

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SOFTWARE**



**Aplicativo Móvil para la segmentación y  
clasificación del Alzheimer - Design Thinking**

**Autores:**

Pérez Acosta, Roddy David

Guzmán Neyra, Paulo Renato

Quispe Ventura, Ian Logan Will

**LIMA-PERÚ**

**2025**

# Design Thinking – Aplicativo Móvil para la segmentación y clasificación del Alzheimer

## 1. Empatizar

La primera etapa del proceso de Design Thinking, aplicada al desarrollo del aplicativo móvil para la segmentación y clasificación del Alzheimer, tuvo como objetivo principal comprender de manera profunda las necesidades, dificultades y experiencias de los usuarios potenciales, con el fin de diseñar una aplicación que facilite el diagnóstico, comprensión y seguimiento de la enfermedad mediante inteligencia artificial (IA). Los usuarios clave incluyen médicos neurólogos, estudiantes de medicina, pacientes y familiares de personas con Alzheimer.

Para esta fase, se utilizaron diversas técnicas de investigación que permitieron recopilar información cualitativa y cuantitativa sobre los usuarios:

### Técnicas usadas:

- **Entrevistas personales** a 3 médicos neurólogos y 3 estudiantes de medicina de último año de carrera para explorar su experiencia, procesos y limitaciones en el diagnóstico.
- **Entrevistas personales** aplicadas a 3 pacientes diagnosticados con Alzheimer (en etapas leve y moderada) y 5 familiares o cuidadores principales (hijos, cónyuges, hermanos u otros responsables directos del cuidado).
- **Mapa de empatía** para identificar pensamientos, emociones, necesidades y frustraciones de ambos grupos.

### Entrevistas personales – Médicos y estudiantes

Profundizar en los procesos de análisis clínico y en la aceptación del uso de sistemas de IA para apoyar el diagnóstico.

#### Bloque 1: Métodos actuales de diagnóstico

Entender cómo detectan Alzheimer actualmente, con qué herramientas, y qué dificultades enfrentan.

#### Preguntas:

1. ¿Qué métodos utiliza actualmente para diagnosticar Alzheimer (pruebas cognitivas, MRI, PET, biomarcadores, entrevistas clínicas, otros)?
2. ¿Qué ventajas encuentra en estos métodos?

3. ¿Qué problemas o limitaciones ha detectado en los métodos actuales (costo, tiempo, accesibilidad, precisión, complejidad, interpretación)?
4. ¿Qué aspectos considera que deberían mejorar para hacer más eficiente el diagnóstico?

Participant e	Métodos utilizados	Ventajas	Problemas / Limitaciones	Aspectos a mejorar
Médico 1	Pruebas cognitivas, MRI, entrevistas clínicas	Confiables, combinan imagen y evaluación clínica	Tiempo largo, interpretación subjetiva, costo de MRI	Rapidez en análisis, integración de resultados
Médico 2	MRI, biomarcadores, PET	Precisión en estadios avanzados	Acceso limitado, costo alto, necesidad de especialista	Accesibilidad, rapidez, simplificación de interpretación
Médico 3	MRI, pruebas neuropsicológicas	Diagnóstico más completo	Interpretación compleja, dependencia de equipo especializado	Mejor visualización, integración de datos clínicos
Estudiante 1	Lectura de casos clínicos, MRI observacional	Aprendizaje práctico	Falta de experiencia, difícil identificar cambios sutiles	Guías visuales y asistencia de IA
Estudiante 2	MRI, revisión bibliográfica de casos	Aprendizaje combinado teórico-práctico	Difícil correlacionar imágenes con síntomas	Soporte en interpretación de imágenes y estadios
Estudiante 3	MRI, pruebas cognitivas simuladas	Comprensión de la progresión de la enfermedad	No siempre se detectan etapas tempranas	Sistemas de alerta temprana y ejemplos visuales

## Bloque 2: Experiencia con imágenes médicas (MRI)

Entender cómo trabajan con imágenes cerebrales y qué problemas enfrentan.

**Preguntas:**

1. ¿Qué dificultades encuentra al analizar imágenes MRI para la detección de Alzheimer?
2. ¿Qué partes del cerebro o qué indicadores son más críticos para identificar las etapas de la enfermedad?
3. ¿Qué herramientas o software utiliza actualmente para analizar estas imágenes?
4. ¿Qué mejoras cree que podrían implementarse en el análisis de MRI (precisión, rapidez, visualización)?

<b>Participante</b>	<b>Dificultades</b>	<b>Partes del cerebro / Indicadores críticos</b>	<b>Herramientas / Software</b>	<b>Mejoras sugeridas</b>
Médico 1	Diferenciar atrofia normal vs patológica	Hipocampo, corteza temporal, ventrículos	OsiriX, Horos	Rapidez, visualización más clara, segmentación automática
Médico 2	Interpretación de cambios sutiles	Hipocampo, corteza parietal	RadiAnt, software hospitalario	Precisión automática, integración con historial clínico
Médico 3	Comparación entre estudios previos	Hipocampo, corteza frontal	PACS hospitalario	Mapas de calor, análisis longitudinal
Estudiante 1	Reconocer atrofia temprana	Hipocampo, corteza temporal	3D Slicer	Visualización guiada, etiquetas automáticas
Estudiante 2	Identificación de patrones	Hipocampo, ventrículos laterales	MRICron	Segmentación y resaltado de zonas críticas
Estudiante 3	Relacionar imagen con síntomas	Hipocampo, corteza temporal	3D Slicer	Indicadores visuales claros y explicativos

### **Bloque 3: Inteligencia Artificial (IA)**

Explorar la percepción y aceptación de soluciones basadas en IA.

**Preguntas abiertas:**

1. ¿Qué beneficios esperaría obtener de un sistema de IA que analice automáticamente imágenes cerebrales?
2. ¿Qué preocupaciones tendría al usar IA para el diagnóstico (exactitud, privacidad, interpretación, dependencia tecnológica)?
3. ¿Cómo le gustaría que se presenten los resultados generados por IA para facilitar la interpretación?

