
Desarrollo de una Aplicación Móvil Interactiva de Orientación Vocacional con Recomendaciones basadas en IA para Estudiantes de Nivel Diversificado

Adrian Rodríguez



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Desarrollo de una Aplicación Móvil Interactiva de Orientación
Vocacional con Recomendaciones basadas en IA para
Estudiantes de Nivel Diversificado**

Trabajo de graduación presentado por Adrian Rodríguez para optar al
grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencias de la
Computación y Tecnologías de la Información

Guatemala,

2025

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



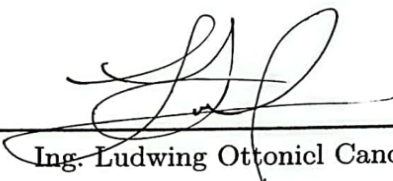
**Desarrollo de una Aplicación Móvil Interactiva de Orientación
Vocacional con Recomendaciones basadas en IA para
Estudiantes de Nivel Diversificado**

Trabajo de graduación presentado por Adrian Rodríguez para optar al
grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencias de la
Computación y Tecnologías de la Información

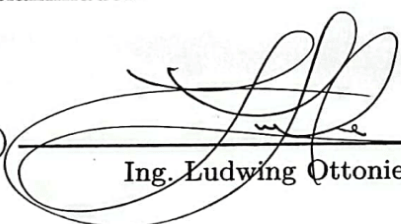
Guatemala,

2025

Vo.Bo.:

(f) 
Ing. Ludwing Ottoniel Cano Fuentes

Tribunal Examinador:

(f) 
Ing. Ludwing Ottoniel Cano Fuentes

(f) 
Ing. Bacilio Alexander Bolaños Lima

(f) 
[Por definir]

Fecha de aprobación: Guatemala, 14 de noviembre de 2025.

Hace cinco años tomé una de las decisiones más importantes de mi vida. Curioso, considerando que hasta entonces la mayoría de mis decisiones habían sido tomadas por otros: el colegio al que asistía, la forma en que debía vestir, aquello en lo que debía poner atención, y muchos otros aspectos que parecían definidos de antemano.

El estrés y la indecisión fueron parte de mi propio proceso, y sin duda también lo son para muchos otros estudiantes. No hay mucho tiempo para reflexionar, y los sistemas educativos, en la mayoría de los casos, no fomentan la exploración personal ni el descubrimiento de lo que uno realmente desea.

La aplicación que presento es mi contribución para aliviar, aunque sea en parte, el estrés que implica tomar una decisión vocacional. Quise construir algo que, sin duda, me habría ayudado en su momento.

Agradezco a mi equipo de trabajo por su confianza y compromiso con el proyecto; a Esteban Donis por su apoyo, a Daniel Gómez por su paciencia y a Abner García por su perseverancia. También agradezco a mi asesor, Ludwing Cano, por su guía y sus valiosos consejos durante el desarrollo del trabajo.

Agradezco a mi hermana, por ser un ejemplo constante de estabilidad y recordarme que siempre puedo hacerlo mejor.

Finalmente, agradezco a mi papá por su presencia cálida y por estar siempre pendiente de mí, y especialmente a mi mamá, por su paciencia infinita y su acompañamiento incondicional, no solo en este proyecto, sino en mi vida en general.

Prefacio	III
Lista de figuras	IX
Lista de cuadros	X
Resumen	XI
Abstract	XII
1. Introducción	1
2. Justificación	2
3. Objetivos	4
3.1. Objetivo general	4
3.2. Objetivos específicos	4
4. Alcance	6
5. Marco teórico	7
5.1. Panorama general y nacional de la orientación vocacional	7
5.1.1. Definición	7
5.1.2. Importancia y beneficios	8
5.1.3. Dificultades y retos	8
5.1.4. Contexto nacional: acceso, problemática y datos relevantes	9
5.1.5. Pruebas estandarizadas aplicadas en Guatemala	9
5.2. Fundamentos psicométricos y pruebas vocacionales	10
5.2.1. Modelos teóricos fundamentales	10
5.2.2. Instrumentos nacionales: alcance y limitaciones	11
5.2.3. Calidad psicométrica y consideraciones culturales en la evaluación	12
5.3. Estado del arte y brechas digitales	13
5.3.1. Plataformas digitales de orientación vocacional	13
5.3.2. Aplicaciones móviles interactivas	13

5.4.	Fundamentos técnicos de la implementación	14
5.4.1.	Contexto tecnológico en Guatemala	15
5.4.2.	Frameworks de desarrollo: definición y propósito	15
5.4.3.	Opciones de desarrollo móvil	16
5.4.4.	Patrones de arquitectura de software	16
5.4.5.	Arquitectura cliente-servidor y contratos API	18
5.4.6.	Integración continua, control de versiones y pruebas en pipeline	18
5.5.	Inteligencia artificial en orientación vocacional	19
5.5.1.	¿Qué es la IA? Concepto general y aplicaciones educativas	19
5.5.2.	Tipos de datos y ciclo de aprendizaje en recomendadores	20
5.5.3.	Sistemas de recomendación aplicados a la orientación vocacional	20
5.5.4.	Desafíos éticos y consideraciones en la implementación	21
5.6.	HCI y diseño de experiencia de usuario móvil	22
5.6.1.	Principios clave de HCI	22
5.6.2.	Patrones móviles (tarjetas, thumb-friendly, micro-interacciones)	23
5.6.3.	Accesibilidad	24
5.6.4.	Métricas de usabilidad (SUS, tiempo de tarea, errores)	25
6.	Metodología	27
6.1.	Investigación preliminar	27
6.2.	Definición de requisitos	30
6.2.1.	Autenticación	31
6.2.2.	Quiz	31
6.2.3.	Exploración	32
6.2.4.	Carreras	33
6.2.5.	Chat	33
6.2.6.	Perfil	34
6.3.	Prototipado	35
6.3.1.	Justificación metodológica	35
6.3.2.	Proceso y herramientas	36
6.3.3.	Validación	36
6.3.4.	Pantallas del prototipo	36
6.3.5.	Introducción a la aplicación	37
6.3.6.	Autenticación	37
6.3.7.	Quiz	38
6.3.8.	Exploración	38
6.3.9.	Carreras y navegación asociada	39
6.3.10.	Chat	41
6.3.11.	Perfil	42
6.4.	Diseño de Interfaz de Usuario (UI)	42
6.4.1.	Elementos de diseño	43
6.4.2.	Prototipos de alta fidelidad	44
6.5.	Selección tecnológica y justificación	45
6.5.1.	Criterios de selección	45
6.5.2.	Evaluación de alternativas	46
6.5.3.	Decisión y justificación	46
6.6.	Desarrollo de la aplicación	47
6.6.1.	Gestión del proyecto y organización	47

6.6.2.	Proceso de implementación y validación	47
6.6.3.	Estrategia de calidad y control de versiones	48
6.6.4.	Analítica e instrumentación de uso	48
6.7.	Pruebas y validaciones	49
6.7.1.	Validación técnica	49
6.7.2.	Evaluación de usabilidad	49
7.	Resultados	52
7.1.	Resultados de la investigación preliminar	52
7.1.1.	Hallazgos principales	52
7.2.	Arquitectura técnica e implementación	61
7.2.1.	Stack tecnológico y librerías principales	61
7.2.2.	Configuración del proyecto y estructura de código	61
7.2.3.	Estimación de tamaño del código fuente	62
7.2.4.	Autenticación con Clerk	62
7.2.5.	Implementación de animaciones y microinteracciones	62
7.2.6.	Analítica de uso	63
7.3.	Resultados por módulo (según requisitos funcionales)	65
7.3.1.	Módulo de autenticación	65
7.3.2.	Quiz vocacional	66
7.3.3.	Exploración	67
7.3.4.	Carreras	68
7.3.5.	Chat orientativo	69
7.3.6.	Perfil y control de datos	69
7.4.	Perfilamiento y rendimiento	71
7.4.1.	Herramientas de perfilado	71
7.4.2.	Módulo chat	71
7.4.3.	Módulo exploración	72
7.4.4.	Módulo carreras	73
7.5.	Resultados de pruebas de usabilidad	74
7.5.1.	Perfil de participantes	74
7.5.2.	Métricas cuantitativas	74
7.5.3.	Hallazgos cualitativos	74
7.5.4.	Iteraciones realizadas	75
8.	Discusión	76
8.1.	Integración de la investigación preliminar y la definición de requisitos	76
8.2.	Desarrollo del producto y cumplimiento de requisitos	76
8.3.	Aspectos técnicos y desempeño del sistema	77
8.4.	Evaluación de la usabilidad	77
8.5.	Limitaciones y consideraciones contextuales	78
8.6.	Síntesis general	78
9.	Conclusiones	79
9.1.	Conclusiones	79
10.	Recomendaciones	81
11.	Bibliografía	83

12. Anexos	92
12.1. Configuración de Flashlight	92
12.1.1. Módulo exploración	92
12.1.2. Módulo chat	93

Lista de figuras

1.	Arquitectura cliente-servidor con API REST	18
2.	Zonas de alcance del pulgar en dispositivos móviles	23
3.	Ejemplos de contraste y tipografías según WCAG 2.1	25
4.	Touch targets con dimensiones mínimas recomendadas	25
5.	Introducción a la aplicación	37
6.	Pantalla de login con acceso OAuth y checkbox de aceptación de política de uso	37
7.	Quiz inicial con barra de progreso y retroalimentación visual	38
8.	Exploración con tarjetas deslizables y acciones rápidas	38
9.	Listado inicial de afinidad (<i>Top N</i>)	39
10.	Ficha de carrera con acciones de exploración	39
11.	Diagrama de pensum interactivo para explorar secuencias y prerrequisitos	39
12.	Pantalla de combinaciones: explicación breve y acciones para profundizar	40
13.	Sugerencias de carreras similares para ampliar opciones cercanas	40
14.	Asistente conversacional con integración a la base de datos de carreras y generación contextual	41
15.	Pantalla de perfil con guardados, intereses y control del quiz	42
16.	Logotipo de la aplicación	43
17.	Paleta de colores de la aplicación	43
18.	Tipografía de la aplicación	44
19.	Prototipos de alta fidelidad: pantallas de carreras, quiz y confirmación	45
20.	Tablero Kanban utilizado para la gestión de tareas del MVP, organizado por módulos y prioridades	47
21.	Distribución por género	52
22.	Distribución de edad	53
23.	Autoidentificación étnica	53
24.	Grado académico cursado	53
25.	Ubicación de centros educativos	54
26.	Sistema operativo del teléfono principal	54
27.	Gama del dispositivo móvil	54
28.	Disponibilidad de datos móviles	55

29.	Lugares con conexión Wi-Fi estable	55
30.	Tiempo de uso del teléfono en días de clase	55
31.	Número de carreras consideradas	56
32.	Percepción del apoyo vocacional del colegio	56
33.	Nivel de estrés ante la elección de carrera	56
34.	Grado de investigación sobre opciones de carrera	57
35.	Fuentes de información utilizadas	57
36.	Percepción de falta de información o guía	57
37.	Inicio de proceso de inscripción universitaria	58
38.	Especialización en el nivel medio	58
39.	Departamento universitario de mayor interés	58
40.	Experiencia previa con herramientas de orientación	59
41.	Funciones consideradas imprescindibles en una app vocacional	59
42.	Probabilidad de uso de una aplicación de orientación vocacional	59
43.	Preferencia de inicio en la aplicación	60
44.	Utilidad percibida de funciones específicas	60
45.	Configuración de proveedores de autenticación en el dashboard de Clerk	62
46.	Panel de PostHog para monitoreo de interacción	63
47.	Flujo completo del módulo de autenticación	65
48.	Secuencia completa del cuestionario vocacional	66
49.	Tipos de tarjetas del módulo de exploración	67
50.	Módulo completo de carreras	68
51.	Asistente conversacional con contexto personalizado	69
52.	Módulo de gestión de perfil y control de privacidad	70
53.	Panel de resultados de Flashlight con métricas agregadas	71
54.	Rendimiento del módulo chat: FPS y RAM	72
55.	Rendimiento del módulo chat: CPU	72
56.	Rendimiento del módulo exploración: FPS y RAM	72
57.	Rendimiento del módulo exploración: CPU	72
58.	Rendimiento del módulo carreras: FPS y RAM	73
59.	Rendimiento del módulo carreras: CPU	73

Lista de cuadros

1.	Comparación de instrumentos psicométricos por dimensión evaluada	12
2.	Resumen de módulos del MVP y sus criterios de aceptación	30
3.	Comparativa de plataformas de desarrollo móvil	46
4.	Ejemplo de formato de registro utilizado en las pruebas de usabilidad	50
5.	Preguntas del cuestionario de usabilidad por módulo	50
6.	Principales hallazgos del estudio de mercado.	60
7.	Resumen de líneas de código del proyecto	62
8.	Métricas y eventos principales de analítica de uso	64
9.	Comparativo de métricas promedio entre módulos	71
10.	Resultados de pruebas de usabilidad por módulo ($N = 6$)	74

Guatemala enfrenta una orientación vocacional insuficiente por combinación de factores: recursos limitados en los centros educativos, metodologías poco personalizadas, fragmentación de plataformas y escasa conexión con indicadores del mercado laboral. Esto contribuye a decisiones poco informadas y a una deserción universitaria elevada. El propósito de este trabajo fue diseñar y construir una solución móvil multiplataforma que ofrezca acompañamiento continuo y personalizado para apoyar la elección de carrera en estudiantes de diversificado.

Se realizó una investigación preliminar de contexto y necesidades, a partir de la cual se definieron requisitos verificables. Se desarrolló un flujo integrado que inicia con un cuestionario psicométrico breve (RIASEC, Big Five, Grit) y añade medidas de aptitud y comprensión lectora (PAA, PIAAC). La exploración guiada ofrece retroalimentación por gestos y las fichas de carrera habilitan navegación a pénsum y opciones similares, mientras que el asistente conversacional resuelve dudas en contexto. El sistema aprende de las interacciones para ajustar recomendaciones. Adopta un enfoque exploratorio y continuo, no limitado a una sola prueba, y prioriza sesiones breves, bajo consumo de datos y consistencia visual.

Las evaluaciones mostraron que el prototipo evolucionó a un producto funcional, fluido y comprensible. En dispositivos de gama media se observó rendimiento estable en gestos y animaciones y tasas de éxito altas en tareas clave de exploración, consulta de carreras y uso del asistente. En conjunto, la solución demuestra viabilidad y potencial. Persisten oportunidades en validación, robustez de implementación y estudios con muestras más amplias para evidencia estadísticamente significativa.

Palabras clave: orientación vocacional, aplicación móvil, psicometría, sistemas de recomendación, Interacción Humano-Computadora, multiplataforma.

Guatemala faces insufficient vocational guidance due to limited school resources, low personalization, fragmented platforms, and weak links to labor-market indicators. This contributes to poorly informed choices and high university dropout. This work designs and builds a multiplatform mobile solution that provides continuous and personalized support for high school students' career choices.

We conducted preliminary research to define verifiable requirements and implemented an integrated flow. It starts with a brief psychometric questionnaire (RIASEC, Big Five, Grit) and adds aptitude and reading comprehension measures (PAA, PIAAC). Guided exploration uses gesture-based feedback. Career sheets provide curriculum navigation and similar options. A conversational assistant supports in-context questions. The system learns from interactions to adapt recommendations and tests an exploratory, continuous approach rather than relying on a single test. It prioritizes short sessions, low data usage, and visual consistency.

Evaluations showed a functional, fluid, and understandable product with stable performance on mid-range devices and high task success in exploration, career lookup, and assistant use. The solution is viable and shows potential. Opportunities remain in validation, implementation robustness, and studies with larger samples to achieve statistically significant evidence.

Keywords: vocational guidance, mobile application, psychometrics, recommender systems, human-computer interaction, multiplatform.

El presente trabajo describe el desarrollo de una aplicación móvil para brindar orientación vocacional a estudiantes de diversificado en Guatemala. Su construcción se basó en una metodología que incluyó la investigación preliminar de necesidades, el diseño centrado en el usuario y las pruebas técnicas de rendimiento. Para el desarrollo de la aplicación, se utilizó como base de datos académica el pensum, el catálogo de cursos y los testimonios de egresados de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG). Esta base permitió que el modelo de recomendaciones fuera pertinente y aplicable a la realidad local.

