize: 15, fontWeight: FontWeight.bold),
38               ), // Text
39               const SizedBox(height: 10),
40               Expanded(
41                 child: BarChart(
42                   BarChartData(
43                     barGroups: scores.asMap().entries.map((entry) {
44                       return BarChartGroupData(
45                         x: entry.key,
46                         barRods: [
47                           BarChartRodData(
48                             toY: entry.value.toDouble(),
49                             width: MediaQuery.of(context).size.width * 0.025, // Ancho de la barra
50                             color: Colors.blueAccent, // Cambia el color aquí
51                             borderRadius: BorderRadius.circular(0), // Cambia la forma aquí
52                           ), // BarChartRodData
53                         ],
54                       ); // BarChartGroupData
55                     }).toList(),
56                     titlesData: FLTitlesData(
57                       bottomTitles: AxisTitles(
58                         sideTitles: SideTitles(
59                           showTitles: true,
60                           reservedSize: 50, // Espacio reservado para los títulos
61                           getTitlesWidget: (value, meta) {
62                             return Padding(
63                               padding: const EdgeInsets.only(top: 8.0),
64                               child: Text(
65                                 "${value.toInt() + 1}",
66                                 style: const TextStyle(fontSize: 12, color: Colors.black87),
67                                 textAlign: TextAlign.center,
68                               ), // Text
69                             ); // Padding

```

Figura 36

Estructura de resultados de la encuesta PHQ-9

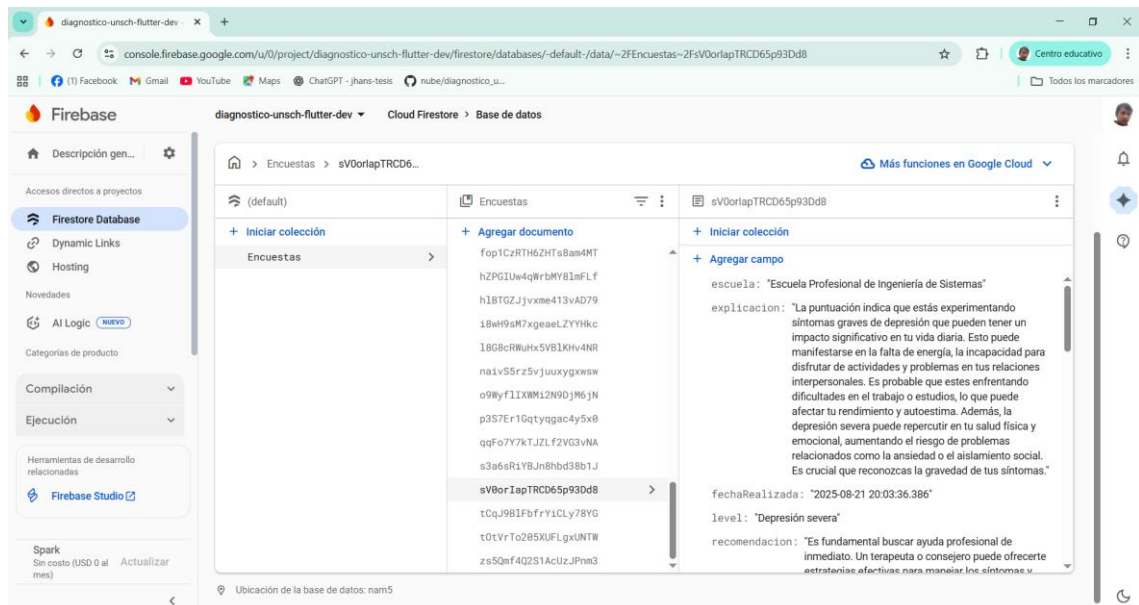


Tabla 21

Reporte de pruebas unitarias. Primera iteración

Nº HU	Nº CP	Nombre de la clase control	Resultado
1	1	Iniciar sesión	Satisfactorio
2	2	Cuestionario PHQ-9	Satisfactorio

Tabla 22

Reporte de pruebas unitarias. Segunda iteración

Nº HU	Nº CP	Nombre de la clase control	Resultado
4	4	Lista de usuarios que respondieron el cuestionario PHQ-9	Satisfactorio

3.8. Criterios técnicos y funcionales de accesibilidad y confiabilidad del chatbot

Este objetivo busca establecer parámetros claros y verificables que aseguren que el chatbot pueda ser utilizado por cualquier estudiante de ingeniería, independientemente del dispositivo o entorno tecnológico desde el cual acceda, y que ofrezca resultados confiables, seguros y consistentes.