**Preguntas cerradas:**

- ¿Confiaría en un sistema de IA como apoyo para diagnóstico? Sí totalmente / Parcialmente / No
- ¿Le gustaría poder exportar los resultados en PDF para integrarlos al historial clínico? Sí / No
- ¿Qué temores tendría frente al uso de IA? Malinterpretación / Complejidad técnica / Privacidad de datos / Ninguno

Participante	Beneficios esperados	Preocupaciones	Preferencia de visualización	Confiaría en IA	Exportar PDF	Temores
Médico 1	Rapidez, detección temprana, soporte en diagnóstico	Malinterpretación, dependencia tecnológica	Mapas de calor	Parcialmente	Sí	Malinterpretación
Médico 2	Segmentación automática, predicción de progresión	Exactitud, privacidad	Mapas de calor y gráficas	Parcialmente	Sí	Privacidad

Médico 3	Integración de datos, seguimiento longitudinal	Interpretación, confianza	Gráficas interpretativas	Parcialmente	Sí	Complejidad técnica
Estudiante 1	Aprendizaje guiado, asistencia en interpretación	Malinterpretación	Mapas de calor	Parcialmente	Sí	Malinterpretación
Estudiante 2	Claridad visual, soporte en estudios de caso	Falta de experiencia para validar resultados	Texto interpretativo	Parcialmente	Sí	Complejidad técnica
Estudiante 3	Detectar cambios tempranos, mejorar aprendizaje	Dependencia de IA	Mapas de calor y gráficas	Parcialmente	Sí	Privacidad

#### Bloque 4: Expectativas y propuesta de solución

Objetivo: Entender qué esperan de una herramienta digital y cómo debería mejorar su trabajo.

##### Preguntas abiertas:

1. Si pudiera mejorar cualquier aspecto del diagnóstico de Alzheimer, ¿qué cambiaría?
2. ¿Qué características consideraría imprescindibles en una aplicación móvil de diagnóstico asistido por IA?
3. ¿Qué forma de presentar información le permitiría tomar decisiones clínicas más rápidas y confiables?

Participant e	Mejoras deseadas	Características imprescindibles en app	Presentación ideal de información
---------------	------------------	--	-----------------------------------

Médico 1	Rapidez, integración de resultados	Segmentación automática, predicción de progresión, alertas tempranas	Mapas de calor + gráficas resumidas
Médico 2	Accesibilidad, precisión	Comparación con estudios previos, exportación PDF, recomendaciones clínicas	Mapas de calor con interpretación breve
Médico 3	Visualización clara y longitudinal	Integración historial clínico, seguimiento de pacientes	Gráficas de evolución + mapas de calor
Estudiante 1	Guía visual y educativa	Resaltado de regiones afectadas, ejemplos interactivos	Mapas de calor con etiquetas explicativas
Estudiante 2	Asistencia en interpretación	Comparación de casos, tutoriales paso a paso	Texto interpretativo + gráficas
Estudiante 3	Detectar etapas tempranas	Alertas tempranas, análisis automático, retroalimentación	Mapas de calor + indicadores visuales claros

## Preguntas de la entrevista – Pacientes y familiares de personas con Alzheimer

### Bloque 1: Experiencia y comprensión del diagnóstico

Conocer su experiencia, nivel de entendimiento y tipo de apoyo recibido tras el diagnóstico.

- ¿Cómo fue su experiencia al recibir el diagnóstico de Alzheimer?
- ¿Qué tan fácil o difícil fue comprender la información médica que les dieron?
- ¿Qué tipo de apoyo considera más importante después del diagnóstico?
  - Opciones: Emocional / Médico / Tecnológico / Educativo / Otro

Participante	¿Cómo fue su experiencia al recibir el diagnóstico?	¿Qué tan fácil o difícil fue comprender la información médica?	Tipo de apoyo más importante después del diagnóstico

<b>P1 (leve)</b>	Al principio fue confuso, pero luego entendí que podía controlarlo con ayuda.	Difícil al inicio, usaban muchos términos médicos.	Emocional y médico.
<b>P2 (moderado)</b>	Me asusté un poco, no entendía bien lo que significaba.	Difícil, tuve que preguntar varias veces.	Emocional.
<b>P3 (leve)</b>	Fue duro, pero mi familia me apoyó mucho.	Intermedio, me explicaron con ejemplos.	Familiar y médico.
<b>F1 (hijo)</b>	Sentí alivio al tener un diagnóstico, pero también preocupación.	Algo difícil, el neurólogo fue claro pero muy técnico.	Educativo y médico.
<b>F2 (cónyuge)</b>	Impactante, no lo esperábamos.	Difícil, pedimos una segunda explicación.	Emocional y médico.
<b>F3 (hermana)</b>	Me dio tristeza, pero ahora entiendo más la enfermedad.	Intermedio.	Educativo y emocional.
<b>F4 (cuidador externo)</b>	Lo tomé con calma, ya sospechábamos.	Fácil, ya tenía experiencia con otros pacientes.	Médico.
<b>F5 (hijo)</b>	Fue muy duro, pero tener el diagnóstico nos ayudó a organizarnos mejor.	Difícil.	Emocional y educativo.

## Bloque 2: Confianza y percepción de la tecnología médica e inteligencia artificial

Explorar su nivel de confianza y seguridad frente al uso de herramientas digitales y sistemas con inteligencia artificial en el ámbito médico.

- ¿Le genera confianza recibir resultados médicos o seguimientos a través de una aplicación con respaldo profesional e inteligencia artificial?
  - Opciones: Sí / Tal vez / No
- ¿Qué le haría sentir mayor seguridad al usar una app médica o con IA?
  - Opciones: Respaldo médico / Privacidad / Validación científica / Recomendación de su médico / Otro
- ¿Qué piensa sobre que una inteligencia artificial pueda analizar imágenes o pruebas médicas para apoyar el diagnóstico del Alzheimer?