La aplicación emplea un motor de recomendaciones basado en inteligencia artificial, diseñado para adaptarse continuamente a las interacciones del usuario. Este sistema integra múltiples módulos que combinan retroalimentación explícita, obtenida de las respuestas al cuestionario psicométrico inicial, con retroalimentación implícita derivada de las interacciones del usuario. El diseño está optimizado para dispositivos móviles, priorizando la navegación con una sola mano, el uso de contenido conciso y la presentación en formato de tarjetas deslizables.

Además de las recomendaciones personalizadas, la aplicación genera escenarios hipotéticos interdisciplinarios, como “¿Qué pasaría si combinara X con Y?”, para fomentar la exploración creativa de carreras. Esta función promueve la curiosidad y mantiene un ciclo de retroalimentación continua que enriquece progresivamente el modelo de recomendación. De esta forma, las recomendaciones no se conciben como un resultado final, sino como el punto de partida para un proceso de descubrimiento continuo.

La elección de una carrera profesional es una de las decisiones más importantes en la vida de una persona joven. De ella dependen, en gran medida, su desarrollo académico, laboral y personal. El proceso exige reflexión, autoconocimiento, y acceso a información confiable que oriente la toma de decisiones. La falta de estos elementos puede ocasionar consecuencias significativas: desmotivación, frustración y, con frecuencia, abandono de los estudios superiores [1].

La orientación vocacional busca acompañar a los estudiantes en este proceso. Sin embargo, los modelos tradicionales enfrentan debilidades y retos que limitan su efectividad. La falta de consejeros especializados, metodologías poco personalizadas y la desconexión con las demandas del mercado laboral provocan que muchos jóvenes elijan carreras sin una comprensión clara de sus intereses y capacidades [2], [3]. En consecuencia, se produce una brecha entre las expectativas de los estudiantes y la formación que reciben, reflejada en altas tasas de cambio de carrera y deserción universitaria [4].

En Guatemala, el acceso a la educación superior es limitado. El país presenta una de las coberturas más bajas de la región, con cerca del 3 % de la población cursando estudios universitarios [5]. La Universidad de San Carlos de Guatemala reporta una tasa de deserción cercana al 90 %, y estudios internos listan a la falta de orientación vocacional como una de las causas principales [6], [7]. Este fenómeno refleja un sistema educativo que no logra acompañar a los estudiantes en su transición hacia la educación superior.

La escasez de recursos tecnológicos, sumada a las limitaciones estructurales, impide un proceso de orientación actualizado y accesible [8], [9]. La fragmentación de plataformas, la sobrecarga de información y la falta de evaluación sobre su efectividad dificultan el diseño de estrategias sostenibles [10]. Los esfuerzos existentes se desarrollan de forma aislada y sin continuidad, lo que limita su impacto en la formación y el acompañamiento vocacional de los estudiantes.

Las pruebas vocacionales aplicadas en el país también presentan un alcance limitado. La mayoría se enfoca en intereses ocupacionales o aptitudes básicas, pero rara vez incluyen

dimensiones como personalidad o persistencia [11], [12], [13], [14], [15]. Esta limitación reduce la capacidad de comprender de manera integral los perfiles de los estudiantes y de ofrecer una orientación ajustada a sus características individuales.

Ante este contexto, se plantea el desarrollo de una aplicación orientada a fortalecer el proceso de orientación vocacional en Guatemala. La herramienta promueve la exploración activa de intereses, aptitudes y preferencias académicas mediante experiencias interactivas que invitan al estudiante a reflexionar, comparar y descubrir nuevas opciones formativas. Su diseño prioriza una experiencia de usuario clara, atractiva y accesible, pensada para motivar la exploración y mantener el interés del estudiante en su propio proceso vocacional.

Además, integra un enfoque psicométrico que considera diversas dimensiones del perfil vocacional, superando las limitaciones de las pruebas tradicionales centradas únicamente en intereses o aptitudes. Este enfoque permite comprender de forma más completa las características de cada estudiante y fomentar una orientación adaptada a su realidad. De esta manera, la aplicación busca convertir la orientación vocacional en un proceso continuo y dinámico, permitiendo a los jóvenes tomar decisiones mejor fundamentadas sobre su futuro académico y profesional.

3.1. Objetivo general

Desarrollar una aplicación móvil interactiva que brinde orientación vocacional a estudiantes de nivel diversificado en Guatemala, mediante un sistema de recomendación continuo basado en inteligencia artificial y modelos psicométricos.

3.2. Objetivos específicos

- Diseñar un cuestionario psicométrico inicial que permita recolectar características del estudiante mediante modelos estandarizados, para generar los insumos del sistema de recomendación.
- Integrar la cliente móvil con el sistema backend, garantizando una comunicación efectiva entre los módulos y los servicios externos de recomendación e información.
- Implementar el intercambio continuo de información con el sistema de recomendación para generar recomendaciones y combinaciones de orientación que se adapten al perfil del usuario.
- Diseñar una interfaz móvil centrada en el usuario, que aplique principios de HCI para garantizar una experiencia de usuario clara, accesible y atractiva.
- Implementar microinteracciones y animaciones dinámicas que refuercen la retroalimentación visual y fomenten una exploración continua dentro de la aplicación.
- Validar el rendimiento y estabilidad de la aplicación móvil en un dispositivo físico, mediante pruebas técnicas que verifiquen la fluidez del renderizado y el uso eficiente de los recursos del sistema.

- Evaluar la usabilidad de la aplicación móvil mediante pruebas con usuarios reales, analizando la eficacia, eficiencia y satisfacción percibida durante la interacción con los módulos principales.

El proyecto busca fortalecer los procesos de orientación vocacional en Guatemala mediante el desarrollo de una aplicación móvil funcional que integre un sistema de recomendación basado en inteligencia artificial. Su propósito es ofrecer una experiencia interactiva y personalizada que acompañe al estudiante en la exploración de intereses y opciones académicas.

El trabajo se centra en la integración y validación técnica del sistema de recomendación dentro de la aplicación, sin pretender evaluar su eficacia predictiva ni desarrollar nuevos modelos de inteligencia artificial. El resultado es un prototipo viable que demuestra la aplicabilidad de la tecnología en el ámbito de la orientación vocacional, concebido como una contribución académica y no como un producto comercial final.

5.1. Panorama general y nacional de la orientación vocacional

Para desarrollar una aplicación móvil de orientación vocacional efectiva y contextualmente relevante, es fundamental comprender el panorama actual de estos procesos tanto a nivel internacional como nacional. Esta sección establece el marco conceptual y diagnóstico que justifica la necesidad de soluciones digitales innovadoras en Guatemala, donde las limitaciones de acceso y cobertura de la orientación vocacional tradicional crean oportunidades para herramientas tecnológicas que democratizen este servicio esencial para los jóvenes estudiantes.

5.1.1. Definición

La orientación vocacional es un proceso de acompañamiento que permite a los individuos, especialmente a los jóvenes, tomar decisiones informadas sobre su futuro académico y profesional. No se limita únicamente a la elección de una carrera, sino que abarca la exploración de intereses, la identificación de habilidades, la comprensión de valores personales y el reconocimiento de oportunidades en el entorno laboral [1].

Debe facilitar el acceso a información clara sobre las distintas opciones formativas y promover la autoexploración mediante metodologías adaptadas a las necesidades del estudiante. Idealmente, la orientación vocacional se inicia en la adolescencia y se mantiene como un proceso continuo que responde a la evolución de los intereses personales y las dinámicas del mercado laboral. Las estrategias pueden incluir consejería individual, talleres grupales, pruebas psicométricas, entrevistas motivacionales y actividades de exploración profesional [1].

5.1.2. Importancia y beneficios

Una adecuada orientación vocacional reduce la deserción académica y aumenta la satisfacción con la elección profesional. Al contar con información clara y adaptada a sus necesidades, los estudiantes pueden tomar decisiones más informadas, evitando que factores externos como la presión familiar, percepciones erróneas sobre sus capacidades o una visión limitada del mercado laboral afecten negativamente sus elecciones [1].

Cuando la orientación no se lleva a cabo de manera clara y estructurada, pueden surgir consecuencias negativas como frustración, cambios de carrera o abandono total de los estudios. En cambio, un proceso profesionalizado ayuda a los estudiantes a reflexionar de manera efectiva sobre sus objetivos personales y profesionales, utilizando herramientas como pruebas psicométricas y entrevistas motivacionales para promover un autoconocimiento genuino y alineado a las oportunidades del entorno [4].

La evidencia muestra consistentemente que un acompañamiento vocacional profesionalizado incrementa las probabilidades de éxito académico y profesional, facilitando una mejor adaptación al entorno universitario y minimizando el riesgo de tomar decisiones apresuradas o poco fundamentadas [4].

5.1.3. Dificultades y retos

Las limitaciones en la orientación vocacional se originan en desigualdades estructurales. Los jóvenes de nivel socioeconómico bajo reciben menos acompañamiento y participan menos en actividades de exploración profesional. En muchos casos, la orientación comienza demasiado tarde, cuando las aspiraciones y expectativas ya están influenciadas por el entorno social y familiar [3].

En el ámbito escolar, la falta de recursos humanos y metodológicos reduce la eficacia de las iniciativas. Talleres puntuales y pruebas estandarizadas, sin consejeros capacitados ni seguimiento individual, generan mejoras temporales. La claridad vocacional desaparece y las tasas de deserción no cambian. Además, muchos docentes, familias y estudiantes aún no reconocen plenamente el valor de estos procesos, lo que limita su participación y continuidad [2].

Otra dificultad importante es la desconexión entre los programas de orientación y la evolución del mercado laboral. Sin información actualizada sobre las tendencias y demandas del entorno productivo, las recomendaciones pueden resultar poco pertinentes o incluso obsoletas para los estudiantes [2]. La ausencia de políticas específicas y de infraestructura para experiencias prácticas también contribuye a que la orientación tenga un rol secundario en el currículo.

La digitalización enfrenta dos retos principales. Primero, la falta de conectividad y competencias digitales limita el acceso a estudiantes rurales y de bajos ingresos. Segundo, los portales y cuestionarios sin supervisión generan exceso de información, sesgos y recomendaciones genéricas. La protección de datos y privacidad también son áreas poco reguladas al trabajar con menores [10].

La fragmentación de plataformas y la escasa evaluación de su efectividad dificultan elegir herramientas confiables y construir programas coherentes. Sin inversión sostenida, formación docente en competencias digitales y políticas que integren la orientación desde etapas tempranas, los esfuerzos aislados seguirán sin resolver la desalineación entre aspiraciones y oportunidades reales del mercado laboral [2], [3], [10].

5.1.4. Contexto nacional: acceso, problemática y datos relevantes

El acceso a la educación superior en Guatemala es limitado y presenta una fuerte segmentación. En 2023, solo el 2.82 % de la población estaba matriculada en este nivel educativo, según el Instituto Nacional de Estadística [5]. El origen socioeconómico determina las posibilidades de ingreso: el 9.9 % de quienes alcanzan estudios superiores vive en pobreza, frente al 68 % entre quienes no completaron la primaria. En áreas rurales e indígenas, la pobreza afecta al 66 %, lo que incrementa las barreras geográficas, económicas y lingüísticas para acceder a la educación superior [16].

Estas desigualdades también inciden en la alta tasa de deserción académica. Según un boletín institucional de la USAC (2022), de cada 100 estudiantes que ingresan a la universidad, solo 10 obtienen el título, lo que implica una deserción cercana al 90 % [6]. Estudios internos atribuyen el abandono temprano principalmente a deficiencias académicas previas, necesidad de trabajar y falta de orientación profesional continua [7]. Consecuentemente, la tasa nacional de culminación de estudios superiores apenas ronda el 7 % [17].

Además, la brecha digital profundiza estos desafíos. El Censo 2018 indica que sólo el 29 % de la población usa Internet y apenas el 21 % tiene computadora en casa [8]. En hogares en pobreza extrema, el acceso a Internet se reduce dramáticamente al 2 % [9]. Estas limitaciones dificultan tanto la educación en línea como el aprovechamiento efectivo de recursos digitales orientados a la orientación vocacional.

De este modo, el sistema de educación superior en Guatemala enfrenta tres retos principales: baja cobertura, alta deserción y una brecha digital persistente. La orientación vocacional necesita herramientas que informen sobre opciones académicas, reduzcan desigualdades de acceso y acompañen a los estudiantes a lo largo de su formación.

5.1.5. Pruebas estandarizadas aplicadas en Guatemala

La oferta de evaluaciones vocacionales en Guatemala es variada. Cada universidad aplica su propio conjunto de pruebas, muchas de ellas inspiradas en el modelo Holland-RIASEC y complementadas con instrumentos de aptitud lógico, verbal o abstracta. Algunas pruebas se ofrecen en modalidad virtual y otras se aplican de forma presencial. Los resultados se entregan de forma inmediata o mediante un informe de perfil. [11], [12], [13], [14], [15].

Entre las principales evaluaciones disponibles destacan las siguientes:

- *Prueba de Orientación Vocacional (POV)* de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Comprende una fase psicométrica que mide habilidades (lógico-matemática,

verbal y abstracta) y un inventario de intereses. El resultado genera un perfil que forma parte del proceso de admisión y es obligatorio para el ingreso. [11]

- *Inventario de Intereses y Preferencias Profesionales – Revisado (IPP-R)*, instrumento estandarizado que evalúa intereses en 15 campos profesionales, que la Universidad del Valle de Guatemala emplea como herramienta de orientación. Puede aplicarse de forma individual o en grupo con opciones de corrección e informe en línea. [12], [18]
- *Test de intereses profesionales* de la Universidad del Istmo. Prueba virtual y gratuita que evalúa aspectos vinculados al razonamiento y a las preferencias profesionales. Los resultados se presentan mediante una “gráfica de estrella” que resalta los perfiles más compatibles y sugiere carreras. La universidad ofrece asesoría complementaria para la interpretación. [13]
- *Test de Interés Vocacional* de la Universidad Galileo. Está basado en la metodología denominada “Estrella Polar”, inspirada en el modelo de Holland. Se ofrece en modalidad virtual, tiene una duración aproximada informada por la institución y entrega un informe de perfiles dominantes con carreras sugeridas. [14]
- *Prueba de Orientación Temprana (POT)* de la Universidad Rafael Landívar. Evaluación diagnóstica que revisa aptitudes, intereses y rasgos de personalidad. Forma parte del proceso de evaluación de admisión y se accede a través del Portal Diagnóstico de la universidad. [15]

Aunque estas pruebas facilitan una primera aproximación al perfil vocacional del estudiante, su efectividad depende del acompañamiento profesional y del sustento teórico que las respalda. En la siguiente sección se profundiza en los fundamentos teóricos de estas pruebas, sus principios metodológicos y su aplicación en contextos educativos.

5.2. Fundamentos psicométricos y pruebas vocacionales

El diseño de un sistema de recomendación inteligente para orientación vocacional requiere una base teórica sólida sobre los modelos psicométricos que sustentan la evaluación de intereses, personalidad, aptitudes y persistencia. Esta sección examina los marcos teóricos fundamentales que guiarán el desarrollo del motor de IA, así como las limitaciones de los instrumentos actualmente disponibles en Guatemala, lo que justifica la necesidad de integrar múltiples dimensiones evaluativas en una plataforma unificada y culturalmente adaptada.

5.2.1. Modelos teóricos fundamentales

Los modelos teóricos de orientación vocacional permiten analizar a cada estudiante desde cuatro dimensiones: intereses, personalidad, aptitudes y persistencia. Esta estructura busca considerar lo que el estudiante prefiere, su forma de trabajar y su capacidad para aprender. Cada modelo aporta criterios específicos para recomendar opciones de carrera. Aunque hay diversos enfoques, en esta sección se presentan los modelos más relevantes para este trabajo.