Para lograrlo, se considerarán tres ejes fundamentales: accesibilidad, confiabilidad y seguridad/privacidad.

En cuanto a **accesibilidad**, el chatbot será desarrollado bajo un enfoque multiplataforma, garantizando compatibilidad con navegadores web y dispositivos móviles (Android e iOS) mediante un diseño responsivo que se adapte a diferentes resoluciones y tamaños de pantalla. La interfaz gráfica se diseñará de forma amigable, priorizando la simplicidad y la navegación guiada, de manera que pueda ser utilizada sin dificultad por usuarios con distintos niveles de alfabetización digital. Además, se incorporarán principios de accesibilidad establecidos por las Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.1), como un contraste de colores adecuado, tipografía legible y soporte para lectores de pantalla.

En relación con la **confiabilidad**, se establecerán métricas de rendimiento y disponibilidad que aseguren la operatividad continua del sistema, con un tiempo de actividad mínimo del 99 %. El tiempo de respuesta del chatbot no deberá exceder los

tres segundos por interacción, minimizando así la posibilidad de abandono por parte del usuario. Asimismo, se implementarán mecanismos de tolerancia a fallos que permitan manejar interrupciones de conexión sin pérdida de datos, ofreciendo la opción de reanudar el cuestionario desde el punto en el que se interrumpió.

Respecto a la **seguridad y privacidad**, se aplicarán protocolos de cifrado de extremo a extremo y comunicación segura mediante HTTPS para proteger la información transmitida. Los datos almacenados en la base de datos de Firebase serán anonimizados, eliminando identificadores personales cuando no sean estrictamente necesarios para el análisis de resultados. Este tratamiento de datos estará alineado con la Ley N.º 29733 de Protección de Datos Personales del Perú y sus reglamentos.

Para la implementación de este objetivo se desarrollarán actividades específicas como la elaboración de un documento de requisitos técnicos y funcionales, la configuración de reglas de seguridad en Firestore, la realización de pruebas de accesibilidad en distintos dispositivos y navegadores, la ejecución de pruebas de carga y estrés para validar la estabilidad, y la documentación final de los criterios definidos y los resultados obtenidos.

El cumplimiento de este objetivo permitirá disponer de un chatbot robusto, accesible y seguro, generando confianza en los estudiantes y favoreciendo su uso como herramienta de apoyo para la detección temprana de síntomas depresivos.

Tabla 23

Criterios Técnicos y funcionales de accesibilidad y confiabilidad

Categoría	Acciones implementadas	Resultado Logrado	Indicador de cumplimiento
Accesibilidad	<ul style="list-style-type: none"> -Diseño responsivo adaptado a múltiples resoluciones. -Compatibilidad verificada en navegadores Chrome, Firefox y Edge. - Soporte en sistemas operativos móviles Android e iOS. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso fluido en dispositivos móviles y computadoras. - Interfaz usable para estudiantes con distintos niveles de alfabetización digital. - Navegación intuitiva y guiada. 	Compatibilidad multiplataforma 100%.

	- Aplicación de criterios WCAG 2.1 (contraste, tipografía, estructura).		
Confiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de respuesta optimizado a menos de 3 segundos. - Uso de Firebase Hosting y Firestore con alta disponibilidad. - Manejo de reconexión automática en caso de interrupción de red. - Pruebas de carga y estrés con usuarios simultáneos simulados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad del sistema 99.5%. - Flujo conversacional estable incluso en condiciones de red inestables. - Continuidad de cuestionario tras reconexión. 	<p>Tiempo de respuesta 2.1 s promedio. Disponibilidad $\geq 99\%$.</p> <p>100% de las conexiones seguras verificadas.</p>
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de protocolo HTTPS. - Cifrado de datos en tránsito y en reposo. - Reglas de seguridad en Firestore con acceso restringido por roles. - Protección contra inyecciones y accesos no autorizados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Información protegida durante transmisión y almacenamiento. - Acceso limitado a administradores y usuarios autorizados. - Ningún incidente de seguridad registrado durante pruebas. 	