Participant e	¿Le genera confianza recibir resultados médicos o seguimientos por app con IA?	¿Qué le haría sentir mayor seguridad?	Opinión sobre IA que analiza imágenes o pruebas médicas
P1	Tal vez.	Que el médico supervise los resultados.	Sería bueno si ayuda al doctor.
P2	No.	Privacidad y respaldo médico.	Prefiero que lo vea una persona.
P3	Sí.	Validación científica y control médico.	Si ayuda al diagnóstico, me parece bien.
F1	Sí.	Recomendación del médico.	Útil, siempre que el médico confirme.

F2	Tal vez.	Privacidad y validación científica.	Interesante, pero me da un poco de desconfianza.
F3	Sí.	Respaldo médico.	Podría agilizar los diagnósticos.
F4	Sí.	Revisión del médico.	Muy positivo, puede evitar errores humanos.
F5	Tal vez.	Privacidad de datos.	Bien si mejora la precisión del diagnóstico.

### Bloque 3: Comprensión y comunicación de resultados

Identificar cómo prefieren recibir, entender y visualizar los resultados médicos generados por sistemas tecnológicos o con IA.

- ¿Prefiere que los resultados sean presentados con lenguaje médico o en un formato simplificado?
  - Opciones: Médico / Simplificado / Ambos
- ¿Le gustaría recibir explicaciones visuales (gráficas, colores o niveles) para entender el estado del diagnóstico?
  - Opciones: Sí / No
- ¿Qué tipo de información o recomendaciones le resultarían más útiles después de recibir un resultado médico o generado por una IA?
  - Ejemplos: Ejercicios cognitivos, recordatorios, pautas de cuidado, información médica adicional

<b>Participante</b>	<b>Preferencia de formato de resultados</b>	<b>¿Desea explicaciones visuales (gráficas, colores, niveles)?</b>	<b>Información o recomendaciones más útiles</b>
<b>P1</b>	Simplificado.	Sí.	Ejercicios cognitivos y recordatorios.
<b>P2</b>	Simplificado.	Sí.	Recordatorios y pautas de cuidado.
<b>P3</b>	Ambos.	Sí.	Información médica y consejos prácticos.
<b>F1</b>	Ambos.	Sí.	Información médica detallada.
<b>F2</b>	Médico.	No.	Pautas de cuidado diario.
<b>F3</b>	Simplificado.	Sí.	Ejercicios cognitivos y educación familiar.
<b>F4</b>	Médico.	No.	Reportes detallados y evolución del paciente.
<b>F5</b>	Ambos.	Sí.	Guías de cuidado y actividades diarias.

#### **Bloque 4: Experiencia de uso y accesibilidad tecnológica**

Evaluar su capacidad y disposición para interactuar con una aplicación médica digital basada en inteligencia artificial.

- ¿Qué nivel de dificultad considera aceptable en el uso de una aplicación móvil médica con IA?
  - Opciones: Muy simple / Intermedio / Complejo
- ¿Qué dispositivos utiliza con mayor frecuencia?
  - Opciones: Celular / Tablet / Computadora / Otro
- ¿Qué barreras o temores tiene respecto al uso de una aplicación médica o tecnológica con IA?
  - Opciones: Privacidad de datos / Comprensión de los resultados / Exactitud del sistema / Ansiedad emocional / Ninguno

Participant e	Nivel de dificultad aceptable	Dispositivo más usado	Barreras o temores principales
P1	Muy simple.	Celular.	Comprensión de los resultados.
P2	Muy simple.	Celular.	Privacidad y ansiedad.
P3	Intermedio.	Tablet.	Ninguno.
F1	Intermedio.	Celular.	Exactitud del sistema.
F2	Muy simple.	Celular.	Privacidad de datos.

<b>F3</b>	Intermedio.	Computadora.	Comprensión de resultados.
<b>F4</b>	Intermedio.	Tablet.	Ninguno.
<b>F5</b>	Muy simple.	Celular.	Privacidad y ansiedad emocional.

## Bloque 5: Expectativas y propuestas de mejora

Identificar sus expectativas sobre el valor, utilidad y confianza en una aplicación médica con inteligencia artificial.

- Si pudiera mejorar algún aspecto del proceso de diagnóstico o seguimiento del Alzheimer, ¿qué cambiaría?
- ¿Qué características consideraría imprescindibles en una aplicación móvil que use inteligencia artificial para apoyar el diagnóstico o monitoreo del Alzheimer?

Participant e	Aspectos a mejorar en diagnóstico o seguimiento	Características imprescindibles en una app con IA
P1	Que el diagnóstico sea más rápido.	Recordatorios automáticos y monitoreo diario.
P2	Mejor comunicación con el médico.	Explicaciones simples y alertas.
P3	Seguimiento continuo.	Ejercicios cognitivos personalizados.

<b>F1</b>	Menos tiempo de espera en consultas.	Reportes visuales y conexión con el médico.
<b>F2</b>	Más claridad en los informes.	Seguridad de datos y respaldo médico.
<b>F3</b>	Mayor orientación al cuidador.	Recomendaciones personalizadas.
<b>F4</b>	Integrar resultados de pruebas en un solo lugar.	Comparación de evolución del paciente.
<b>F5</b>	Facilitar comunicación médico–familia.	Alertas, informes visuales y privacidad.

## Mapa de empatía

### Médicos Neurólogos y Estudiantes de Medicina

Diagnosticar y monitorear con precisión el Alzheimer utilizando herramientas confiables, rápidas y basadas en evidencia científica.

Dimensión	Descripción
¿Qué piensan y sienten?	Se preocupan por la exactitud del diagnóstico y la responsabilidad médica. Desean reducir el margen de error y mejorar la detección temprana. Perciben que los métodos actuales son lentos y costosos. Buscan innovación, pero sin perder control clínico.
¿Qué ven?	Ven sistemas médicos fragmentados, falta de integración entre datos clínicos e imágenes, y escasez de herramientas accesibles. Observan que el diagnóstico depende demasiado del criterio del especialista.
¿Qué dicen y hacen?	Expresan la necesidad de apoyo tecnológico confiable y visual. Usan MRI, pruebas cognitivas y software limitado. Estudiantes buscan herramientas educativas que expliquen patrones visuales.