En cuanto a intereses, una de las aproximaciones más utilizadas es la propuesta de John Holland, quien identificó seis tipos de persona y ambiente (*Realista, Investigador, Artista, Social, Emprendedor y Convencional*). Según esta teoría, cuanto mayor es la congruencia entre el perfil del estudiante y el entorno académico o laboral, mayor será su satisfacción, rendimiento y permanencia [19]. Esta estructura, conocida como modelo *RIASEC*, facilita la comparación entre los intereses del estudiante y las características de distintas carreras. Estudios recientes confirman que cuando el perfil de una persona se ajusta bien al entorno, se siente más satisfecha con su carrera profesional [20].

La dimensión de personalidad, por su parte, suele abordarse desde el modelo de los cinco grandes rasgos o *Big Five*. Dicha teoría sostiene que la personalidad puede describirse a partir de cinco dimensiones principales: apertura a la experiencia, responsabilidad, extraversión, amabilidad y neuroticismo [21]. Cada persona presenta niveles diferentes en cada rasgo, influyendo en su forma de pensar, sentir y actuar en distintos contextos. Por ejemplo, quienes puntúan alto en apertura suelen estar dispuestos a probar ideas nuevas, mientras que la responsabilidad está vinculada con la capacidad de organizarse y cumplir metas [21].

Otra dimensión relevante es la persistencia, entendida como la combinación de perseverancia y pasión sostenida por metas a largo plazo. La investigación ha mostrado que este rasgo se asocia con el éxito académico y la permanencia en contextos demandantes, como academias militares o programas educativos exigentes [22]. Para su medición breve, se utiliza comúnmente la *Short Grit Scale (Grit-S)*, un instrumento de 8 ítems que ha demostrado buena consistencia interna y validez convergente, aunque con cierto solapamiento esperable con el rasgo de responsabilidad del modelo *Big Five* [23].

Por último, las pruebas de aptitudes cognitivas evalúan habilidades necesarias para aprender, resolver problemas y adaptarse a nuevas tareas. Un marco ampliamente utilizado es el del *PIAAC* de la *OCDE*, que destaca tres competencias centrales: alfabetización, numeracia y resolución de problemas en situaciones reales [24], [25]. Estas competencias se ponen a prueba con tareas prácticas como comprender textos breves, interpretar tablas o gráficos, o tomar decisiones con información cotidiana [26]. Se ha demostrado que la capacidad cognitiva general es un predictor sólido del rendimiento en contextos laborales y académicos [27].

5.2.2. Instrumentos nacionales: alcance y limitaciones

En la sección anterior (5.1.5) se presentó un panorama de las principales pruebas psicométricas aplicadas por universidades guatemaltecas en procesos de orientación vocacional y admisión. La mayoría de las pruebas se enfocan en intereses vocacionales, algunas incluyen aptitudes cognitivas básicas y varias incorporan evaluaciones de rasgos de personalidad. La dimensión de persistencia aparece de forma limitada, principalmente a través de indicadores de autorregulación en algunas pruebas institucionales.

A continuación se presenta una tabla resumen que compara diversos instrumentos utilizados en Guatemala según las cuatro dimensiones relevantes:

Cuadro 1. Comparación de instrumentos psicométricos por dimensión evaluada

Instrumento	Intereses	Personalidad	Aptitudes	Persistencia
POV – USAC	✓ Inventario de intereses	✗	✓ Aptitudes básicas	✗
IPP-R – UVG	✓ 15 áreas ocupacionales	✗	✗	✗
Test UNIS	✓ Gráfica de inclinaciones	✗	✓ Razonamiento y creatividad	✗
Test Galileo	✓ Basado en RIA-SEC	✗	✗	✗
POT – URL	✓ Intereses vocacionales	✓ Rasgos generales	✓ Aptitudes cognitivas	✓ (autorregulación)*

*La guía de la POT incluye el “Cuestionario de Autorregulación Académica”, que evalúa planificación, ejecución y evaluación del aprendizaje. Estas dimensiones aportan información vinculada a la persistencia académica, pero no se han publicado detalles operativos de las escalas.

En síntesis, los instrumentos nacionales ofrecen una buena cobertura de intereses vocacionales, pero presentan capacidad limitada para evaluar aptitudes más complejas y sólo en casos puntuales (por ejemplo la POT) incorporan indicadores relacionados con la persistencia o autorregulación.

5.2.3. Calidad psicométrica y consideraciones culturales en la evaluación

En toda prueba psicométrica hay dos criterios clave: la fiabilidad y la validez. La fiabilidad significa que los resultados se mantienen estables. Una prueba es fiable si un estudiante obtiene resultados parecidos al repetirla en condiciones similares [28]. La validez, en cambio, indica si la prueba realmente mide lo que dice medir. Por ejemplo, una prueba para aspirantes a ingeniería debe evaluar razonamiento matemático y espacial. Además, debe comprobarse que quienes sacan puntajes altos tienden a tener buen desempeño en esa área [29].

Estos aspectos no son solo cuestiones estadísticas, también tienen consecuencias reales. Una prueba poco fiable puede dar perfiles distintos a un mismo estudiante en cada aplicación, y una prueba poco válida puede orientar hacia carreras que no se ajustan a sus verdaderas habilidades. Las pruebas bien diseñadas mejoran significativamente las decisiones vocacionales y la permanencia en programas universitarios [30], [31].

En contextos latinoamericanos y guatemaltecos, además de la validez y la fiabilidad generales, deben considerarse los sesgos culturales y lingüísticos. Muchos instrumentos creados en países desarrollados no toman en cuenta las diferencias de idioma, entorno o cultura. Esto puede hacer que algunas preguntas se malinterpreten o no tengan sentido para estudiantes de zonas rurales o con otras lenguas maternas [32].

En otros casos, el significado mismo de ciertos conceptos varía entre culturas, lo que genera respuestas diferentes a las esperadas y afecta la validez de la orientación vocacional. Eso limita la capacidad de la prueba para reflejar los intereses o habilidades reales del estudiante. Estudios muestran que al integrar factores culturales y lingüísticos en la evaluación,

la orientación vocacional se vuelve más pertinente y confiable para quienes participan en ella [32].

5.3. Estado del arte y brechas digitales

Antes de proponer una nueva solución tecnológica, es crucial analizar las herramientas digitales existentes para orientación vocacional y identificar las brechas que justifican el desarrollo de una aplicación específicamente adaptada al contexto guatemalteco. Esta revisión del estado del arte permite identificar las mejores prácticas internacionales, las limitaciones de las soluciones actuales y las oportunidades de innovación que guiarán el diseño y desarrollo de la aplicación móvil propuesta en este trabajo.

5.3.1. Plataformas digitales de orientación vocacional

Existen plataformas internacionales ampliamente utilizadas para la exploración de carreras. O*NET Online, desarrollada por el Departamento de Trabajo de EE. UU., ofrece un catálogo de más de 900 ocupaciones con información sobre habilidades, conocimientos, salarios y proyecciones laborales [33]. Su versión simplificada, My Next Move, incluye un cuestionario de 60 preguntas que sugiere carreras según los intereses del usuario [34]. Ambas son de acceso libre, entregan resultados inmediatos y se han consolidado como referentes globales en orientación vocacional.

También existen herramientas más ligeras de autodiagnóstico. 123test, por ejemplo, ofrece un test breve sustentado en los códigos RIASEC [35]. Funciona mediante la selección de actividades preferidas a partir de imágenes y en pocos minutos entrega un perfil con combinaciones de intereses. De forma similar, Truity combina modelos psicométricos como Big Five y RIASEC en evaluaciones de personalidad y vocación. Algunas son gratuitas y otras de pago, con reportes inmediatos al usuario [36].

En Europa destaca Morrisby, una plataforma con más de cincuenta años de trayectoria en psicometría aplicada a la educación [37]. Evalúa intereses, aptitudes cognitivas y rasgos de personalidad, y ofrece a escuelas y colegios reportes integrados con planes de orientación y seguimiento académico.

En el ámbito regional, se han desarrollado iniciativas como Inteligencia Vocacional, diseñada y validada para poblaciones latinoamericanas [38]. Su propuesta combina intereses, aptitudes y factores de riesgo, buscando mayor pertinencia cultural y lingüística. A nivel local, universidades como la Universidad del Istmo y la Universidad Galileo han adaptado sus propios tests en línea: el primero con un cuestionario de intereses profesionales y el segundo con el test denominado Estrella Polar, ambos inspirados en el modelo de Holland [13], [14].

5.3.2. Aplicaciones móviles interactivas

A diferencia de las plataformas web, el desarrollo de aplicaciones móviles orientadas a la exploración vocacional es aún limitado. Existen prototipos de investigación y aplicaciones

comerciales, pero muchas no están disponibles públicamente o tienen un alcance restringido. Entre las propuestas más relevantes se encuentran:

Path Spark Presenta dos variantes. La primera corresponde a un prototipo académico en India que combina evaluaciones psicométricas, pruebas de aptitud, paneles visuales de trayectorias y sesiones de consejería en vivo [39]. La segunda es un producto comercial en lista de espera, sin acceso en tiendas oficiales [40]. Ambas representan propuestas ambiciosas, pero sin implementación estable y abierta.

FindMyself Desarrollada en la Universidad Ludwig-Maximilians de Múnich (LMU), se basa en microtarefas de reflexión en lugar de tests psicométricos clásicos [41]. Incluye preguntas periódicas, retos sociales y la construcción de un perfil dinámico a lo largo del tiempo. Aunque aporta un enfoque innovador para la toma de decisiones vocacionales, permanece como prototipo y no está disponible en App Store ni Google Play [42].

16Personalities Esta aplicación traslada a dispositivos móviles la popular prueba inspirada en el modelo Myers-Briggs y en el enfoque Big Five [43]. Ofrece un cuestionario, un perfil de personalidad y apartados con sugerencias vocacionales y consejos laborales. Su difusión es amplia, aunque su objetivo principal es el autoconocimiento, no la exploración integral de carreras.

Aptitude & Career Guidance Desarrollada en Argentina, integra el modelo RIASEC, el método Chaside y los estilos de aprendizaje VAK [44]. Permite acceder sin registro a cuestionarios, generar un perfil de intereses y habilidades, y vincularlo a carreras sugeridas. Añade funciones como historias de profesionales, recursos de estudio y un asistente virtual. Sin embargo, los usuarios reportan fallos técnicos y pago obligatorio para acceder a funciones avanzadas. Su modelo es freemium: la versión básica gratuita ofrece tests limitados, mientras que las funciones diferenciadas (asistente virtual, materiales profesionales y recursos inmersivos) requieren un pago único por períodos de 1 a 3 meses.

En general, las aplicaciones se encuentran en una etapa inicial de desarrollo. Los proyectos más innovadores permanecen como prototipos sin acceso público, mientras que las opciones disponibles suelen reducirse a cuestionarios simplificados con interfaces básicas. En América Latina la oferta es escasa y limitada en usabilidad, adaptación cultural y profundidad analítica.

5.4. Fundamentos técnicos de la implementación

La efectividad de una aplicación móvil de orientación vocacional depende no solo de su contenido, sino también de las decisiones tecnológicas que determinan su accesibilidad, rendimiento y escalabilidad. Esta sección analiza el contexto tecnológico guatemalteco y las opciones de desarrollo disponibles, estableciendo los criterios técnicos que fundamentan las elecciones arquitectónicas y de plataforma necesarias para crear una solución que funcione

óptimamente en las condiciones reales de conectividad y dispositivos de los estudiantes guatemaltecos.

5.4.1. Contexto tecnológico en Guatemala

En Guatemala, el sistema operativo Android domina el mercado móvil con un 74,7 % de participación, mientras que iOS alcanza un 25,2 % [45]. A inicios de 2025 se registraron 20,4 millones de conexiones móviles activas, lo que equivale al 110 % de la población, aunque solo 11,3 millones de personas usan internet, reflejando una penetración de 60,8 % [46].

La mayoría de usuarios (más del 90 %) accede mediante planes prepago, lo que condiciona el uso de datos y promueve un acceso fragmentado en lapsos cortos [47]. Además, persisten diferencias marcadas entre zonas urbanas y rurales, donde la cobertura es limitada y en muchos casos dependiente de soluciones alternativas como redes satelitales [48].

5.4.2. Frameworks de desarrollo: definición y propósito

Un *framework* es una estructura de trabajo que proporciona una base estandarizada para desarrollar aplicaciones. A diferencia de una biblioteca, que ofrece funciones específicas que el programador invoca cuando las necesita, un framework define la arquitectura general del proyecto e impone un flujo de control predeterminado. Esta *inversión de control* implica que el framework llama al código del desarrollador en puntos específicos, en lugar de que el desarrollador invoque funciones de forma arbitraria [49], [50].

La utilización de frameworks se sustenta en ventajas prácticas que reducen tiempo y esfuerzo de desarrollo:

- **Reducción de código repetitivo:** el framework resuelve tareas comunes (enrutamiento, estado, comunicación con servicios), lo que permite concentrarse en la lógica específica de la aplicación. Las convenciones por encima de la configuración eliminan configuraciones redundantes cuando se siguen pautas estándar [51], [52].
- **Patrones establecidos:** los frameworks promueven estructuras y convenciones que ordenan el código, mejoran la mantenibilidad y facilitan la incorporación de nuevos desarrolladores al proyecto [50], [51].
- **Comunidad y ecosistema:** la popularidad de los frameworks crea documentación extensa, tutoriales, librerías complementarias y foros activos que aceleran el desarrollo y reducen riesgos [53], [54].
- **Mantenimiento y actualización:** delegar funcionalidades base al framework permite recibir mejoras de seguridad, rendimiento y compatibilidad mediante actualizaciones del propio framework, sin reescribir componentes de aplicación [55], [56].

En el desarrollo móvil, los frameworks multiplataforma permiten compilar desde una sola base de código para Android e iOS, reducen la complejidad asociada a cada sistema operativo

y acortan ciclos de iteración. Esta capacidad resulta especialmente relevante en proyectos educativos o con recursos limitados, donde la eficiencia y la escalabilidad son prioritarias [53], [54], [55], [56].

5.4.3. Opciones de desarrollo móvil

El desarrollo de aplicaciones móviles puede abordarse con distintas tecnologías, cada una con implicaciones en costos, rendimiento y escalabilidad. Las principales opciones son: desarrollo nativo, frameworks híbridos multiplataforma y aplicaciones web progresivas (PWA).

Desarrollo nativo Consiste en programar en los lenguajes oficiales de cada sistema operativo: Kotlin o Java para Android; Swift y Objective-C para iOS [57]. Brinda acceso completo al hardware y compatibilidad total con las guías de diseño [58]. Su principal desventaja es la necesidad de mantener dos bases de código, lo que eleva los costos [59].

Frameworks híbridos multiplataforma Permiten desarrollar una sola base de código para varias plataformas. React Native, desarrollado por Meta, emplea JavaScript y React. Su ecosistema cuenta con una comunidad amplia, librerías maduras y soporte activo, lo que facilita la resolución de problemas y la integración de terceros [60]. Flutter, impulsado por Google, usa Dart y un motor de render propio que asegura uniformidad visual y buen desempeño gráfico [61]. Ambos aceleran el desarrollo y mejoran la escalabilidad, aunque pueden limitar el acceso a funciones nativas recientes [62].

Aplicaciones web progresivas (PWA) Funcionan desde el navegador pero simulan experiencia nativa con tecnologías como Service Workers y Web App Manifest [63]. Se instalan sin tiendas, se actualizan automáticamente y requieren menor inversión. A cambio, tienen acceso limitado a hardware y dependen más de la conectividad, lo que restringe su uso en aplicaciones complejas [64].

La elección tecnológica depende del presupuesto, la necesidad de acceso a hardware y la proyección de crecimiento. Las PWA son útiles para productos simples y de bajo costo; React Native y Flutter ofrecen un equilibrio razonable; el desarrollo nativo es preferible cuando se necesita optimización total [62], [65].

5.4.4. Patrones de arquitectura de software

Antes de implementar una aplicación móvil, se define cómo se organizarán los componentes y cómo interactuarán. Los patrones de arquitectura de software ofrecen estructuras probadas para cumplir requisitos funcionales y no funcionales como escalabilidad, mantenibilidad y seguridad [66], [67].

Existen diversos patrones aplicables al desarrollo móvil, cada uno con propósitos y ventajas específicas:

Arquitectura monolítica Toda la lógica de la aplicación reside en un único artefacto desplegable. Simplifica el inicio y favorece pruebas locales, pero dificulta la escalabilidad y el mantenimiento conforme crece el sistema; cualquier cambio exige redespregar el conjunto [68], [69].