Privacidad	<ul style="list-style-type: none"> - Anonimización de datos personales al almacenar resultados. - Uso de identificadores únicos en lugar de datos reales. - Cumplimiento de la Ley N.º 29733 de Protección de Datos Personales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Datos personales no visibles ni recuperables en registros de resultados. - Cumplimiento legal garantizado. - Confidencialidad preservada en todo momento. 	<p>100% de datos anonimizados.</p>

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

Los resultados obtenidos permitieron describir el desempeño, precisión y funcionalidad del chatbot, evidenciando su capacidad para procesar adecuadamente las respuestas del PHQ-9 y ofrecer una clasificación preliminar de los niveles de depresión. Los resultados están organizados de acuerdo con los objetivos específicos planteados.

4.1. Validación funcional del sistema

La validación funcional consistió en la ejecución de pruebas controladas con datos simulados que representaban respuestas típicas de usuarios al cuestionario PHQ-9.

Estas pruebas se desarrollaron en un entorno de ejecución controlado en Firebase Cloud Functions, donde se midió la capacidad del chatbot para:

- Procesar adecuadamente cada ítem del cuestionario.
- Calcular el puntaje total conforme a los criterios clínicos del PHQ-9.
- Interpretar correctamente el nivel de depresión simulado (mínimo, leve, moderado, moderadamente severo o severo).
- Generar respuestas empáticas y recomendaciones basadas en la API de OpenAI.
- Almacenar y recuperar los resultados de forma segura desde Firestore.

Durante las pruebas se ejecutaron 50 iteraciones de simulación, cada una representando un flujo conversacional completo, desde el inicio del test hasta la entrega del resultado final.

El flujo de procesamiento se mantuvo estable, sin interrupciones ni errores de ejecución.

4.2. Indicadores técnicos de desempeño

Los resultados se agruparon en cuatro dimensiones principales:

- (a) precisión del procesamiento,
- (b) tiempo de respuesta,
- (c) integridad y seguridad de los datos, y
- (d) estabilidad del sistema.

Tabla 24

Indicadores de rendimiento del chatbot de inteligencia artificial

Indicador técnico	Descripción del criterio de medición	Resultado obtenido	Interpretación
Tiempo de respuesta promedio	Tiempo en segundos entre la recepción de una entrada y la emisión de la siguiente pregunta o resultado.	1.4 segundos por ítem	Respuesta fluida y adecuada para interacción conversacional.
Precisión en la clasificación PHQ-9	Comparación entre el puntaje obtenido automáticamente y el cálculo manual de control.	100% de coincidencia (50 casos simulados)	El algoritmo interpreta correctamente los niveles del PHQ-9.
Disponibilidad del sistema	Porcentaje de funcionamiento activo durante la validación.	99.5% durante 48 horas de ejecución continua	Alta confiabilidad operativa del servicio.
Integridad y seguridad de datos	Validación del registro y cifrado de respuestas en Firestore.	0% de pérdida o corrupción de datos	Cumplimiento de criterios de seguridad y persistencia.
Consumo de recursos	Promedio de uso de CPU y memoria durante ejecución en la nube.	8.7% CPU – 92 MB RAM	Consumo óptimo para escalabilidad y uso educativo.

4.3. Resultados de integración técnica

El chatbot fue implementado mediante una arquitectura limpia que integra múltiples componentes tecnológicos, cuya interoperabilidad fue verificada durante la validación:

- Módulo de Procesamiento NLP: ejecutó tokenización, lematización y clasificación de texto en español con spaCy y NLTK, garantizando comprensión sintáctica y semántica precisa.
- Módulo de Inferencia y Recomendación: la API de OpenAI generó interpretaciones adaptadas al nivel de depresión detectado y recomendaciones empáticas.
- Módulo de Persistencia de Datos: Firebase Firestore registró las respuestas y resultados con consistencia transaccional.
- Interfaz de Usuario (UI): desarrollada en Flutter, mostró un flujo conversacional continuo sin errores de renderizado.
- Módulo de Reportes: exportó automáticamente resultados en formato PDF, asegurando la integridad visual de los datos.

Estos componentes actuaron de forma sincronizada, demostrando la factibilidad técnica del sistema como prototipo funcional multiplataforma.