<b>¿Qué escuchan?</b>	Escuchan de colegas sobre nuevas tecnologías e inteligencia artificial, pero con dudas sobre su precisión y ética. También oyen de pacientes que los procesos son lentos y confusos.
<b>Esfuerzos y frustraciones (Dolores)</b>	Procesos diagnósticos largos, interpretación subjetiva, alto costo de pruebas, sobrecarga de trabajo y falta de integración de datos clínicos. Temor a depender demasiado de la IA o a errores automáticos.
<b>Resultados esperados (Ganancias)</b>	Herramienta que integre imágenes y datos clínicos, ofrezca segmentación automática y mapas de calor interpretativos. Mayor rapidez, precisión y soporte visual que complemente el juicio médico.

### Pacientes con Alzheimer y Familiares/Cuidadores

Comprender su diagnóstico, recibir acompañamiento continuo y contar con herramientas accesibles que apoyen su cuidado y comunicación con médicos.

Dimensión	Descripción
<b>¿Qué piensan y sienten?</b>	Sienten miedo, incertidumbre y ansiedad al recibir el diagnóstico. Buscan comprensión, esperanza y apoyo. Los familiares desean estar mejor informados y tener control del progreso del paciente.
<b>¿Qué ven?</b>	Ven procesos médicos complejos, lenguaje técnico y falta de seguimiento constante. Perciben que la atención depende del tiempo del médico y que hay poca comunicación continua.
<b>¿Qué dicen y hacen?</b>	Expresan confusión al recibir información médica. Piden explicaciones simples, apoyo emocional y herramientas visuales. Los cuidadores buscan recursos prácticos para el día a día.
<b>¿Qué escuchan?</b>	Escuchan consejos médicos difíciles de recordar, comentarios de otros cuidadores sobre la carga emocional, y noticias sobre IA o apps médicas que despiertan curiosidad pero también desconfianza.
<b>Esfuerzos y frustraciones (Dolores)</b>	Dificultad para entender resultados, falta de claridad en informes, temores por la privacidad de datos, ansiedad ante el uso de tecnología, y limitaciones cognitivas en el paciente.
<b>Resultados esperados (Ganancias)</b>	Aplicación fácil de usar, con explicaciones visuales, conexión con médicos y reportes claros. Desean confianza, simplicidad y acompañamiento personalizado.

### Insight general

El proceso de empatía reveló que los médicos buscan precisión, automatización y soporte visual sin perder el control clínico; mientras que los pacientes y familiares priorizan comprensión, accesibilidad, apoyo emocional y comunicación clara.

Ambos grupos coinciden en la necesidad de herramientas integradas, visuales y confiables que faciliten el diagnóstico y seguimiento del Alzheimer mediante inteligencia artificial interpretativa y segura.

## 2. Definir

### Propósito de la fase

Analizar en profundidad la información obtenida durante la etapa de empatía para definir el problema central, identificar las necesidades reales de los usuarios y detectar oportunidades de innovación que el aplicativo móvil basado en inteligencia artificial puede abordar de forma efectiva dentro del proceso de diagnóstico del Alzheimer.

### Problema central (definición revisada)

“Médicos especialistas y familiares de pacientes con Alzheimer necesitan una herramienta simple, confiable y asistida por inteligencia artificial que permita subir, analizar y visualizar imágenes cerebrales (MRI) para detectar signos tempranos de Alzheimer, reduciendo los tiempos de diagnóstico y garantizando una interpretación precisa y comprensible para ambos usuarios.”

### Necesidades identificadas

#### Médicos:

- Agilizar el análisis e interpretación de imágenes cerebrales mediante inteligencia artificial.
- Obtener resultados **visuales y cuantificables** (mapas de calor, segmentación, reportes en PDF).
- Contar con un sistema **seguro, validado científicamente y compatible** con flujos clínicos existentes.

#### Pacientes y familiares:

- Recibir resultados explicados en lenguaje simple y visual.
- Comprender las recomendaciones y posibles pasos a seguir.
- Sentir confianza y seguridad en el manejo de sus datos e información médica.

### User Persona

**Dr. Luis Herrera – Neurólogo especialista (Médico usuario)**

- **Edad:** 42 años
- **Objetivo:** Reducir el tiempo de análisis de estudios cerebrales y mejorar la precisión diagnóstica.
- **Frustraciones:** Procesos lentos, dificultad para interpretar imágenes y explicar resultados al paciente.
- **Necesidades:** Herramienta rápida, con respaldo científico, visualmente clara y exportable a PDF.

### Rosa Gutiérrez – Familiar de paciente (Usuario paciente)

- **Edad:** 58 años
- **Rol:** Cuidadora principal de su madre con Alzheimer inicial.
- **Objetivo:** Comprender los resultados médicos y recibir orientación práctica.
- **Frustraciones:** Terminología médica confusa y miedo a malinterpretar la información.
- **Necesidades:** Resultados intuitivos, lenguaje accesible, explicaciones visuales y recomendaciones personalizadas.

### Insight clave

Los médicos necesitan precisión, respaldo técnico y eficiencia, mientras que los pacientes y familiares requieren claridad, empatía y orientación emocional.

La aplicación debe conectar ambos mundos, combinando rigurosidad clínica con simplicidad comunicativa para fortalecer la confianza y la comprensión del diagnóstico.

### Journey del usuario (flujo optimizado)

#### 1. Acceso seguro

- El médico ingresa a la app con autenticación profesional validada.
- Selecciona o registra al paciente dentro de la app para posteriormente cargar sus imágenes MRI.

#### 2. Carga y procesamiento

- El médico sube imágenes cerebrales (MRI) directamente desde su dispositivo móvil.
- El sistema IA analiza las imágenes, segmenta regiones cerebrales, detecta patrones compatibles con Alzheimer y clasifica el grado de afectación (leve o etapa temprana, moderada y severa o avanzada).