Arquitectura en capas (*layered*) Organiza el sistema en niveles con responsabilidades claras (presentación, lógica de negocio y persistencia/datos), que se comunican de forma adyacente. Facilita la separación de responsabilidades y la reutilización de componentes, y es común en sistemas empresariales [66], [67].

Arquitectura cliente–servidor Separa el cliente (interfaz e interacción) del servidor (lógica de negocio y datos). Permite que dispositivos con recursos limitados accedan a funcionalidades avanzadas, distribuye la carga de procesamiento y centraliza datos sensibles [66], [70].

SOA y microservicios Divide la funcionalidad en servicios independientes con interfaces bien definidas. SOA tiende a servicios más amplios y orientados a integración; microservicios promueven unidades pequeñas y autónomas, con ciclos de despliegue independientes y fuerte alineación con capacidades de negocio. El enfoque mejora escalabilidad y resiliencia, pero incrementa la complejidad operativa y del despliegue distribuido [71], [72], [73].

Arquitectura *serverless* Externaliza la gestión de infraestructura al proveedor de nube; el código se ejecuta ante eventos y se factura por uso. Reduce costos en carga variable y acelera la entrega, pero introduce dependencia del proveedor y latencias por *cold starts* en ciertas cargas [74], [75], [76].

Para aplicaciones móviles educativas como la propuesta, la arquitectura cliente–servidor ofrece un equilibrio entre simplicidad, separación de responsabilidades y escalabilidad gradual. La siguiente subsección desarrolla este patrón y su implementación mediante contratos de API [66].

5.4.5. Arquitectura cliente-servidor y contratos API

Figura 1. Arquitectura cliente-servidor con API REST



Nota. GeeksforGeeks, 2025.

El modelo cliente-servidor es la base de la mayoría de aplicaciones móviles actuales. En esta arquitectura, el cliente es la aplicación instalada en el dispositivo. Gestiona la interfaz y la interacción con el usuario. El servidor ejecuta la lógica de negocio y mantiene la base de datos. Ambos se comunican mediante protocolos estándar como HTTP o HTTPS, lo que permite que dispositivos con recursos limitados accedan a funciones avanzadas de forma remota [77].

Los contratos de API definen reglas precisas para el intercambio de datos entre cliente y servidor. En el enfoque REST, estas reglas especifican rutas, parámetros de solicitud y formatos de respuesta. JSON se usa como formato estándar por su ligereza y legibilidad, lo que lo hace más eficiente que XML [78], [79]. Un contrato bien definido garantiza consistencia, evita ambigüedades y permite que los equipos de frontend y backend trabajen en paralelo.

Este modelo ofrece ventajas como la modularidad (cliente y servidor evolucionan por separado), la escalabilidad al distribuir la carga entre servidores, y la facilidad de pruebas mediante simulaciones basadas en contratos API [80].

5.4.6. Integración continua, control de versiones y pruebas en pipeline

La integración continua (CI) y la entrega continua (CD) son prácticas que permiten automatizar el proceso de construcción, prueba y despliegue de aplicaciones móviles. Su objetivo es garantizar que cada cambio de código se verifique de forma inmediata y que el producto pueda actualizarse de manera frecuente y confiable [81]. Estas prácticas reducen errores en producción y aceleran la entrega de nuevas funciones.

El control de versiones constituye la base de este proceso. Sistemas como Git permiten gestionar cambios en el código de manera colaborativa, mantener historiales de desarrollo y facilitar la coordinación entre equipos distribuidos. En el contexto de aplicaciones móviles, el control de versiones se combina con ramas de desarrollo y revisiones de código que refuerzan la calidad antes de la integración [82].

Los pipelines de CI/CD integran varias etapas automáticas: compilación de la aplicación,

ejecución de pruebas unitarias y de integración, generación de artefactos (APK/IPA) y despliegue en entornos de prueba o producción. Herramientas como GitHub Actions, GitLab CI o CircleCI proporcionan entornos preconfigurados para estos flujos, permitiendo integrar también pruebas de rendimiento y validaciones de seguridad [83].

La incorporación de pruebas en el pipeline asegura que errores y vulnerabilidades se detecten de forma temprana. Además, la automatización del despliegue facilita publicar versiones en tiendas de aplicaciones o distribuir compilaciones internas para validación. En proyectos educativos o institucionales, estas prácticas resultan valiosas porque reducen el esfuerzo manual y permiten mantener un ciclo de desarrollo estable con equipos pequeños [81], [83].

5.5. Inteligencia artificial en orientación vocacional

El componente diferenciador de la aplicación propuesta radica en su motor de recomendación basado en inteligencia artificial, capaz de personalizar la experiencia según el perfil y comportamiento de cada usuario. Esta sección explora los fundamentos teóricos de la IA aplicada a la orientación vocacional, los tipos de datos y algoritmos de aprendizaje que permitirán crear recomendaciones precisas y adaptativas, así como las consideraciones éticas fundamentales para implementar estos sistemas de manera responsable y equitativa en el contexto educativo guatemalteco.

5.5.1. ¿Qué es la IA? Concepto general y aplicaciones educativas

La inteligencia artificial (IA) se entiende como el área de la informática que diseña sistemas capaces de realizar tareas que requieren funciones cognitivas humanas, tales como el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas o la interacción con el entorno. No se trata de una única técnica, sino de un conjunto de métodos que buscan dotar a las máquinas de cierta autonomía en la toma de decisiones y en la adaptación a datos cambiantes [84], [85].

Dentro del concepto de IA convergen múltiples subcampos. El aprendizaje automático permite identificar patrones a partir de datos sin instrucciones explícitas. El aprendizaje profundo, basado en redes neuronales multicapa, ha impulsado avances en reconocimiento de voz, imágenes y lenguaje natural. El procesamiento de lenguaje natural (PLN) habilita la comprensión y generación de texto, mientras que la visión por computadora interpreta información visual. A esto se suman técnicas como la planificación automática, los sistemas expertos y los modelos probabilísticos, que amplían el alcance de la IA hacia contextos dinámicos e inciertos [85], [86].

El alcance de la IA se ha expandido hacia sectores como la salud, la industria, la administración pública y la educación. En este último, investigaciones recientes señalan su potencial para personalizar itinerarios de aprendizaje, facilitar retroalimentación inmediata y apoyar a docentes en la gestión de grupos numerosos. Estos usos resaltan tanto las oportunidades como los retos de garantizar que la implementación sea equitativa y culturalmente pertinente [87], [88].

En paralelo, la IA se ha consolidado en aplicaciones cotidianas como los sistemas de recomendación, que filtran grandes volúmenes de información y generan sugerencias ajustadas a preferencias individuales. Estos sistemas ilustran el papel práctico de la IA como herramienta para orientar decisiones en entornos de sobrecarga informativa, siempre condicionados por la necesidad de transparencia y confianza en los resultados [89].

5.5.2. Tipos de datos y ciclo de aprendizaje en recomendadores

Los sistemas de recomendación funcionan gracias a la información que reciben de los usuarios y de los elementos que se ofrecen. En general, distinguen entre señales explícitas y señales implícitas. Las primeras son aquellas que el usuario da de manera directa, como calificaciones con estrellas, reseñas o respuestas a cuestionarios. Las segundas se obtienen de forma indirecta, a partir de su comportamiento: clics, tiempo de permanencia, historial de navegación o frecuencia de uso. Mientras que las señales explícitas suelen ser más precisas pero escasas, las implícitas son abundantes aunque requieren interpretación para evitar errores [90], [91].

El ciclo de aprendizaje de estos sistemas combina ambas fuentes de datos para mejorar sus predicciones. En una primera etapa, el modelo se entrena con datos históricos para detectar patrones de relación entre usuarios y elementos. Luego, en la fase de inferencia, utiliza ese conocimiento para recomendar nuevas opciones, ajustando la lista a medida que se reciben más interacciones. Este proceso es iterativo: cada clic, visita o calificación sirve como retroalimentación que refina el sistema y lo adapta a cambios en las preferencias [91], [92].

A pesar de su utilidad, trabajar con este tipo de datos presenta retos importantes. La falta de calificaciones explícitas puede generar problemas de datos dispersos (sparsity), y la dependencia de señales implícitas puede reforzar sesgos de popularidad o limitar la diversidad de lo recomendado. Además, la recolección masiva de información personal plantea desafíos de privacidad y transparencia, que deben considerarse para mantener la confianza de los usuarios [93].

5.5.3. Sistemas de recomendación aplicados a la orientación vocacional

Los sistemas de recomendación en orientación vocacional buscan transformar información sobre el perfil del estudiante (intereses, habilidades, desempeño académico y resultados de pruebas psicométricas) en sugerencias de carreras o programas de estudio. Estas plataformas reducen la complejidad del proceso de elección al filtrar un universo amplio de opciones y presentar alternativas relevantes de manera personalizada. Organismos como la UNESCO han señalado que este tipo de soluciones puede aumentar el acceso a la orientación, sobre todo en poblaciones jóvenes y grupos con menor cobertura de servicios educativos tradicionales [94].

Para realizar estas recomendaciones, los sistemas emplean principalmente tres enfoques. El primero es el filtrado basado en contenido, que compara atributos del perfil del estudiante con características de las carreras. El segundo es el filtrado colaborativo, que encuentra simi-

litudes con elecciones de otros usuarios con perfiles comparables. El tercero son los modelos híbridos, que combinan ambos métodos y utilizan técnicas de aprendizaje automático para mejorar la precisión. La literatura reciente muestra que los enfoques híbridos suelen superar a los métodos individuales al integrar información de contenido y patrones colectivos [95], [96].

Entre las ventajas se destacan la posibilidad de escalar el servicio a grandes poblaciones estudiantiles, la personalización continua gracias al aprendizaje automático y la disponibilidad permanente de apoyo digital. Sin embargo, también existen limitaciones. La dependencia de datos de calidad, el riesgo de sesgos algorítmicos que reproduzcan inequidades y la necesidad de garantizar transparencia en los criterios de recomendación son desafíos importantes. El diseño de estos sistemas debe equilibrar precisión técnica con principios de equidad y confianza [94], [96].

5.5.4. Desafíos éticos y consideraciones en la implementación

El uso de inteligencia artificial en orientación vocacional no está exento de dilemas éticos. Diversos organismos internacionales destacan la necesidad de garantizar que estas tecnologías se apliquen bajo principios de equidad, transparencia y respeto a la privacidad.

En primer lugar, la protección de datos personales es un punto crítico. La UNESCO ha subrayado que toda implementación de IA en educación debe salvaguardar el derecho a la privacidad a lo largo de todo el ciclo de vida de los sistemas, desde la recolección hasta el almacenamiento y uso de la información [97]. Encuestas recientes reflejan que gran parte de los padres rechaza compartir información sensible de sus hijos con plataformas de IA debido a la incertidumbre sobre el uso posterior de esos datos [98].

Otro aspecto central es la transparencia y explicabilidad. Para que los usuarios confíen en las recomendaciones, los algoritmos deben ser auditables y comprensibles, de modo que estudiantes, docentes y familias puedan conocer los criterios que influyen en las sugerencias vocacionales [97], [99]. En la misma línea, se enfatiza la necesidad de responsabilidad y rendición de cuentas en el diseño y la supervisión de los sistemas.

La problemática de los sesgos algorítmicos también es relevante. Sistemas entrenados con datos desbalanceados pueden reforzar desigualdades de género, origen socioeconómico o procedencia geográfica, lo cual constituye un riesgo significativo en contextos educativos desiguales como los de América Latina [100]. Estudios recientes remarcan la importancia de emplear datasets diversos y mecanismos de corrección de sesgos para reducir estos efectos [99].

Finalmente, organismos como la OCDE han propuesto directrices de gobernanza que buscan asegurar que la IA en educación priorice la inclusión, la equidad y el bienestar estudiantil. Estas recomendaciones señalan la necesidad de equilibrar el uso de recursos digitales con la preservación de la autonomía y autodeterminación de los estudiantes en la toma de decisiones sobre su futuro académico y laboral [101].

En conjunto, estas consideraciones resaltan que los sistemas de recomendación vocacional basados en IA deben diseñarse no solo con criterios técnicos de precisión, sino también con

principios éticos que garanticen confianza, equidad y respeto a los derechos de los usuarios.

5.6. HCI y diseño de experiencia de usuario móvil

Una aplicación móvil educativa exitosa requiere más que funcionalidad técnica; debe ofrecer una experiencia de usuario intuitiva, accesible y motivadora que fomente la exploración continua. Esta sección examina los principios de Interacción Humano-Computadora y diseño de experiencia de usuario específicos para dispositivos móviles, así como las estrategias de gamificación que pueden aumentar el engagement sin comprometer el valor educativo, proporcionando las bases teóricas para crear una interfaz que maximice tanto la usabilidad como la efectividad pedagógica de la orientación vocacional digital.

5.6.1. Principios clave de HCI

La interacción humano-computadora (HCI) busca que la interfaz sea comprensible, predecible y eficiente. En entornos móviles, esto requiere consistencia entre pantallas, retroalimentación inmediata y accesibilidad desde el diseño inicial [102], [103].

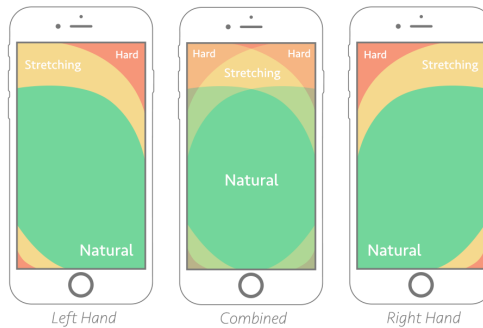
Consistencia Mantener patrones visuales y de comportamiento reduce la carga cognitiva y acelera la curva de aprendizaje. Una librería de componentes o guías internas debe normalizar terminología, disposición y respuesta ante acciones (estado inactivo, activo, deshabilitado). Emplear componentes del sistema mejora la aceptación por plataforma y disminuye errores de uso [104].

Feedback (visibilidad del estado) Cada interacción debe provocar una respuesta perceptible en un tiempo aceptable. Para respuestas instantáneas se pueden usar micro-animaciones y señales táctiles. Para operaciones asíncronas se deben mostrar placeholders o loaders y, si procede, una confirmación final o posibilidad de deshacer [102], [104].

Accesibilidad Adaptar las pautas WCAG 2.1 al contexto móvil asegura que la aplicación sea perceptible, operable, comprensible y robusta. Los requisitos mínimos incluyen contraste adecuado (texto normal $\geq 4.5:1$), etiquetas accesibles para lectores de pantalla, tamaños táctiles mínimos y rutas alternativas de navegación [105].

Ergonomía del pulgar (thumb-friendly) El diseño debe mapear acciones primarias a la zona cómoda del pulgar en los tamaños de pantalla objetivo. Las acciones secundarias pueden ubicarse fuera de esa zona o requerir gestos menos frecuentes. Esta consideración guía la ubicación de barras de navegación, botones CTA y controles de swipe para reducir fricción y errores en uso real [106].

Figura 2. Zonas de alcance del pulgar en dispositivos móviles



Nota. Ingram, Smashing Magazine, 2016.

Control y recuperación El diseño debe dar al usuario la sensación de control. Esto implica permitir deshacer acciones, confirmar operaciones importantes y ofrecer rutas claras para recuperar el estado tras un error. Los mensajes de error deben explicarse en lenguaje llano y proponer pasos concretos (reintentar, deshacer, contactar ayuda), no solo códigos técnicos. Así se reduce la frustración y se mantiene la confianza en la aplicación [102], [103].

Minimizar la carga cognitiva y usar lenguaje claro Mostrar solo lo necesario en cada pantalla evita que el usuario tenga que memorizar pasos. Expresar opciones en palabras familiares evita traducir jerga técnica. Aplicar principios de diseño minimalista y progresivo (información esencial primero, detalles bajo demanda) facilita la toma de decisiones y mejora la velocidad de uso en contextos reales. Esto es especialmente importante en móviles, donde el espacio y la atención son limitados [102], [104], [107].