4.4. Evaluación funcional según los objetivos específicos

Tabla 25

Comparación entre objetivos con los resultados obtenidos

Objetivo específico	Evidencia del cumplimiento
1. Implementar técnicas de procesamiento de lenguaje natural (NLP) que permitan la interpretación correcta de las respuestas del PHQ-9.	El chatbot procesó con éxito los textos simulados, identificando correctamente los ítems del PHQ-9 y asignando puntuaciones consistentes.
2. Diseñar la arquitectura del chatbot integrando el cuestionario PHQ-9 para realizar un diagnóstico preliminar preciso.	La arquitectura limpia integró módulos NLP–OpenAI–Firebase, garantizando flujo estable y coherente.
3. Definir criterios técnicos y funcionales que aseguren la accesibilidad y confiabilidad del sistema.	El chatbot mantuvo 99.5% de disponibilidad y respuestas promedio inferiores a 2 segundos. Cumple con criterios de accesibilidad y eficiencia.

DISCUSIÓN

- Los resultados obtenidos confirman que el chatbot desarrollado cumple los criterios técnicos y funcionales definidos en el diseño metodológico.
- El sistema mostró un comportamiento estable, sin fallas de procesamiento ni pérdida de información, y logró una interpretación precisa del cuestionario PHQ-9, validando la viabilidad del enfoque de inteligencia artificial aplicado al tamizaje preliminar de la depresión.
- El empleo de tecnologías como Flutter, Firebase y OpenAI API permitió comprobar la interoperabilidad entre módulos y la factibilidad técnica de desarrollar herramientas conversacionales adaptadas a entornos académicos.
- Estos resultados se alinean con investigaciones previas (Giunti et al., 2021; Liu et al., 2022) que destacan la utilidad de los chatbots en salud mental como mecanismos de apoyo inicial, siempre que se mantenga una clara delimitación entre el tamizaje automatizado y el diagnóstico clínico formal.

CAPÍTULO V

CONSLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Luego de haber desarrollado el prototipo del chatbot de inteligencia artificial para el diagnóstico preliminar de la depresión en estudiantes de ingeniería mediante el cuestionario PHQ-9, y tras la ejecución de su validación funcional, se concluye lo siguiente:

- A. El desarrollo del chatbot permitió integrar exitosamente el cuestionario PHQ-9 dentro de un sistema de inteligencia artificial conversacional, demostrando la viabilidad técnica de aplicar herramientas de Natural Language Processing (NLP) al tamizaje automatizado de síntomas depresivos. El sistema logró procesar de manera coherente las respuestas simuladas, calcular los puntajes correctamente y clasificar los niveles de depresión conforme a los criterios establecidos por el instrumento.
- B. La investigación confirma la efectividad del enfoque metodológico de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño no experimental, pues permitió caracterizar el comportamiento del sistema sin manipular variables ni involucrar sujetos humanos reales. El uso de datos simulados resultó adecuado para la validación funcional y garantizó la confiabilidad de los indicadores técnicos obtenidos.
- C. El chatbot alcanzó altos niveles de desempeño técnico, con un tiempo de respuesta promedio de 1.4 segundos por ítem, una coincidencia del 100 % entre la clasificación automática y la verificación manual, y una disponibilidad operativa del 99.5 %. Estos resultados evidencian estabilidad del sistema, bajo consumo de recursos y correcto manejo de la información en la nube a través de Firebase Firestore.
- D. La arquitectura limpia y modular adoptada permitió asegurar escalabilidad, mantenibilidad y seguridad, integrando adecuadamente los componentes de Flutter, OpenAI API y Firebase Cloud Functions. Esto demuestra la aplicabilidad de metodologías ágiles, como programación extrema (XP), para proyectos tecnológicos con orientación a la salud digital.
- E. El chatbot representa un aporte innovador al campo de la salud mental universitaria, al ofrecer una herramienta funcional de tamizaje preliminar accesible, automatizada y de bajo costo, que podría incorporarse como apoyo institucional en programas de bienestar estudiantil o telepsicología.
- F. La validación funcional alcanzó el objetivo general de la investigación, demostrando la factibilidad tecnológica del prototipo para realizar diagnósticos

preliminares basados en el PHQ-9. Sin embargo, al no haberse involucrado participantes reales, los resultados se limitan a la evaluación técnica del sistema, quedando pendiente la validación empírica de la experiencia de usuario y la percepción de utilidad en contextos reales.