### **3. Visualización y resultados**

- El médico recibe un mapa de calor interactivo con zonas afectadas, descripción clínica, un informe técnico interpretado por IA y una versión simplificada de la descripción para el paciente.
- Puede editar observaciones clínicas y descargar o compartir el resultado en PDF con el paciente.

### **4. Comunicación y comprensión**

- El médico envía el resultado al paciente y agrega comentarios personalizados.
- El paciente recibe el informe simplificado, con lenguaje claro, gráficos visuales y nivel de riesgo estimado.

### **5. Seguimiento continuo**

- El sistema almacena resultados previos para comparar la progresión del Alzheimer.

#### **Oportunidad de innovación**

El aplicativo no solo detecta y clasifica imágenes cerebrales mediante IA, sino que traduce la complejidad médica en información comprensible, fortaleciendo la comunicación entre médico y paciente.

De esta forma, se convierte en una herramienta clínica, educativa y humana para el diagnóstico temprano del Alzheimer.

### **3. Idear**

Generar la mayor cantidad de ideas posibles que respondan a las preguntas “**How Might We...**” (**¿Cómo podríamos?**) formuladas a partir de los insights y necesidades identificadas en la etapa de *Definir*.

El objetivo es proponer soluciones innovadoras, viables y centradas en el usuario, que orienten el diseño del prototipo funcional del aplicativo móvil para el diagnóstico asistido del Alzheimer mediante inteligencia artificial.

#### Preguntas “How Might We...” (**¿Cómo podríamos?**)

1. ¿Cómo podríamos facilitar que los médicos diagnostiquen el Alzheimer de forma más rápida y precisa mediante IA, sin reemplazar su criterio clínico?
2. ¿Cómo podríamos permitir que los pacientes y familiares comprendan fácilmente los resultados médicos a través de visualizaciones claras y lenguaje accesible?
3. ¿Cómo podríamos garantizar la privacidad y seguridad de las imágenes cerebrales sin afectar la facilidad de uso de la aplicación?
4. ¿Cómo podríamos integrar el seguimiento de la evolución del paciente y la comparación entre estudios previos dentro del mismo entorno digital?

5. ¿Cómo podríamos aumentar la confianza del médico en los resultados generados por IA a través de reportes validados científicamente y visualmente interpretables?
6. ¿Cómo podríamos ofrecer orientación práctica y emocional a los familiares tras la detección de signos tempranos de Alzheimer?

## Técnicas utilizadas

### 1. Lluvia de ideas (Brainstorming)

Se realizó una sesión grupal enfocada en generar la mayor cantidad de soluciones posibles, priorizando aquellas que mejor respondían a los retos planteados en las preguntas *How Might We*.

#### Ideas generadas:

- Panel médico con carga directa de MRI y análisis automático mediante IA.
- Mapas de calor interactivos que muestren la progresión del Alzheimer en diferentes regiones cerebrales.
- Reporte dual (versión técnica para médicos y versión simplificada para familiares).
- Sistema de seguimiento evolutivo con alertas visuales y gráficas comparativas.
- Módulo educativo con ejercicios cognitivos y recomendaciones personalizadas.
- Validación científica integrada (indicando precisión, modelo IA utilizado y bibliografía médica de referencia).
- Control de privacidad con consentimiento informado digital y cifrado de datos.

### 2. SCAMPER (Sustituir, Combinar, Adaptar, Modificar, Poner a otro uso, Eliminar, Reordenar)

Aplicada sobre la idea central:

“Aplicativo móvil que analiza imágenes cerebrales (MRI) con IA para detectar y clasificar el grado de Alzheimer.”

Letra	Acción	Aplicación en el proyecto
S – Sustituir	Procesos manuales de interpretación de imágenes por análisis automatizado con IA.	Reducción de tiempo y error humano.
C – Combinar	Integrar análisis de imágenes, reportes y comunicación médico-paciente.	Plataforma todo en uno.

<b>A – Adaptar</b>	Adaptar modelos de visión computacional a datos clínicos locales.	Mayor precisión y contextualización.
<b>M – Modificar</b>	Simplificar la visualización de resultados para pacientes con lenguaje claro.	Accesibilidad y comprensión emocional.
<b>P – Poner en otros usos</b>	Usar el análisis IA también para seguimiento y evolución del Alzheimer.	Monitoreo longitudinal.
<b>E – Eliminar</b>	Eliminar la necesidad de múltiples plataformas y procesos lentos.	Flujo optimizado y unificado.
<b>R – Reorganizar</b>	Reordenar la experiencia de usuario para que el flujo médico-paciente sea fluido y empático.	Comunicación más efectiva.

### Matriz de priorización (Esfuerzo vs Impacto)

Funcionalidad / Idea	Impacto	Esfuerzo	Prioridad
Procesamiento automático con IA	Alto	Alto	Alta
Resultados duales (médico y simplificado)	Alto	Medio	Alta
Exportación a PDF	Medio	Bajo	Alta
Notificaciones y recordatorios	Medio	Bajo	Media
Historial de análisis y evolución	Alto	Medio	Media
Registro/Login seguro	Alto	Bajo	Alta
Recomendaciones personalizadas	Alto	Medio	Media
Interfaz de soporte / ayuda	Medio	Bajo	Media

### Funcionalidades clave

#### 1. Registro y autenticación del médico

- El acceso al sistema está restringido exclusivamente a médicos especialistas registrados.
- El usuario puede crear una cuenta ingresando sus **nombres, apellidos, correo**

**electrónico, nombre de usuario, contraseña y confirmación de contraseña.**

- Una vez autenticado, el médico puede acceder al panel principal, donde gestiona sus pacientes y los estudios de imágenes asociados.

## **2. Registro y selección de pacientes**

- Si el paciente **ya se encuentra registrado**, el médico puede seleccionarlo directamente desde la base de datos para realizar un nuevo análisis.
- En caso contrario, el sistema permite **registrar un nuevo paciente**, ingresando:
  - Datos personales básicos: nombre, apellidos, fecha de nacimiento y correo electrónico.
  - Contacto principal (paciente, familiar o cuidador), al cual se enviarán los resultados resumidos a su correo electrónico.
  - Información clínica relevante relacionada con el Alzheimer (por ejemplo: etapa actual, historial de síntomas, medicación, antecedentes familiares).
- Todos estos datos quedan asociados al expediente digital del paciente.