5.6.2. Patrones móviles (tarjetas, thumb-friendly, micro-interacciones)

En una app móvil, los patrones visuales ayudan a que las personas entiendan cómo funciona la interfaz sin necesidad de instrucciones. El patrón de tarjetas es uno de los más efectivos. Permite agrupar contenido como imágenes, títulos y botones en bloques fáciles de leer y tocar. Este tipo de diseño se adapta bien a distintos tamaños de pantalla y funciona con gestos simples como tocar o deslizar [108].

El lugar donde se colocan los controles también influye en la experiencia. La mayoría de usuarios sostiene el teléfono con una mano y usa el pulgar para interactuar. Por eso, conviene ubicar las acciones más importantes en la parte baja de la pantalla, dentro de la zona que el pulgar alcanza sin esfuerzo. Acciones menos urgentes pueden ir en áreas más alejadas. Esto hace que usar la app sea más cómodo y reduce errores comunes [109], [110].

Los gestos son útiles para ahorrar tiempo, pero deben ser claros. Deslizar para guardar o tocar para expandir solo funciona si el usuario entiende que puede hacerlo. Para eso se necesita un diseño que dé señales visibles y respuestas inmediatas. También se recomienda ofrecer una alternativa táctil cuando un gesto no sea evidente o accesible. Esto evita que la experiencia dependa de un solo tipo de interacción [104].

Las micro-interacciones ayudan a que la app se sienta viva. Un pequeño movimiento al tocar un botón o una animación al completar una acción sirven como confirmación. Estas respuestas visuales guían al usuario y hacen que confíe más en lo que está ocurriendo. Además, permiten mostrar que algo está en proceso o que ya se guardó sin necesidad de un mensaje largo. Bien usadas, mejoran el flujo sin distraer [111].

Cuando estos elementos se combinan, la app se vuelve más fácil de usar. Las tarjetas organizan el contenido, los controles están donde se esperan, los gestos fluyen sin confusión y las micro-interacciones comunican con claridad. En un entorno donde el tiempo y la atención son limitados, estos detalles marcan la diferencia [112].

5.6.3. Accesibilidad

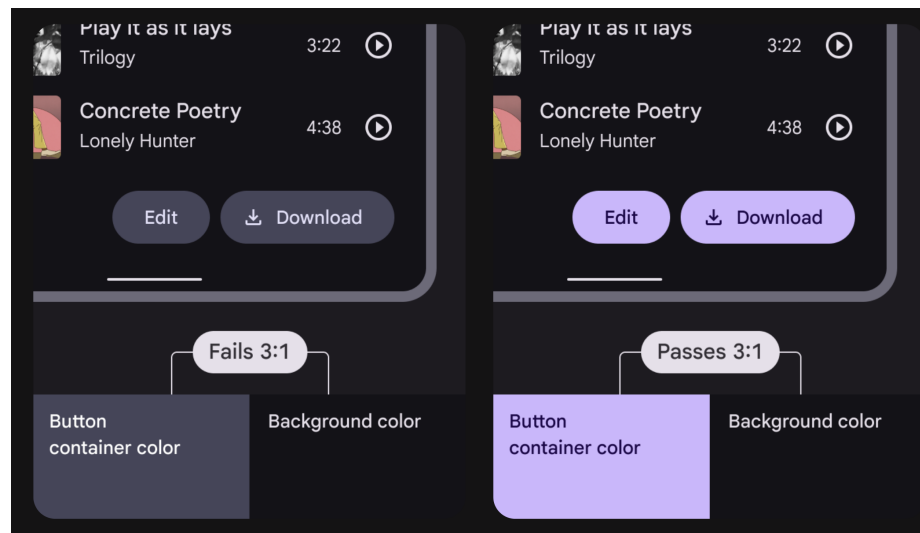
La accesibilidad busca que la aplicación funcione para la mayor cantidad posible de personas, sin importar sus capacidades, contexto o dispositivo. En el caso de una app educativa dirigida a estudiantes de distintos entornos, esto no solo es una responsabilidad ética, sino también una garantía de cobertura. Aplicar principios de accesibilidad desde el diseño mejora la experiencia general, reduce errores y evita excluir a quienes enfrentan limitaciones visuales, motoras o de conectividad. Las pautas internacionales como WCAG 2.1 ofrecen criterios técnicos claros, muchos de los cuales deben adaptarse al contexto móvil desde el inicio del desarrollo [113].

Uno de los aspectos más importantes es asegurar contraste suficiente entre texto y fondo, especialmente en condiciones de luz variable. Las guías recomiendan un mínimo de 4.5:1 para texto normal y 3:1 para texto grande o elementos decorativos. Además del color, es fundamental ofrecer jerarquía visual clara: uso consistente de tamaños, pesos y espaciados mejora la legibilidad y reduce la fatiga visual. La app debe respetar el escalado de texto configurado por el usuario en el sistema operativo, y permitir ajustes adicionales si es posible [113], [114].

El tamaño y la disposición de los elementos táctiles también influyen directamente en la usabilidad. En dispositivos móviles, se recomienda que todo control interactivo tenga una superficie mínima de 44×44 puntos en iOS y 48×48 dp en Android. Esto evita errores al tocar botones pequeños o demasiado juntos. Asimismo, debe garantizarse un espaciamiento mínimo entre controles cercanos, especialmente si activan acciones distintas. Este principio beneficia tanto a personas con movilidad limitada como a quienes usan la app en movimiento o con una sola mano [115], [116], [117].

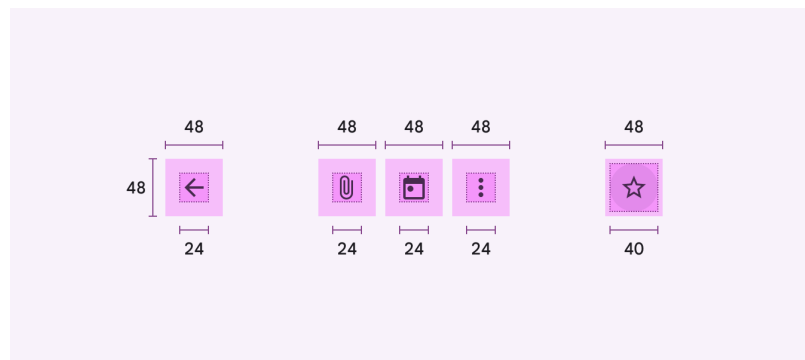
Otro pilar de la accesibilidad es la compatibilidad con tecnologías de asistencia. Todos los elementos interactivos deben tener etiquetas que describan su función en lenguaje claro; las imágenes relevantes deben incluir texto alternativo, y los cambios importantes en la interfaz deben ser anunciados correctamente. También es clave mantener un orden lógico de navegación y ofrecer rutas claras mediante teclado, switches u otras entradas alternativas. Esto garantiza que la aplicación no dependa únicamente del tacto o de gestos para su uso [118].

Figura 3. Ejemplos de contraste y tipografías según WCAG 2.1



Nota. Google Material Design 3.

Figura 4. Touch targets con dimensiones mínimas recomendadas



Nota. Google Material Design 3.

5.6.4. Métricas de usabilidad (SUS, tiempo de tarea, errores)

La usabilidad no puede evaluarse solo desde la percepción del diseñador. Se necesitan métricas que permitan medir con datos objetivos y comparables si una interfaz cumple su propósito. Estas métricas suelen cubrir tres dimensiones centrales: efectividad (si los usuarios logran lo que buscan), eficiencia (si lo hacen en un tiempo razonable) y satisfacción (si la experiencia les resulta positiva) [119]. Medir estos aspectos ayuda a identificar fortalezas y debilidades de la aplicación antes de ponerla en producción.

El System Usability Scale (SUS) es una de las herramientas más usadas para evaluar la satisfacción general. Se trata de un cuestionario de diez preguntas que produce un puntaje entre 0 y 100, donde valores cercanos a 68 representan una usabilidad promedio y puntajes

superiores a 80 indican una experiencia sobresaliente [120], [121].

El tiempo de tarea mide cuánto tarda un usuario en completar una actividad específica desde que inicia hasta que finaliza [122], [123]. Es una métrica de eficiencia que muestra si el flujo de interacción es claro o si está generando fricción. Cuando un mismo procedimiento tarda mucho más de lo esperado, puede ser señal de que la interfaz exige pasos innecesarios o resulta confusa.

La tasa de errores se centra en cuántas equivocaciones comete un usuario al intentar completar una tarea [122], [124]. Los errores incluyen toques incorrectos, entradas inválidas o pasos que llevan a resultados no deseados. No se trata de eliminar todo error humano, sino de detectar en qué puntos la interfaz provoca confusión de manera recurrente.

Al combinar estas métricas se obtiene una visión más completa del desempeño de la aplicación. Un puntaje bajo en SUS junto con tiempos largos y alta tasa de errores es una señal clara de que la interfaz necesita rediseño. Por el contrario, si el tiempo de tarea y los errores mejoran pero el SUS se mantiene bajo, el problema puede ser más perceptual que funcional. Medir, comparar y repetir este proceso permite avanzar hacia una experiencia más eficaz, eficiente y satisfactoria.

Este capítulo describe la metodología aplicada en el desarrollo del prototipo funcional de la aplicación móvil de orientación vocacional. El proceso combinó una fase exploratoria inicial con estudiantes de nivel diversificado y un desarrollo posterior sustentado en evidencia teórica y análisis comparativo de herramientas existentes. Los resultados de la investigación preliminar sirvieron para orientar la definición de requisitos y establecer criterios realistas de diseño y accesibilidad.

A partir de ello, las siguientes fases se guiaron por los fundamentos psicométricos, tecnológicos y de usabilidad presentados en el marco teórico, con el objetivo de construir una solución viable y contextualizada para el entorno guatemalteco. El proceso metodológico abarcó desde la exploración del contexto y las necesidades del usuario hasta la validación técnica del prototipo, asegurando continuidad entre diagnóstico, diseño y ejecución. Los resultados obtenidos en cada una de las fases se presentan en el capítulo siguiente.

6.1. Investigación preliminar

La fase de investigación preliminar tuvo como propósito recopilar información directa de estudiantes de nivel diversificado para comprender sus hábitos digitales, percepciones sobre la orientación vocacional y expectativas respecto a posibles soluciones tecnológicas. Esta etapa permitió traducir una problemática general, es decir, la falta de acompañamiento vocacional continuo y personalizado, en requisitos concretos de diseño. Además, sirvió como base empírica para validar supuestos del marco teórico y orientar las decisiones funcionales en las fases posteriores del desarrollo del prototipo.

El cuestionario se diseñó con un enfoque exploratorio y estructurado, priorizando claridad y brevedad. Su elaboración partió de tres objetivos específicos:

1. Identificar las condiciones tecnológicas y de conectividad de los estudiantes para determinar los límites de rendimiento y accesibilidad de la aplicación.
2. Conocer el nivel de familiaridad y experiencia previa con procesos de orientación vocacional.
3. Explorar las expectativas y preferencias sobre las funciones que una aplicación de orientación vocacional debería ofrecer.

El formulario se dividió en secciones temáticas que abordaron distintas dimensiones del usuario. Cada bloque respondió a un razonamiento específico en relación con los objetivos anteriores.

1. Datos generales

Incluyó variables demográficas básicas (género, edad, grupo étnico, grado cursado y zona de residencia). Estas preguntas permitieron caracterizar la muestra y contextualizar el análisis dentro del entorno urbano guatemalteco.

Preguntas principales

- ¿Cuál es tu género?
- ¿Qué edad tienes?
- ¿A qué grupo étnico perteneces?
- ¿En qué grado te encuentras cursando?
- ¿En qué zona se encuentra tu centro de estudios?

2. Acceso y hábitos tecnológicos

Se consultó el tipo y gama de teléfono, así como el tipo de plan de datos. Estas variables ayudaron a definir los requisitos mínimos de rendimiento y conectividad del prototipo.

Preguntas principales

- ¿Tu teléfono principal es Android o iPhone?
- ¿De qué gama es tu teléfono principal?
- Normalmente, ¿cómo es tu plan de datos móviles?

3. Experiencia previa en orientación vocacional

Este bloque indagó en las experiencias y recursos utilizados con anterioridad, para determinar el nivel de exposición a procesos de orientación formal.

Preguntas principales

- Antes de hoy, ¿has usado alguna herramienta de orientación vocacional?
- Si tu respuesta fue afirmativa, ¿cuáles de las siguientes opciones aplican? (test en línea, feria universitaria, consejería, etc.)

4. Percepción de necesidades y preferencias funcionales

Esta sección evaluó la importancia atribuida a distintas funciones mediante escalas tipo Likert. Buscó identificar qué características resultaban más valiosas desde la perspectiva del usuario final.

Preguntas principales

- ¿Qué características consideras imprescindibles en una herramienta de orientación vocacional?
- ¿Qué tan probable sería que utilizaras una plataforma que ayude a explorar diferentes campos profesionales?
- Si descargaras una app para explorar carreras, ¿cómo preferirías empezar la primera vez?
- Si la app te ofreciera estas opciones, ¿cuál te parecería más útil?
 - Ver tres carreras recomendadas para mí.
 - Guardar ideas de carreras que me gustan.
 - Chatear con un asistente virtual (bot) para resolver dudas.
 - Comparar el pénsum de estudios de dos carreras.

5. Barreras percibidas y motivaciones

Permitió identificar los principales obstáculos percibidos para investigar sobre el futuro profesional, con el fin de abordarlos mediante diseño de interacción y guía contextual.

Pregunta clave

- ¿Cuál es la barrera más grande que tienes ahora para investigar sobre tu futuro profesional?

6. Pregunta abierta final

El formulario cerró con una pregunta abierta destinada a capturar lenguaje y expectativas directamente del estudiante.

Pregunta abierta

- En pocas palabras, ¿qué es lo más importante que te gustaría que una app de carreras hiciera por ti?

El cuestionario se implementó en *Google Forms*, y las respuestas fueron recolectadas automáticamente para su posterior análisis descriptivo. Esta fase constituyó el punto de partida empírico del proyecto, sirviendo como vínculo entre la investigación teórica y la definición de requisitos funcionales descrita en la siguiente sección.

6.2. Definición de requisitos

A partir de la investigación preliminar y del marco teórico, se definieron los requisitos funcionales y no funcionales para el prototipo. El objetivo fue convertir las necesidades identificadas (como la falta de acompañamiento personalizado, la ausencia de seguimiento tras las pruebas iniciales y el desconocimiento de opciones académicas) en funciones concretas para el producto mínimo viable (MVP).

El proceso metodológico se estructuró en tres pasos: análisis de hallazgos con estudiantes, fundamentación teórica para guiar el diseño y un análisis competitivo para definir funcionalidades de alto valor. Este enfoque permitió priorizar requisitos no funcionales clave, como la estabilidad, el rendimiento de las interacciones y un consumo eficiente de recursos, con el fin de asegurar una experiencia fluida en los dispositivos de gama media que utiliza la mayoría del público objetivo.

El resultado fue un conjunto de módulos que siguen el flujo de interacción natural del usuario (ver Cuadro 2). Cada módulo se documentó con historias de usuario y criterios de aceptación para mantener la trazabilidad entre las necesidades y las funciones desarrolladas. Estos requisitos sirvieron como base para desarrollar los prototipos en la siguiente fase y aseguraron la coherencia entre el diseño, la implementación y la evaluación del producto final.

Cuadro 2. Resumen de módulos del MVP y sus criterios de aceptación

Módulo	Propósito	Criterio de aceptación clave
Autenticación	Ingreso seguro y persistente	El usuario puede acceder y mantener su sesión sin errores visibles
Quiz	Personalización inicial	Se genera un perfil vocacional coherente con las respuestas del usuario
Exploración	Descubrimiento guiado	El sistema adapta el contenido mostrado según las interacciones previas del usuario
Carreras	Recomendación y análisis académico	El usuario visualiza un listado inicial de carreras por afinidad y puede explorar fichas detalladas o escenarios <i>What if</i>

Cuadro 2 – *continuación*

Módulo	Propósito	Criterio de aceptación clave
Chat	Asistencia conversacional	El asistente responde adecuadamente a consultas frecuentes y orienta la exploración
Perfil	Revisión y control de datos	El usuario puede consultar resultados, historial y eliminar su información personal

6.2.1. Autenticación

El módulo de autenticación se definió a partir de la necesidad de ofrecer un acceso rápido y confiable al sistema. Su propósito es asegurar la identidad del usuario y conservar sus datos sin repetir pasos innecesarios. Se priorizó una experiencia fluida que no interrumpa el flujo principal de exploración vocacional. Además, la persistencia de sesión garantiza que el estudiante pueda retomar su progreso en cualquier momento, fortaleciendo la continuidad del proceso de orientación.