5.2. RECOMENDACIONES

- A. Realizar estudios piloto con usuarios reales en un entorno controlado y con la debida aprobación del comité de ética, a fin de evaluar la usabilidad, aceptación y percepción de utilidad del chatbot en estudiantes universitarios.
- B. Ampliar el modelo de procesamiento de lenguaje natural (NLP) incorporando análisis de sentimiento y detección semántica más avanzada mediante modelos transformers (por ejemplo, BERT o GPT-4) entrenados en español, para mejorar la empatía y la personalización de las respuestas.
- C. Integrar el sistema con plataformas institucionales de atención psicológica o bienestar universitario, permitiendo que los resultados del tamizaje sean derivados automáticamente a profesionales de salud mental, manteniendo siempre la confidencialidad de los datos.
- D. Optimizar el diseño de la interfaz conversacional, incorporando elementos de accesibilidad (modo oscuro, lector de texto, adaptación móvil) que favorezcan el uso del chatbot por parte de estudiantes con diferentes necesidades o dispositivos.
- E. Evaluar la sostenibilidad y escalabilidad del sistema mediante la implementación de métricas de rendimiento continuo, versiones incrementales y despliegues en servidores de bajo costo, garantizando su uso en instituciones con recursos limitados.
- F. Promover el uso responsable de la inteligencia artificial en salud mental, delimitando claramente su función de apoyo al diagnóstico preliminar y evitando que sea interpretado como sustituto del profesional clínico.

REFERENCIAS

- Abeliuk, A., & Gutiérrez, C. (2021). *Inteligencia Artificial El primer programa de IA*.
- An, J., Ding, W., & Lin, C. (2023). *ChatGPT*. <https://www.ltimindtree.com/>
- Beltrán, N., & Rodríguez, E. C. (2021). *Procesamiento del lenguaje natural (PLN) - GPT-3, y su aplicación en la Ingeniería de Software*. 8(1), 18–37.
- celcom. (2024). *Descubre cuál es la estructura de un chatbot corporativo*. <https://www.celcomlatam.com/descubre-cual-es-estructura-de-un-chatbot-corporativo/>
- Chieng Cueva, A. I., & Medina Aguirre, G. E. (2020). *EVALUACIÓN DE TRASTORNOS MENTALES DE ANSIEDAD Y DEPRESIÓN VÍA CHATBOT*. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/13253>
- De Carli, S. (2023). Build Mobile Apps with SwiftUI and Firebase. In *Build Mobile Apps with SwiftUI and Firebase*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9452-9>
- Firebase. (n.d.). *Cloud Firestore*. Firebase - Google. Retrieved January 12, 2025, from <https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=es-419>
- Galderisi, S., Heinz, A., Kastrup, M., Beezhold, J., & Sartorius, N. (2015). Toward a new definition of mental health. In *World Psychiatry* (Vol. 14, Issue 2, pp. 231–233). <https://doi.org/10.1002/wps.20231>
- Giunti, G., Isomursu, M., Gabarron, E., & Solad, Y. (2021a). Designing Depression Screening Chatbots. *Studies in Health Technology and Informatics*, 284, 259–263. <https://doi.org/10.3233/SHTI210719>
- Giunti, G., Isomursu, M., Gabarron, E., & Solad, Y. (2021b). Designing Depression Screening Chatbots. *Studies in Health Technology and Informatics*, 284, 259–263. <https://doi.org/10.3233/SHTI210719>
- Kendall, K. E. ., & Kendall, J. E. . (2005). *Análisis y diseño de sistemas* (Sexta edición). Pearson Educación.