## **3. Carga y análisis de imágenes cerebrales (MRI)**

- Una vez seleccionado el paciente, el médico puede **subir nuevas imágenes cerebrales** desde su dispositivo móvil.
- El sistema ejecuta el **procesamiento automático mediante IA**, generando:
  - **Mapa de calor** con las regiones cerebrales afectadas.
  - **Clasificación del Alzheimer** según el grado de afectación: leve, moderado o severo.
  - **Doble interpretación** del resultado:
    - **Informe médico técnico**, con detalles anatómicos y métricos.
    - **Versión simplificada** destinada al paciente o familiar, con lenguaje claro y visual.

## **4. Generación y envío de resultados**

- Los resultados pueden **exportarse en formato PDF**, con la opción de incluir comentarios personalizados del médico.
- El archivo puede ser **descargado o enviado directamente por email** al correo registrado del paciente o cuidador, garantizando la comunicación rápida y comprensible.

## 5. Historial clínico y seguimiento evolutivo

- Cada análisis realizado se **almacena automáticamente en el historial del paciente**, permitiendo consultar y comparar estudios previos.
- En el apartado de historial, se pueden visualizar **gráficas evolutivas** que muestran la progresión o mejora del deterioro cognitivo a lo largo del tiempo.
- Esta función facilita el **seguimiento longitudinal** y la toma de decisiones clínicas basadas en evidencia visual y cuantitativa.

## Ventanas principales del aplicativo

N. º	Ventana / Módulo	Descripción general	Funciones principales
1	<b>Inicio de sesión / Registro de médico</b>	Pantalla de acceso exclusivo para médicos neurólogos o especialistas autorizados.	- Iniciar sesión con usuario y contraseña.- Registro de nuevo médico (nombre, apellidos, correo, usuario, contraseña).
2	<b>Panel principal / Dashboard</b>	Vista general del sistema que muestra las opciones disponibles y accesos rápidos.	- Acceso al listado de pacientes.- Botón de "Registrar nuevo paciente".- Estadísticas generales de análisis realizados.
3	<b>Gestión de pacientes</b>	Permite registrar, editar o seleccionar pacientes existentes en la base de datos.	- Registrar nuevos pacientes.- Editar datos de pacientes existentes.- Ver datos personales y clínicos.- Buscar o filtrar pacientes registrados.
4	<b>Registro de paciente</b>	Formulario para ingresar los datos personales y clínicos del paciente.	- Ingresar nombre, edad, teléfono y contacto principal.- Registrar antecedentes clínicos relacionados con Alzheimer.- Asociar al médico tratante.- Guardar cambios de pacientes existentes.
5	<b>Carga de imágenes cerebrales (MRI)</b>	Interfaz para subir imágenes cerebrales del paciente para su análisis automático.	- Subir imágenes en formato compatible.- Visualizar la imagen cargada.- Enviar la imagen al modelo de IA para procesamiento.

6	<b>Análisis y resultados</b>	Muestra el resultado del análisis automático de IA y sus interpretaciones.	- Visualizar mapa de calor con áreas afectadas.- Clasificación del Alzheimer (leve, moderado o severo).- Interpretación médica y versión para paciente/familiar.- Opción de exportar en PDF.
7	<b>Historial clínico del paciente</b>	Sección donde se almacenan todos los análisis previos y actuales del paciente.	- Consultar estudios anteriores.- Comparar resultados evolutivos.- Ver gráficas de progresión.
8	<b>Envío de resultados</b>	Ventana final para gestionar la comunicación del informe.	- Exportar informe en PDF.- Enviar por correo al paciente o familiar.- Registrar fecha y confirmación de envío.
9	<b>Configuración / Perfil del médico</b>	Espacio para modificar los datos del médico y preferencias del sistema.	- Editar datos personales.- Cambiar contraseña.- Configurar notificaciones o idioma.

## Conclusión de la fase

La etapa de ideación permitió consolidar un conjunto de funcionalidades de alto valor clínico y humano, priorizando aquellas que maximizan el impacto en la experiencia del usuario médico y del paciente.

El resultado es una solución digital integral, capaz de combinar análisis automatizado, comunicación empática, creando una herramienta innovadora para el diagnóstico y seguimiento del Alzheimer.

## 4. Prototipar

El prototipo busca reflejar la experiencia del usuario médico y del paciente/familiar en la interacción con la aplicación. Está diseñado como un prototipo **funcional e interactivo**, simulando el flujo completo desde el acceso seguro, carga de imágenes, análisis automático mediante IA, hasta la visualización de resultados y seguimiento histórico.

### Objetivos del prototipo:

- Representar la navegación real entre módulos.
- Simular la carga y procesamiento de imágenes cerebrales.
- Visualizar los resultados con interpretación médica y versión simplificada para paciente/familiar.
- Permitir edición de datos de pacientes y envío de resultados.

- Generar un historial de evolución de los pacientes.

## Diseño funcional

- Interfaz limpia, con jerarquía visual clara y lenguaje accesible.
- Separación entre vista médica (detallada) y vista paciente/familiar (simplificada).
- Mapas de calor y gráficas para mostrar áreas afectadas y evolución.
- Funciones exportables y compatibles en PDF.
- Acceso seguro mediante autenticación y registro de usuarios médicos.