Historias de usuario

- (U1) Como usuario, quiero iniciar sesión con un proveedor externo para sincronizar mis datos.
- (U2) Como usuario, quiero reanudar mi sesión automáticamente al abrir la aplicación.
- (U3) Como usuario, quiero poder cerrar sesión en cualquier momento.

Criterios de aceptación

- (AC1) Inicio de sesión con Google en máximo dos pasos.
- (AC2) Sesión persistente entre aperturas.
- (AC3) Botón visible para cerrar sesión.
- (AC4) Mensajes de error claros y comprensibles.

6.2.2. Quiz

El quiz se definió como el punto de entrada al proceso de personalización. Su estructura busca un equilibrio entre extensión y profundidad: lo suficiente para generar un perfil confiable, pero sin causar fatiga o abandono. El cuestionario combina secciones de personalidad, persistencia y aptitud, integrando aspectos cognitivos y actitudinales en una sola experiencia.

Historias de usuario

- (U1) Como estudiante, quiero responder un quiz integrado para recibir recomendaciones personalizadas.
- (U2) Como usuario, quiero pausar y reanudar el quiz sin perder progreso.
- (U3) Como usuario, quiero repetir el quiz desde mi perfil para actualizar mis resultados.

Criterios de aceptación

- (AC1) Quiz con secciones de personalidad, comprensión y persistencia.
- (AC2) Persistencia de progreso entre sesiones.
- (AC3) Barra de progreso visible.
- (AC4) Repetición del quiz desde el perfil.
- (AC5) Mostrar al menos cinco carreras recomendadas al finalizar.

6.2.3. Exploración

El módulo de exploración se diseñó como respuesta a las limitaciones detectadas en el marco teórico sobre las herramientas existentes. Muchas plataformas ofrecen listados extensos o información fragmentada que sobrecarga al usuario y dificulta la toma de decisiones. Por ello, se optó por un formato visual e interactivo que simplifica el acceso a la información relevante. Las tarjetas deslizables agrupan contenido breve y claro, permitiendo al usuario explorar carreras, historias o preguntas de forma dinámica. Cada interacción alimenta el sistema de recomendaciones y refuerza la personalización del proceso.

Historias de usuario

- (U1) Como estudiante, quiero deslizar tarjetas para descubrir programas afines.
- (U2) Como usuario, quiero guardar tarjetas de interés con un gesto rápido.
- (U3) Como usuario, quiero que las recomendaciones mejoren según mis interacciones.

Criterios de aceptación

- (AC1) Carga rápida de tarjetas.
- (AC2) Sistema de etiquetas para categorización.
- (AC3) Guardado rápido.
- (AC4) Interacciones que ajustan futuras recomendaciones.

6.2.4. Carreras

El propósito de este módulo es ofrecer al estudiante una comprensión completa de cada carrera, integrando datos académicos, contexto laboral y relación con otras disciplinas. Esta decisión surge de las limitaciones observadas en herramientas existentes, que suelen presentar información desorganizada o poco comparable. El módulo busca facilitar la comprensión mediante fichas estructuradas y visualizaciones interactivas, como el pensum navegable o los escenarios combinados *What if*. Con ello, se promueve un proceso de exploración más activo, donde el usuario puede analizar cada carrera y vincularla con sus intereses personales.

Historias de usuario

- (U1) Como usuario, quiero acceder a la ficha completa de una carrera con su duración, materias y contexto laboral.
- (U2) Como usuario, quiero visualizar el pensum de forma clara e interactiva.
- (U3) Como usuario, quiero explorar combinaciones entre carreras mediante escenarios *What if*.
- (U4) Como usuario, quiero guardar las carreras que me interesen para revisarlas luego.
- (U5) Como usuario, quiero buscar carreras y filtrarlas por universidad u otras características básicas.

Criterios de aceptación

- (AC1) Ficha con información estructurada: nombre, duración, requisitos, materias y salario medio.
- (AC2) Visualización del pensum en formato interactivo.
- (AC3) Botones para guardar y explorar combinaciones visibles en cada ficha.
- (AC4) Lista de tres a cinco carreras similares sugeridas.
- (AC5) Generación de escenarios *What if* al combinar dos áreas o programas.
- (AC6) Búsqueda y filtrado de carreras por nombre, duración o empleabilidad.

6.2.5. Chat

El módulo de chat se definió como un punto de apoyo interactivo dentro de la aplicación. Su función principal es ofrecer orientación inmediata y contextual, conectando las dudas del usuario con la información disponible en otros módulos. Este componente traduce el acompañamiento tradicional del orientador en una interacción conversacional accesible, capaz de guiar la exploración o sugerir próximos pasos según el perfil del estudiante. La decisión de incluirlo se basó en la necesidad de reducir la carga cognitiva y centralizar las funciones de ayuda sin interrumpir la experiencia de uso.

Historias de usuario

- (U1) Como usuario con dudas, quiero recibir respuestas claras sobre carreras.
- (U2) Como estudiante indeciso, quiero sugerencias de próximos pasos.
- (U3) Como usuario, quiero preguntar sobre combinaciones de carreras.

Criterios de aceptación

- (AC1) Respuestas precisas sobre carreras y orientación.
- (AC2) Tiempo de respuesta corto.
- (AC3) Sugerencias para explorar fichas o resultados.
- (AC4) Interfaz de chat simple y funcional.

6.2.6. Perfil

El módulo de perfil se concibió como un espacio de gestión personal y seguimiento. Su objetivo es concentrar los datos del usuario, los resultados del quiz y los elementos guardados, asegurando la trazabilidad de la experiencia. Esta organización busca que el estudiante mantenga control sobre su información y pueda ajustar su recorrido de orientación según sus avances o cambios de interés. La definición del módulo responde también a consideraciones de privacidad y autonomía, principios señalados en el marco teórico como esenciales en herramientas educativas centradas en el usuario.

Historias de usuario

- (U1) Como usuario, quiero ver y editar mis datos básicos.
- (U2) Como usuario, quiero ver mis resultados del quiz.
- (U3) Como usuario, quiero retomar o repetir el quiz.
- (U4) Como usuario, quiero poder borrar mi cuenta y mis datos.

Criterios de aceptación

- (AC1) Visualización y edición de datos mínimos.
- (AC2) Acceso a carreras guardadas.
- (AC3) Visualización de resultados del quiz.
- (AC4) Repetición del quiz.
- (AC5) Opción para eliminar cuenta y datos asociados.

Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales del MVP se enfocaron en garantizar una experiencia fluida, accesible y coherente para el público objetivo. Se priorizó la eficiencia técnica, la claridad visual y la protección de la información del usuario, procurando que la aplicación pudiera ejecutarse sin inconvenientes en dispositivos de gama media y bajo diferentes condiciones de conectividad.

- **Rendimiento:** optimización de carga y tiempos de respuesta para mantener la interacción sin retrasos perceptibles.
- **Uso de datos:** manejo eficiente de recursos e imágenes, adaptado a conexiones móviles y planes limitados.
- **Accesibilidad:** tipografía legible, botones de tamaño adecuado y contraste suficiente para facilitar la lectura y la interacción.
- **Consistencia visual:** diseño unificado basado en patrones móviles comunes, con una jerarquía clara y coherente entre pantallas.

Estos lineamientos orientaron las decisiones de la fase de *Prototipado*, asegurando que el diseño final reflejara no solo los objetivos funcionales, sino también los principios de rendimiento, inclusión y confianza del usuario.

6.3. Prototipado

Esta fase buscó validar la secuencia de pantallas y la coherencia del flujo de usuario antes de invertir en detalles visuales o implementación técnica. Se priorizó la verificación de la lógica de navegación, la organización de la información y la identificación temprana de puntos de fricción.

Los prototipos de baja fidelidad permiten iteraciones rápidas sin compromiso con decisiones estéticas específicas, lo que reduce el riesgo de retrabajo en fases posteriores.

6.3.1. Justificación metodológica

Se optó por prototipos de baja fidelidad debido a las ventajas que ofrece este enfoque en las etapas tempranas del diseño. Esta metodología resulta efectiva para explorar diferentes flujos de usuario y estructuras de navegación antes de comprometerse con decisiones más específicas. La representación esquemática permite concentrarse en aspectos funcionales fundamentales como la jerarquía de acciones y la transición entre módulos.

6.3.2. Proceso y herramientas

El proceso de prototipado siguió una metodología estructurada que comenzó con sesiones de brainstorming para definir los flujos principales de la aplicación. Durante estas sesiones se identificaron los puntos críticos del recorrido del usuario y se establecieron las pantallas esenciales para cada módulo. Posteriormente, se desarrollaron bocetos a mano alzada que capturaron las ideas iniciales de estructura y contenido para cada pantalla.

Estos bocetos iniciales se trasladaron a wireframes digitales utilizando FigJam, la herramienta de whiteboard colaborativa de Figma. FigJam resultó ideal para esta fase por su simplicidad y flexibilidad, permitiendo crear representaciones esquemáticas sin la complejidad de herramientas de diseño más avanzadas. La naturaleza colaborativa de la plataforma facilitó la iteración rápida y la incorporación de retroalimentación durante el proceso de diseño.

6.3.3. Validación

El prototipo fue sometido a un proceso de validación en dos niveles para asegurar su efectividad y comprensibilidad. En primer lugar, se realizaron sesiones de revisión con el asesor del proyecto para refinar aspectos técnicos y metodológicos. Estas discusiones permitieron ajustar detalles específicos de la navegación y confirmar que los flujos propuestos fueran coherentes con los objetivos del proyecto.

Adicionalmente, se validó el prototipo con un grupo reducido de estudiantes representativos del público objetivo. La mayoría de los participantes comprendió la lógica del flujo y expresó una reacción positiva hacia la propuesta general. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora, particularmente en el módulo de Exploración, donde varios usuarios no comprendieron con claridad la función del gesto de *swipe*. Estos comentarios fueron incorporados en iteraciones posteriores del diseño, reforzando las pistas visuales y la explicación inicial de la interacción.

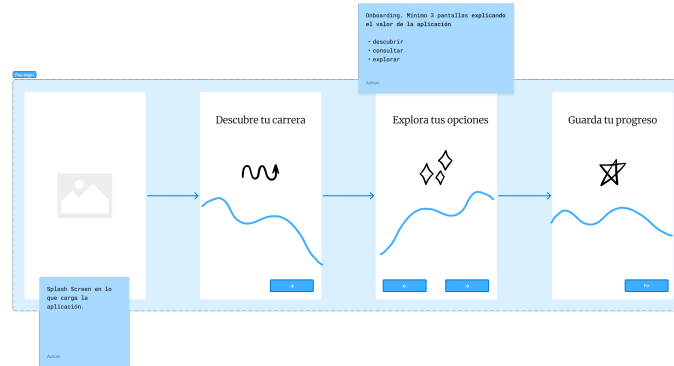
6.3.4. Pantallas del prototipo

Las capturas presentadas a continuación muestran cada pantalla relevante del prototipo de baja fidelidad. Cada sección se acompaña de una explicación sobre la funcionalidad representada y su propósito dentro del flujo general de la aplicación. Cabe aclarar que los comentarios y notas adhesivas visibles en las imágenes corresponden a una fase de lluvia de ideas; muchas de estas anotaciones son conceptos exploratorios que no se alinean con los requisitos funcionales definidos en la fase de requisitos.

6.3.5. Introducción a la aplicación

Se empezó con tres pantallas introductorias que explican, de forma breve, el valor de la aplicación antes del quiz: *descubrir*, *consultar* y *explorar*. El objetivo es alinear expectativas y reducir fricción cognitiva previo a la personalización. La navegación es secuencial con controles *atrás/siguiente* y finalización explícita; no se contempla “saltar” estas pantallas. La duración objetivo es < 30 s en total.

Figura 5. Introducción a la aplicación



6.3.6. Autenticación

La pantalla de autenticación contempla acceso rápido mediante OAuth (Google/Apple) y campos mínimos para registro. Se añadió un checkbox obligatorio para aceptar la política de uso y privacidad, con el fin de cumplir con buenas prácticas de transparencia y consentimiento informado. Este ajuste responde a la necesidad de asegurar que el usuario conozca cómo se manejarán sus datos antes de iniciar sesión.

Figura 6. Pantalla de login con acceso OAuth y checkbox de aceptación de política de uso

El formulario de autenticación está dividido en dos secciones principales: "Iniciar Sesión" y "Crear Cuenta".

Iniciar Sesión:

- Campo de texto para "Email".
- Campo de texto para "Password".
- Botón "Iniciar Sesión".
- Botón "Continuar con Google".

Crear Cuenta:

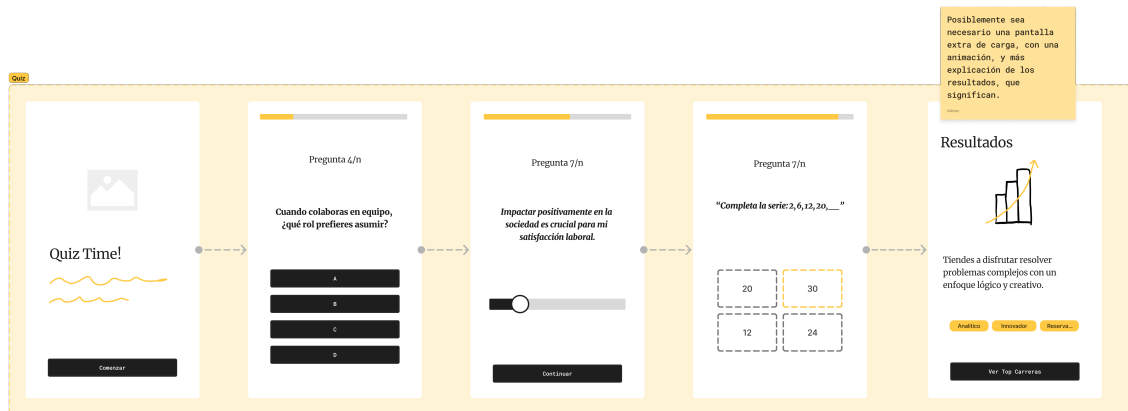
- Campo de texto para "Nombre".
- Campo de texto para "Email".
- Campo de texto para "Género".
- Checkbox "Acepto la política de uso y privacidad" (marcado con una X).
- Botón "Registrarse".

Acción: "Usar proveedor de OAuth, reduce fricción y agiliza el proceso. No tiene que ser Google*".

Acción: "Validar que más campos pedir (aparte de los mínimos) que sean interesantes para analíticas o para complementar las recomendaciones".

6.3.7. Quiz

Figura 7. Quiz inicial con barra de progreso y retroalimentación visual



Se representó un quiz breve de n preguntas que combina intereses, personalidad y preguntas de aptitud (posiblemente cronometradas). La pantalla incluye barra de progreso y mensajes de retroalimentación básica. El objetivo fue estimar la duración (aprox. 10 minutos) y asegurar que el flujo fuera comprensible.

6.3.8. Exploración

Se modeló un feed de tarjetas deslizables que rota entre distintos tipos (carreras, historias de egresados, encuestas rápidas, etc.). Cada swipe simula generar retroalimentación que alimenta el perfil del usuario.