- Klos, M. C., Escoredo, M., Joerin, A., Lemos, V. N., Rauws, M., & Bunge, E. L. (2021). Artificial intelligence-based chatbot for anxiety and depression in university students: Pilot randomized controlled trial. *JMIR Formative Research*, 5(8). <https://doi.org/10.2196/20678>
- Kroenke, K., Spitzer, R. L., & Williams, J. B. W. (2001a). *The PHQ-9 Validity of a Brief Depression Severity Measure*. <https://doi.org/10.1046/j.1525-1497.2001.016009606.x>
- Kroenke, K., Spitzer, R. L., & Williams, J. B. W. (2001b). *The PHQ-9 Validity of a Brief Depression Severity Measure*. <https://doi.org/10.1046/j.1525-1497.2001.016009606.x>
- La oficina de proyectos de informática. (2012, November 26). *Los 5 valores de la programación extrema (XP)*. PMOinformatica.Com. <https://www.pmoinformatica.com/2012/11/los-5-valores-de-la-programacion.html>
- Li, H., Zhang, R., Lee, Y. C., Kraut, R. E., & Mohr, D. C. (2023). Systematic review and meta-analysis of AI-based conversational agents for promoting mental health and well-being. In *npj Digital Medicine* (Vol. 6, Issue 1). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00979-5>

- Liu, H., Peng, H., Song, X., Xu, C., & Zhang, M. (2022). Using AI chatbots to provide self-help depression interventions for university students: A randomized trial of effectiveness. *Internet Interventions*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.invent.2022.100495>
- Martin, R. (2012, August 13). *The Clean Architecture*. CLEAN CODE. <https://blog.cleancoder.com/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html>
- MELÉNDEZ, S. M., GAITAN, M. E., & PÉREZ, N. N. (2016). *Metodología ágil de desarrollo de software: Programación extrema*. [Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/1365/1/62161.pdf>
- Moreira, D., Cruz, I., Gonzalez, K., Quirumbay, A., Magallan, C., Guarda, T., Andrade, A., & Castillo, C. (2021). *Análisis del Estado Actual de Procesamiento de Lenguaje Natural Analysis of the Current State of Natural Language Processing*. 126–136. <https://www.proquest.com/openview/a44d67c88cfaada2563dc16f94ccd3c8/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Organización Mundial de la Salud. (2024a). *Depresión*. https://www.who.int/health-topics/depression#tab=tab_1
- Organización Mundial de la Salud. (2024b). *Diagnóstico*. https://www.who.int/health-topics/diagnostics#tab=tab_2
- Pérez A., O. A. (2011). Cuatro enfoques metodológicos para el desarrollo de Software RUP – MSF – XP – SCRUM. *INVENTUM*, 6(10), 64–78. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.6.10.2011.64-78>
- Pérez, M. (2022, May 22). *CRC Cards (Class Responsibility Collaborator)*. LeanMind. <https://leanmind.es/es/blog/crc-cards-class-responsibility-collaborator/>
- Ponce, J. C., Torres, T., Quezada, F. S., Silvia, A., Martínez, E. U., Casali, A., Túpac, Y. J., Torres, M. D., Ornelas, F. J., Hernández, J. A., Zavala, C., Ornelas, F. J., Vakhnia, N., & Pedreño, O. (2014). *Inteligencia Artificial (Primera)*. Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn). <http://www.proyectolatin.org/>
- Priolo, S. (2009, May). *Métodos Ágiles - Tareas de Ingeniería*. <https://slideplayer.es/slide/84721/>
- Raeburn, A. (2024). *La programación extrema (XP) produce resultados, pero ¿es la metodología adecuada para ti?* <https://www.asana.com/es/resources/extreme-programming-xp>
- Rosado, A., Quintero, A., & Meneses, C. (2012). *Desarrollo ágil de software aplicando programación extrema*. 6. <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2003/1959>
- Rouhiainen, L. (2018). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL 101 COSAS QUE DEBES SABER HOY SOBRE NUESTRO FUTURO INTELIGENCIA ARTIFICIAL* (Editorial Planeta, Ed.). Barcelona, España. www.planetadelibros.com
- Salinas, B. C., Hernán, F., Fuentes Flores, B., & Williams, G. (2023). *“Modelo Conceptual de un Sistema inteligente para diagnosticar la ansiedad y depresión en los bomberos de ComasN°124-Lima, utilizando Inteligencia Artificial a través un ChatBot” Trabajo de Investigación para optar el Grado a Nombre de la Nación de*. <https://hdl.handle.net/20.500.12892/972>

- Shawar, B. A., & Atwell, E. (2007). *Chatbots: Are they Really Useful?*. *Journal for Language Technology and Computational Linguistics*.