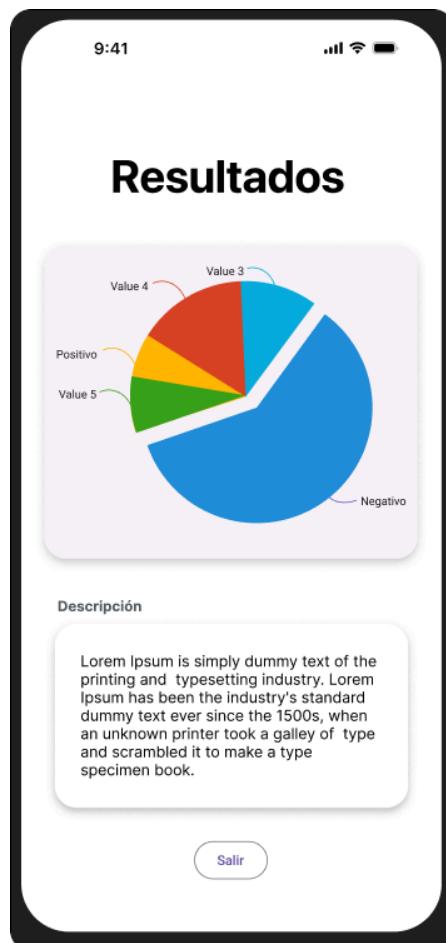
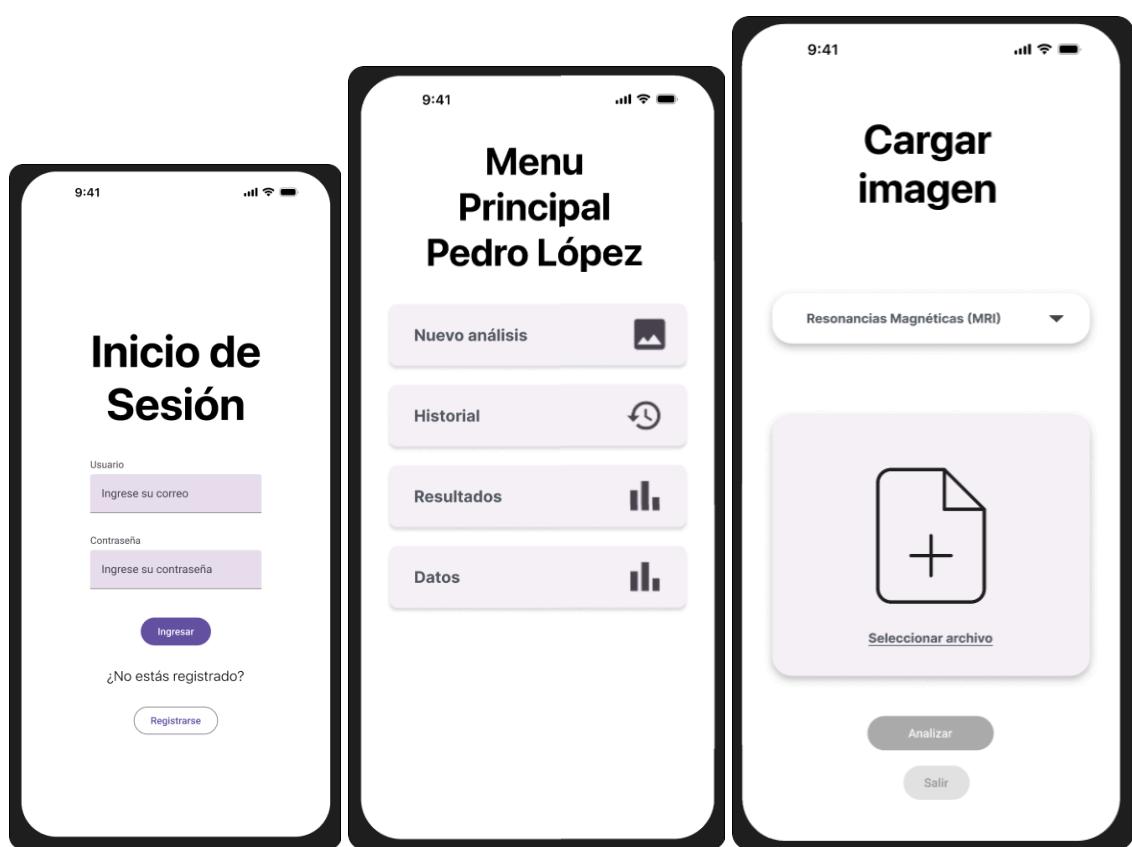
## Prototipo en Figma

- Se crea un prototipo interactivo en Figma que simula la navegación real.
- Incluye transiciones entre módulos, botones funcionales, formularios de registro y carga de imágenes, vistas de análisis y historial clínico.
- Integración de elementos visuales como mapas de calor, gráficos evolutivos y botones de acción rápida (descargar PDF, enviar correo).

## Componentes claves del prototipo

Módulo	Descripción funcional	Pantalla / Funcionalidad
Inicio de sesión / Registro médico	Autenticación segura y registro de nuevos médicos.	<b>Pantalla:</b> Login/Registro <b>Funcionalidad:</b> Ingreso con correo y contraseña, registro de médico nuevo con nombre, apellido, usuario y contraseña.
Panel principal / Dashboard	Vista general del sistema con acceso a funciones clave.	<b>Pantalla:</b> Dashboard principal <b>Funcionalidad:</b> Lista de pacientes, botón “Registrar paciente”, estadísticas de análisis realizados.
Gestión de pacientes	Registro, selección y edición de pacientes.	<b>Pantalla:</b> Lista de pacientes <b>Funcionalidad:</b> Selección de paciente, registro de nuevo paciente, edición de datos personales y clínicos, búsqueda y filtrado.