Figura 8. Exploración con tarjetas deslizables y acciones rápidas



6.3.9. Carreras y navegación asociada

Figura 9. Listado inicial de afinidad (*Top N*)



Figura 10. Ficha de carrera con acciones de exploración

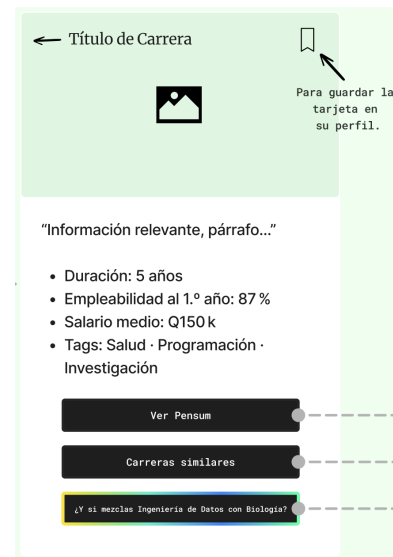
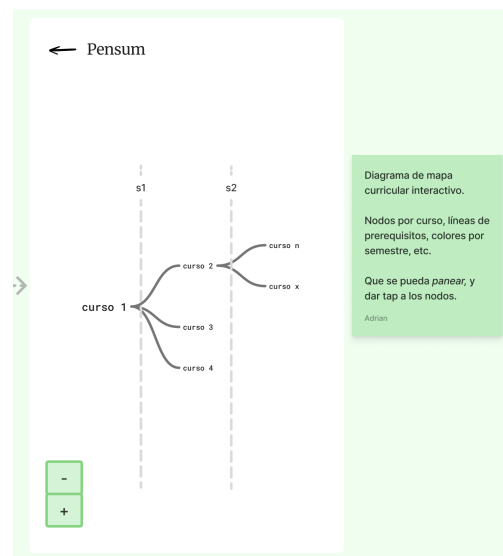


Figura 11. Diagrama de pensum interactivo para explorar secuencias y prerrequisitos



El módulo de *Carreras* reúne el núcleo de la recomendación personalizada. A partir del perfil generado en el quiz, el sistema presenta un listado jerarquizado de opciones académicas (*Top N*) que actúa como punto de partida para la exploración en profundidad.

Cada elemento del listado enlaza con una ficha de carrera, diseñada para concentrar la información esencial: duración, empleabilidad, salario medio y etiquetas de área. Desde

esta ficha, el usuario puede acceder directamente al pensum interactivo o a las funciones de ampliación, como carreras similares o combinaciones interdisciplinarias, para permitir una navegación continua entre resultados.

Figura 12. Pantalla de combinaciones: explicación breve y acciones para profundizar

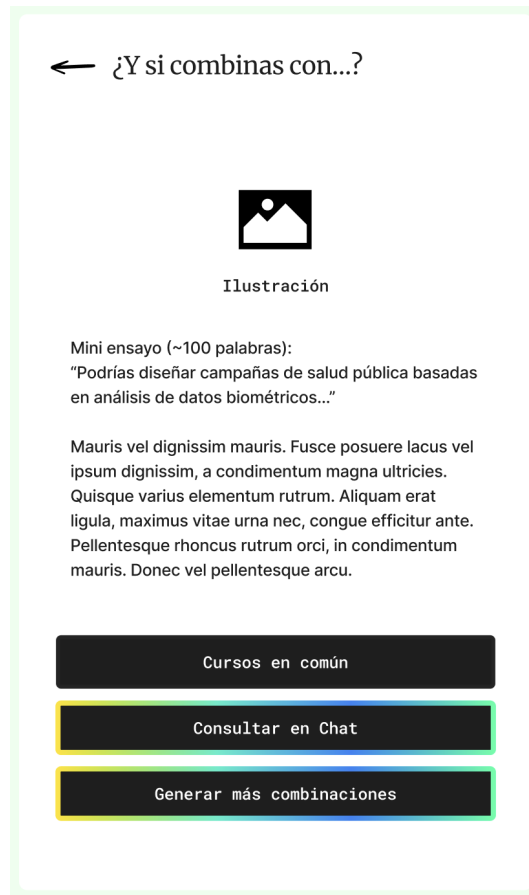
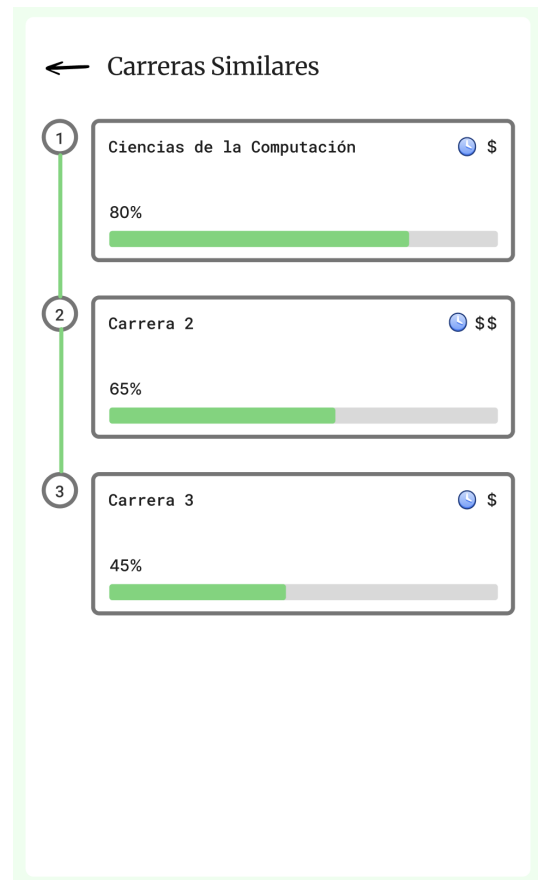


Figura 13. Sugerencias de carreras similares para ampliar opciones cercanas



El **pénsum interactivo** representa gráficamente la estructura curricular de cada programa. Los cursos se disponen como nodos conectados por relaciones de prerequisite, con colores que identifican el semestre correspondiente. La interfaz permite desplazamiento, lo que facilita la comprensión de la carga académica y la progresión del plan de estudios.

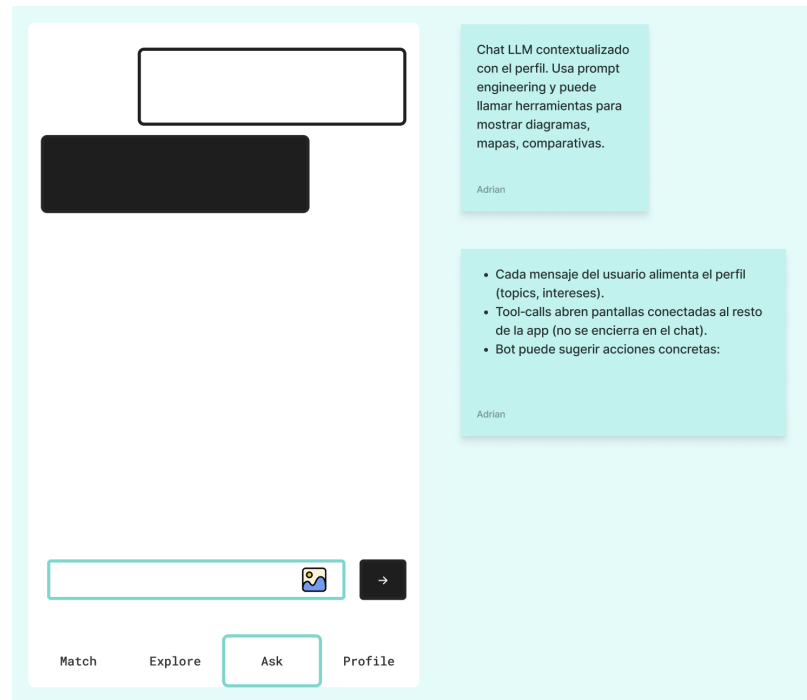
En paralelo, la sección de **carreras similares** muestra de tres a cinco alternativas con alta afinidad semántica respecto a la carrera principal. Esta vista funciona como un puente entre opciones relacionadas, permitiendo al usuario comparar rutas formativas sin perder el contexto de su perfil.

Por último, la herramienta de **combinaciones interdisciplinarias** introduce un componente exploratorio de carácter creativo. Cada escenario plantea la unión de dos campos distintos, por ejemplo, Ingeniería de Datos y Biología, acompañada de una breve descripción del potencial de esa intersección. Los botones de esta pantalla, identificados por el texto "¿Y si combinas con...?", emplean animaciones y realce visual para invitar a la interacción.

Este conjunto de pantallas busca extender el recorrido del usuario más allá de la recomendación inicial, promoviendo una exploración autónoma y motivada por la curiosidad. En conjunto, el módulo no solo presenta resultados, sino que actúa como un sistema de descubrimiento progresivo que adapta su contenido conforme el usuario interactúa con él.

6.3.10. Chat

Figura 14. Asistente conversacional con integración a la base de datos de carreras y generación contextual



El módulo de Chat se concibió como un asistente conversacional basado en un modelo de lenguaje de gran escala (LLM), diseñado para ofrecer orientación contextual dentro de la aplicación. A diferencia de un sistema de preguntas frecuentes, este componente mantiene un diálogo abierto con el usuario y adapta sus respuestas según el historial de interacción y el perfil vocacional generado.

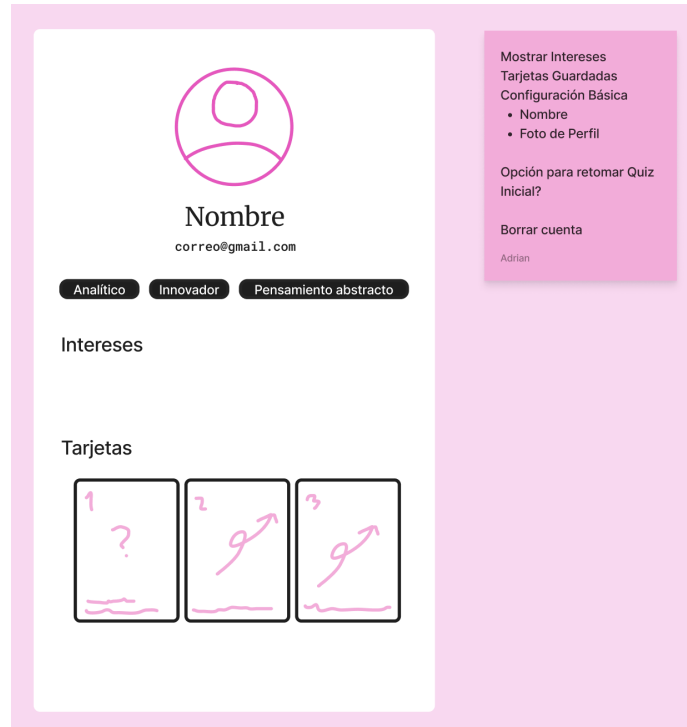
El asistente puede consultar información directamente desde la base de datos de carreras universitarias mediante *tool calls*, lo que le permite responder con datos verificables y actualizados. De esta forma, el usuario puede solicitar fichas de carrera o explorar combinaciones interdisciplinarias sin abandonar la conversación.

Además de su función informativa, el chat actúa como un espacio de exploración guiada. Puede generar recomendaciones contextuales, proponer nuevas combinaciones entre áreas de estudio o redirigir al usuario hacia módulos relevantes, como Carreras o Exploración. Su objetivo es centralizar la asistencia y reducir la necesidad de navegación manual, integrando diálogo natural y acceso a datos estructurados en una única interfaz.

6.3.11. Perfil

Se representó como centro de control con opciones para ver guardados, editar datos básicos, revisar intereses detectados y retomar o repetir el quiz. El objetivo fue dejar claro que el usuario conserva control sobre sus preferencias y puede actualizar sus recomendaciones.

Figura 15. Pantalla de perfil con guardados, intereses y control del quiz



6.4. Diseño de Interfaz de Usuario (UI)

Esta fase estableció un sistema de tokens de diseño que garantiza coherencia visual y accesibilidad durante la implementación. Se definieron criterios para colores, tipografía, espaciado y dimensiones de controles táctiles, considerando principios de HCI y las limitaciones técnicas identificadas en la investigación preliminar. El objetivo fue crear lineamientos visuales claros que faciliten el desarrollo y aseguren legibilidad en dispositivos móviles.

Los tokens de diseño incluyen elementos fundamentales organizados en un sistema escalable que permite mantener coherencia durante el desarrollo. Estas decisiones visuales priorizan uniformidad y accesibilidad en toda la aplicación.

6.4.1. Elementos de diseño

Logotipo

Figura 16. Logotipo de la aplicación

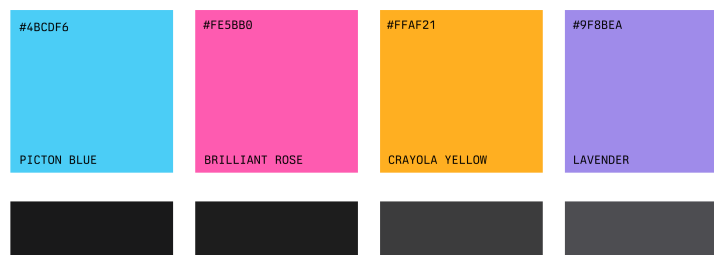


El logotipo *Mirai* se compone de cuatro líneas curvas que convergen en el centro, representando dinamismo y proyección hacia el futuro (*mirai*, en japonés). Los gradientes en tonos vibrantes sobre fondo negro, junto con tipografía sans serif blanca, transmiten un estilo moderno y tecnológico, alineado con un público joven y digital.

Paleta de colores

A partir de los colores del logotipo se definió la paleta principal de la aplicación. Se seleccionó un color primario en tonos azules para acciones centrales y resaltados, y un conjunto de tonos derivados (violeta, naranja, magenta) empleados en otras áreas. Como base de la interfaz se adoptó un fondo oscuro neutro, complementado con variaciones de gris para secciones secundarias. Esta decisión buscó mantener consistencia visual con el logotipo y, al mismo tiempo, garantizar contraste suficiente para la lectura en pantallas móviles.

Figura 17. Paleta de colores de la aplicación



Tipografía

El sistema tipográfico se definió con dos familias disponibles en Google Fonts. Para los encabezados se utilizó *Instrument Sans*, una tipografía geométrica de peso medio que aporta solidez y claridad en títulos y secciones destacadas. Para los cuerpos de texto se seleccionó *Inter*, optimizada para lectura en pantalla por su espaciado y legibilidad en distintos tamaños. Esta combinación aseguró una jerarquía visual consistente y facilitó la comprensión en dispositivos móviles, manteniendo uniformidad en todo el sistema de diseño.

Figura 18. Tipografía de la aplicación

Heading 1

Heading 2

Heading 3

Heading 4

Body

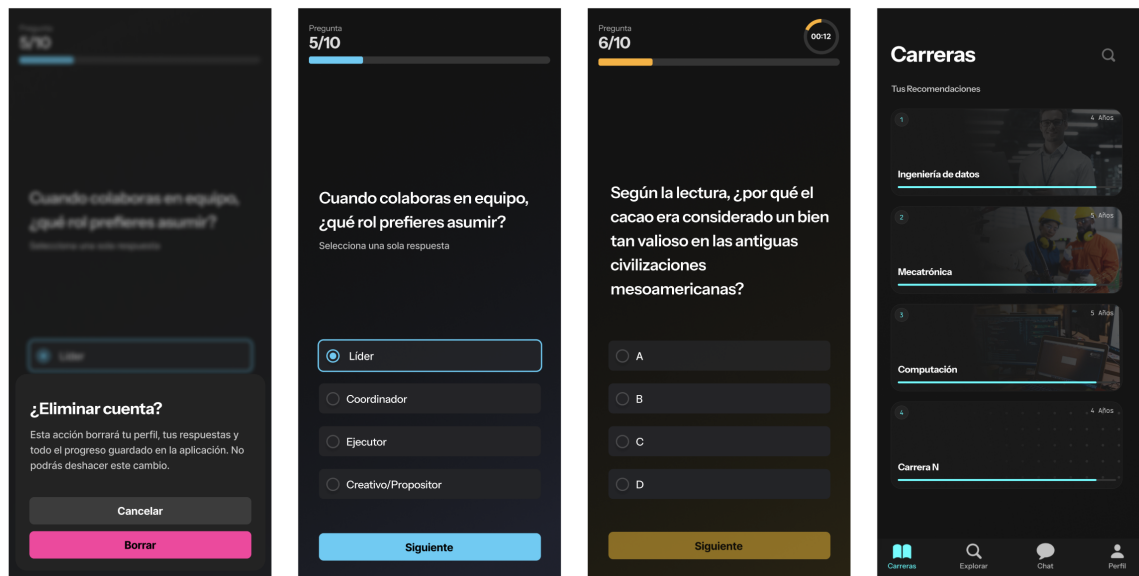
Accesibilidad y disposición

El diseño tomó en cuenta criterios básicos de accesibilidad. Se verificó que las combinaciones de color cumplieran con relaciones de contraste adecuadas, que los tamaños de texto pudieran escalar según las configuraciones del sistema y que los controles táctiles respetaran dimensiones mínimas recomendadas (≥ 44 px en iOS, ≥ 48 dp en Android). La disposición de botones principales se ubicó dentro de la zona cómoda del pulgar para favorecer la interacción con una sola mano. Finalmente, se cuidó el uso de espacios en blanco para reducir la carga cognitiva y evitar errores en la navegación.