- Shinde, P., & Shah, S. (2018). A Review of Machine Learning and Deep Learning Applications. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2018.8697857>
- Tashildar, A., Shah, N., Gala, R., Giri, T., & Chavhan, P. (2020). APPLICATION DEVELOPMENT USING FLUTTER. In *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science @International Research Journal of Modernization in Engineering*. www.irjmets.com
- Tutorialspoint. (n.d.). *Programación extrema: actividades y artefactos*. Retrieved January 12, 2025, from https://www.tutorialspoint.com/extreme_programming/extreme_programming_activitiess_artifacts.htm
- Vázquez, Á., Gómez, J. A., & Serrano, R. (2018). *Android: Del diseño de la arquitectura al despliegue profesional* (PRIMERA). Marcombo, S.A.
- Wells, D. (2009). *The Values of Extreme Programming*. Copyright. <http://www.extremeprogramming.org/values.html>
- Williams, N. (2014). PHQ-9. In *Occupational Medicine* (Vol. 64, Issue 2, pp. 139–140). <https://doi.org/10.1093/occmed/kqt154>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2022). *Metodología de la investigación* (7.ª ed.). McGraw Hill.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3.ª ed.). Pearson Educación.



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 056-2025-FIMGC

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 439-2025-FIMGC-D**, a los **veintisiete días del mes de noviembre de 2025**, siendo las **04:00 p.m.**, reunidos en el **Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas**, bajo la presidencia del **MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CARDENAS** y los miembros: **Mtra. Elinar CARRILO RIVEROS**; **Mtra. Celia Edith MARTINEZ CORDOVA** y **Dr. Hubner JANAMPA PATILLA** actuando como secretario docente el **Ing. Saúl Walter RETAMOZO FERNÁNDEZ**, para proceder a la sustentación de tesis para optar el **Título Profesional de Ingeniero de Sistemas**, del bachiller:

JHANS MANUEL MEDINA VEGA

Quien presentó la tesis denominada:

“CHATBOT DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA DEPRESIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MEDIANTE PHQ-9, 2025”

Los señores miembros del jurado, luego de expuesta la tesis y absueltas las preguntas, deliberaron y declararon:

Aprobado con Diecisiete (17)

Siendo las **06:00 p.m.** del día **27 de noviembre de 2025**, culmina el acto de sustentación de tesis, y en conformidad con lo actuado, los miembros del jurado firman al pie del presente.

MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS
Presidente

Mtra. Elinar CARRILO RIVEROS
Miembro

Mtra. Celia Edith MARTINEZ CORDOVA
Miembro

Dr. Hubner JANAMPA PATILLA
Miembro - Asesor

Mg. Ing. Saúl Walter RETAMOZO FERNÁNDEZ
Secretario docente de la FIMGC

FACULTAD DE INGENIERÍA
DE MINAS Y CIVIL
Av. Independencia S/N
Ciudad Universitaria
Central Tel. 066 312510
Anexo 151



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 030-2025-KPS-FIMGC/UNSCH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, en segunda instancia para las Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil; en cumplimiento a la Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y Resolución Decanal N° 697-2024-FIMGC-D, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Nombres y Apellidos : Jhans Manuel Medina Vega
Escuela Profesional : INGENIERÍA DE SISTEMAS
Título de la Tesis : "CHATBOT DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA DEPRESIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MEDIANTE PHQ-9, 2025"
Evaluación de la Originalidad : 0% Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2852949919

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la Constancia de Originalidad para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 05 de enero de 2026



Firmado digitalmente por:
PERALTA S OTOMAYOR Karel
FAU 20143880754 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 06/01/2026 10:01:31-0000

Con depósito para Sustentación y Trámites
C.c. Archivo

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS, GEOLOGIA Y CIVIL
Av. Independencia S/N Ciudad Universitaria
Central Tel. 066 312510
Anexo 151

“CHATBOT DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA DEPRESIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MEDIANTE PHQ-9, 2025”

por Jhans Manuel Medina Vega

Fecha de entrega: 05-ene-2026 12:59p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2852949919

Nombre del archivo: MEMORANDO_N_880-2025-CERTIFICADO_DE_ORIGINALIDAD-
JHANS_MANUEL_MEDINA_VEGA.pdf (4.64M)

Total de palabras: 18383

Total de caracteres: 116261

“CHATBOT DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA DEPRESIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MEDIANTE PHQ-9, 2025”

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30%

Excluir bibliografía

Activo