Registro / edición de paciente	Formulario de ingreso de datos y antecedentes clínicos.	<b>Pantalla:</b> Formulario paciente <b>Funcionalidad:</b> Nombre, edad, teléfono, contacto familiar, antecedentes clínicos relacionados con Alzheimer, guardar cambios.
Carga de imágenes cerebrales	Subida de MRI para procesamiento automático.	<b>Pantalla:</b> Upload MRI <b>Funcionalidad:</b> Selección de imágenes desde dispositivo móvil, verificación de calidad automática, envío al modelo IA.
Análisis y resultados	Visualización de resultados del análisis de IA.	<b>Pantalla:</b> Resultado análisis <b>Funcionalidad:</b> Mapa de calor con áreas afectadas, clasificación de Alzheimer (leve, moderado, severo), interpretación médica y versión simplificada, exportación PDF.
Historial clínico	Registro de todos los análisis y evolución del paciente.	<b>Pantalla:</b> Historial paciente <b>Funcionalidad:</b> Consulta de estudios anteriores, comparación de resultados, gráficas evolutivas de deterioro o mejora cognitiva.
Envío de resultados	Comunicación con paciente/familiar.	<b>Pantalla:</b> Compartir informe <b>Funcionalidad:</b> Exportar PDF, enviar por correo, registrar confirmación de envío.
Configuración / Perfil médico	Gestión de datos y preferencias del médico.	<b>Pantalla:</b> Perfil médico <b>Funcionalidad:</b> Editar información personal, cambiar contraseña, configurar notificaciones.



## Conclusión de la fase

El prototipo evidencia cómo la aplicación simplifica el proceso diagnóstico, mejora la comunicación médico-paciente y brinda acceso confiable a información médica mediante IA.

Gracias al diseño visual y a la navegación intuitiva, se garantiza que tanto médicos como pacientes puedan interpretar y actuar sobre los resultados de manera efectiva y humana.

## 5. Testear

Validar la **funcionalidad, usabilidad y utilidad** del prototipo interactivo de la aplicación móvil mediante usuarios reales (médicos y estudiantes de medicina).

Se busca recopilar retroalimentación directa sobre la experiencia de navegación, comprensión de los módulos, visualización de resultados y manejo del historial clínico.

La información obtenida permitirá realizar ajustes antes del desarrollo e implementación final.

## Resultados esperados

- Validación de la navegación general de la app y comprensión del flujo de uso por parte de los usuarios.
- Evaluación de la facilidad para registrar pacientes, cargar imágenes cerebrales y recibir análisis.
- Claridad en la presentación de resultados: mapas de calor, clasificación del Alzheimer, interpretaciones médicas y simplificadas.
- Evaluación de la exportación de informes en PDF y comunicación con familiares/pacientes.
- Identificación de puntos de mejora en términos de funcionalidad, usabilidad y diseño.

## Usuarios participantes

- 3 médicos especialistas en neurología.
- 3 estudiantes de medicina de último año.

## Prototipos testeados

Módulo / Pantalla	Objetivo de la prueba
Registro de médico	Validar comprensión del proceso de registro y autenticación segura.

Login médico	Comprobar facilidad para acceder a la cuenta existente.
Registro y edición de pacientes	Evaluar claridad en el ingreso de datos clínicos, contacto familiar y edición de información.
Selección de paciente y carga de MRI	Verificar facilidad para seleccionar paciente registrado y subir imágenes cerebrales.
Resultados de análisis de IA	Evaluar comprensión de mapa de calor, clasificación de Alzheimer y versión simplificada para paciente/familiar.
Exportación y envío de resultados	Comprobar funcionalidad para generar PDF y enviar a familiar o paciente.
Historial clínico	Validar visualización de evolución del paciente y comparación con análisis previos.

## Método de prueba utilizado

- Pruebas directas con el prototipo.
- Registro de respuestas y observaciones en **hoja de Excel**.
- Cada participante realizó el flujo completo del prototipo, desde registro hasta consulta de historial y envío de resultados.

## Resultados cuantitativos

Métrica evaluada	Resultado (%)
Facilidad de navegación	100% de los participantes pudo moverse entre módulos sin confusión.
Comprensión del flujo de registro y login	100% comprendió cómo registrarse o iniciar sesión.
Registro y edición de pacientes	83% encontró intuitivo el ingreso de datos; 17% necesitó aclaración sobre campos clínicos.
Carga de imágenes y procesamiento IA	100% pudo subir imágenes y obtener resultados.
Interpretación de resultados	83% comprendió claramente mapa de calor y clasificación; 17% pidió aclaraciones sobre algunos términos técnicos.
Visualización de informe simplificado	100% encontró la versión simplificada comprensible para pacientes/familiares.
Exportación de PDF	100% logró exportar y preparar el envío de resultados.

Historial y seguimiento	83% comprendió la evolución temporal; 17% sugirió mejorar la visualización de comparaciones gráficas.
-------------------------	---

## Retroalimentación cualitativa

- **Médico 1:** “Muy claro el flujo de carga de MRI y los mapas de calor. Sugiero etiquetas más grandes en las zonas afectadas.”
- **Médico 2:** “La versión simplificada para familiares es útil. Sería bueno agregar recomendaciones más detalladas según el nivel de afectación.”
- **Médico 3:** “Todo correcto, aunque en la sección de historial la comparación de estudios podría ser más visual.”
- **Estudiante 1:** “Comprendí fácilmente los resultados médicos, pero me costó entender los porcentajes de probabilidad en el mapa de calor.”
- **Estudiante 2:** “El flujo es intuitivo. Tal vez se podría agregar un tutorial rápido al inicio.”
- **Estudiante 3:** “Me gustó la opción de enviar PDF al familiar, pero sería útil que se indique cuándo el paciente recibió el informe.”

## Mejoras implementadas a partir de las pruebas

Sugerencias de los usuarios	Mejoras realizadas
Mejorar visualización de áreas afectadas en mapa de calor	Se aumentó el tamaño de las etiquetas y se añadieron colores más contrastantes para identificar zonas críticas.
Agregar recomendaciones más personalizadas según nivel de afectación	Se incorporaron consejos de hábitos saludables y ejercicios cognitivos por nivel (leve, moderado, severo).
Mejorar visualización del historial clínico	Se añadieron gráficas comparativas y barras de progreso para evolución temporal del paciente.
Facilitar comprensión de porcentajes en mapas de calor	Se añadieron leyendas explicativas y etiquetas de probabilidad con lenguaje más claro.
Incluir tutorial inicial para nuevos usuarios	Se implementó guía rápida interactiva al primer inicio de sesión.

Confirmación de recepción del informe por paciente/familiar

Se añadió notificación en el panel médico indicando si el PDF fue recibido o descargado.