6.4.2. Prototipos de alta fidelidad

Se diseñaron ejemplos de alta fidelidad de pantallas representativas para visualizar la aplicación en un estado más cercano al producto final. Estos prototipos no abarcan todo el sistema, sino casos clave. El propósito fue validar la jerarquía visual y la usabilidad de los componentes principales antes de su implementación.

Figura 19. Prototipos de alta fidelidad: pantallas de carreras, quiz y confirmación



6.5. Selección tecnológica y justificación

Esta fase tuvo como propósito definir el entorno de desarrollo más adecuado para implementar el prototipo funcional descrito en las secciones anteriores. La selección tecnológica debía garantizar la viabilidad del proyecto, el cumplimiento de los requisitos funcionales y no funcionales, y la continuidad entre el diseño conceptual y la ejecución técnica. La decisión se basó en criterios metodológicos y de sostenibilidad, no en preferencias por una herramienta específica.

6.5.1. Criterios de selección

Se establecieron tres criterios principales que guiaron el análisis comparativo:

- **Rendimiento y accesibilidad:** la tecnología debía mantener una experiencia fluida en dispositivos de gama media, predominantes en el público objetivo, y asegurar la disponibilidad en Android e iOS con una sola base de código.
- **Curva de aprendizaje y productividad:** se priorizó un entorno con sintaxis familiar, documentación amplia y herramientas que facilitaran ciclos de desarrollo rápidos e iterativos.
- **Sostenibilidad técnica:** se valoró la madurez del ecosistema, la estabilidad de la comunidad y la existencia de librerías mantenidas activamente, factores que reducen el riesgo de obsolescencia.

6.5.2. Evaluación de alternativas

Aplicando estos criterios, se evaluaron tres opciones principales de desarrollo: React Native, Flutter y Progressive Web Apps (PWA). El cuadro 3 resume la comparación general.

Cuadro 3. Comparativa de plataformas de desarrollo móvil

Criterio	React Native	Flutter	PWA
Curva de aprendizaje	Baja (TypeScript)	Media (Dart)	Baja (web)
Rendimiento	Alto	Muy alto	Limitado
Acceso nativo	Amplio	Completo	Restringido
Ecosistema	Maduro	Creciente	Web estándar
Tiempo de desarrollo	Rápido	Medio	Muy rápido
Consistencia de interfaz	Componentes nativos	Widgets propios	Navegador
Distribución	Stores nativas	Stores nativas	Web + instalable
Mantenimiento	Medio	Medio	Bajo

Nota. Elaboración propia.

El análisis mostró que, aunque Flutter ofrece un rendimiento gráfico superior, requiere el dominio de un lenguaje y un ecosistema menos difundido (Dart). Las PWA, por su parte, presentan limitaciones críticas en el acceso a funcionalidades nativas y en la experiencia de usuario. React Native equilibró rendimiento, productividad y madurez tecnológica, cumpliendo los criterios establecidos.

6.5.3. Decisión y justificación

Se seleccionó **React Native junto con el ecosistema de Expo** como entorno principal de desarrollo. Esta combinación permite compilar una base de código única para Android e iOS. El motor Hermes optimiza el rendimiento, mientras que la arquitectura JSI mejora la comunicación entre capas nativas y JavaScript. Expo aporta herramientas de configuración, compilación y despliegue rápido. Las actualizaciones Over-the-Air (OTA) reducen el tiempo de iteración y validación en dispositivos reales.

La elección se sustentó en la madurez del ecosistema. Compañías como Shopify documentan su uso en producción durante más de cinco años, con reducción de costos de mantenimiento [125]. La comunidad activa y el respaldo de Meta garantizan soporte continuo y disponibilidad de librerías [126], [127].

Flutter ha incrementado su adopción global, con un 46 % de preferencia frente al 35 % de React Native [128], [129]. Sin embargo, React Native resulta más accesible para equipos con experiencia en JavaScript y TypeScript. Este equilibrio entre madurez, soporte corporativo y curva de aprendizaje consolidó la elección para este proyecto.

Esta decisión retoma lo planteado en el marco teórico, donde se expone la evolución reciente del ecosistema React Native y su madurez para proyectos educativos y de prototipado

avanzado.

6.6. Desarrollo de la aplicación

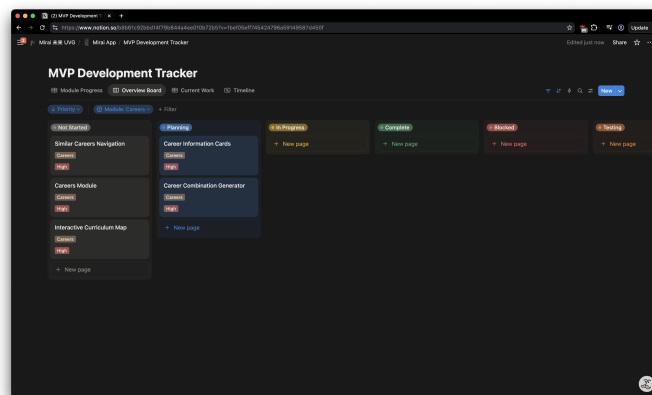
La implementación del producto mínimo viable (MVP) siguió un enfoque de desarrollo iterativo e incremental, organizado en ciclos cortos que permitieron una adaptación continua y la incorporación temprana de ajustes basados en hallazgos técnicos y de usabilidad.

6.6.1. Gestión del proyecto y organización

Para gestionar la complejidad del desarrollo, el trabajo se estructuró utilizando un tablero Kanban. Las tareas se organizaron en columnas que representaban su estado (pendiente, en progreso, en revisión, completado) y se agruparon por los módulos funcionales definidos en la fase de requisitos: Autenticación, Quiz, Exploración, Match, Carreras, Chat y Perfil.

Este sistema de gestión visual facilitó el seguimiento del progreso de cada módulo de forma independiente, ayudó a identificar cuellos de botella y aseguró que el desarrollo se mantuviera alineado con las prioridades del proyecto.

Figura 20. Tablero Kanban utilizado para la gestión de tareas del MVP, organizado por módulos y prioridades



6.6.2. Proceso de implementación y validación

El desarrollo de cada módulo se abordó en un entorno controlado utilizando datos simulados. Este procedimiento permitió verificar la coherencia de los flujos de navegación y la lógica de interacción de manera aislada antes de la integración con servicios externos, desacoplando el progreso del frontend de la disponibilidad del backend.

Una vez validados los flujos individuales, se procedió a la integración progresiva con los servicios backend y demás componentes del sistema. Esta transición de datos estáticos a interacciones reales requirió ajustes iterativos en los requisitos previamente establecidos,

facilitados mediante reuniones de seguimiento y retroalimentación constante con el equipo de desarrollo.

Una parte fundamental del proceso fue la validación continua en dispositivos físicos representativos del público objetivo. Las pruebas no se relegaron a una fase final, sino que se realizaron de manera constante. Este enfoque permitió identificar y corregir tempranamente problemas de rendimiento, inconsistencias visuales entre plataformas y fallos en la fluidez de las animaciones, asegurando el cumplimiento de los requisitos no funcionales.

6.6.3. Estrategia de calidad y control de versiones

Se establecieron criterios de aceptación claros para cada funcionalidad, que sirvieron como guía para las pruebas internas y la validación. El objetivo era mantener una alineación constante entre el diseño propuesto, la implementación técnica y los objetivos de usabilidad del proyecto.

Para garantizar la integridad y trazabilidad del código, se utilizó un sistema de control de versiones (Git) alojado en GitHub. Se adoptó una convención de confirmaciones (*commits*) para registrar cada modificación de forma semántica, diferenciando entre nuevas funcionalidades, correcciones y ajustes en la documentación. Este registro no solo proporcionó un historial claro del desarrollo, sino que también sentó las bases para futuras colaboraciones y para la automatización de procesos de integración y despliegue (CI/CD).

6.6.4. Analítica e instrumentación de uso

En esta fase se incorporaron mecanismos de analítica orientados a observar y comprender el comportamiento de los usuarios dentro de la aplicación. El propósito fue obtener evidencia cuantitativa sobre la interacción con los módulos principales y validar las decisiones de diseño con base en datos de uso real.

Se integró la plataforma de analítica de producto PostHog, una solución de código abierto que permite capturar eventos personalizados, grabar sesiones y construir embudos de conversión. Se eligió por su flexibilidad y por ofrecer una visión detallada del recorrido del usuario, manteniendo control sobre la privacidad mediante la recopilación selectiva de datos. La instrumentación se centralizó para asegurar la consistencia, trazabilidad y mantenimiento del sistema de métricas.

Métricas clave instrumentadas. Los eventos definidos se agruparon según su propósito metodológico, priorizando interacciones que aportan información sobre conversión, exploración y compromiso del usuario. La instrumentación final y la evidencia visual se presentan en el capítulo de Resultados (ver §7.2.6).

Valor metodológico. La analítica de uso constituye una extensión del proceso de evaluación, al proporcionar una base empírica para validar los supuestos de diseño e identificar oportunidades de mejora. Los datos obtenidos permiten reconstruir el flujo de navegación,

medir la eficacia de los módulos clave y comprender el nivel de compromiso de los usuarios. En conjunto, esta instrumentación convierte la aplicación en un producto medible y adaptable, fundamentado en evidencia real de interacción.

6.7. Pruebas y validaciones

Esta fase tuvo como propósito evaluar la solidez técnica y la adecuación funcional del prototipo, así como la claridad y efectividad de la interacción con el usuario. Las pruebas se concibieron como parte integral del proceso metodológico, ya que un rendimiento inestable o una experiencia poco intuitiva podrían distorsionar la percepción de fluidez y comprometer la validez de los resultados de uso. Por ello, se planteó un plan de validación que abarcó dos dimensiones complementarias: técnica y de usabilidad.

6.7.1. Validación técnica

Se realizaron pruebas orientadas a comprobar la estabilidad, la fluidez y el consumo de recursos de la aplicación en condiciones reales de uso. Estas mediciones se efectuaron en dispositivos de gama media, representativos del público objetivo, con el fin de garantizar que el desempeño reflejara el entorno operativo previsto.

El análisis incluyó indicadores como la tasa de fotogramas por segundo (fps), el uso de CPU, el consumo de memoria y la estabilidad del renderizado. Para recopilar y visualizar estos datos se emplearon herramientas de monitoreo y perfilado nativas del entorno de desarrollo (*React Native DevTools* y *Performance Monitor*), complementadas con reportes generados por *Flashlight* en compilaciones de prueba. Estas herramientas permitieron observar en tiempo real el comportamiento de la aplicación y registrar métricas bajo condiciones controladas.

Se adoptaron valores de referencia que aseguraran una experiencia fluida y predecible: una tasa promedio cercana a 60 fps, uso moderado del procesador y consumo de memoria estable durante sesiones prolongadas. Estos indicadores permitirán evaluar la viabilidad técnica del prototipo y determinar si la interacción se ve afectada por limitaciones de hardware o gestión de recursos. El análisis de los registros busca identificar posibles áreas de optimización en componentes visuales y en el manejo de datos en segundo plano, verificando la coherencia entre las decisiones de diseño, la arquitectura técnica y los objetivos del proyecto.

6.7.2. Evaluación de usabilidad

La evaluación de usabilidad se diseñó para medir la claridad, efectividad y satisfacción general del uso del prototipo. Debido a limitaciones logísticas, las pruebas se realizaron con pares universitarios y adultos de distintas edades y niveles de experiencia tecnológica, en lugar de estudiantes de nivel diversificado. Este grupo permitió analizar la comprensión general de la interfaz y la consistencia del flujo de interacción. La usabilidad se centra en la relación entre el usuario y el sistema, más que en el perfil demográfico.

El protocolo combinó dos instrumentos complementarios: **(a)** un registro de desempeño por tareas, y **(b)** un cuestionario de percepción posterior a la interacción. Este enfoque permitió contrastar la ejecución observada con la percepción subjetiva de facilidad de uso.

Estructura del instrumento. Cada sesión incluyó tareas representativas de los módulos principales y un bloque de preguntas tipo Likert (escala 1–5) sobre claridad, fluidez y relevancia percibida. El Cuadro 4 muestra el formato de registro empleado.

Cuadro 4. Ejemplo de formato de registro utilizado en las pruebas de usabilidad

Módulo	Tarea	Éxito	Observaciones
Autenticación	Crear una cuenta y acceder al sistema	E2	Fluido, sin dudas
Quiz	Completar y revisar los resultados	E1	Duda leve al inicio
Exploración	Deslizar y guardar tarjetas de carreras	E2	Interfaz intuitiva
Chat	Enviar una consulta al asistente	E2	Mensajes claros y útiles
Perfil	Revisar carreras guardadas y repetir quiz	E1	Botones poco visibles

La escala de desempeño utilizada fue:

- **E2 - Éxito completo:** la tarea se completó sin ayuda.
- **E1 - Éxito parcial:** se completó con apoyo o dificultad leve.
- **E0 - Fallo total:** la tarea no se completó o se abandonó.

Posterior al registro de tareas, se administró un cuestionario de percepción con preguntas específicas para cada módulo, utilizando una escala Likert de 1 a 5. El Cuadro 5 presenta las preguntas formuladas para evaluar cada módulo.

Cuadro 5. Preguntas del cuestionario de usabilidad por módulo

Módulo	Pregunta	Escala
Autenticación	¿Qué tan fluida, intuitiva y visualmente atractiva fue la interacción con el proceso de inicio de sesión y la gestión de tus datos personales?	1–5
Quiz	¿La interfaz del quiz facilitó una interacción ágil y agradable, y la presentación de las preguntas contribuyó a una experiencia sin fricciones?	1–5
Exploración	¿Qué tan estética, coherente y fácil de usar fue la interfaz para navegar y descubrir contenido, y la disposición visual de las recomendaciones te invitó a interactuar?	1–5

Continúa en la siguiente página...

Cuadro 5 – continuación

Módulo	Pregunta	Escala
Match	¿La representación visual de los niveles de afinidad fue clara y estéticamente agradable, y la interacción con las recomendaciones de carreras te resultó sencilla y directa?	1–5
Carreras	¿La presentación visual y la estructura de la información de las carreras y sus combinaciones fueron atractivas y fáciles de digerir, mejorando tu comprensión?	1–5
Chat	¿La interfaz del chat fue estéticamente agradable y la interacción con él se sintió natural y eficiente para resolver tus dudas?	1–5
Perfil	¿La usabilidad de la sección de perfil permitió un acceso y una gestión fluida y clara de tus resultados y configuraciones de privacidad, con una interfaz coherente?	1–5
General	Considerando todos los aspectos de la aplicación (estética, fluidez, interacción), ¿cuál es tu nivel de satisfacción general y qué tan probable es que la recomiendes?	1–5

Métricas de evaluación. Se emplearon dos medidas globales para cuantificar el desempeño y la percepción: el *índice de éxito promedio* (I_E) y el *puntaje de satisfacción promedio* (I_S).

El índice de éxito se calculó a partir del desempeño observado en las tareas. Cada tarea se calificó como logro completo (1), logro parcial (0.5) o no logrado (0):

$$I_E = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \quad \text{donde } v_i \in \{0, 0.5, 1\}$$

El puntaje de satisfacción se obtuvo de las evaluaciones Likert posteriores a cada módulo. Las personas calificaron su experiencia en una escala de 1 (muy insatisfechas) a 5 (muy satisfechas):

$$I_S = \frac{\sum_{j=1}^m p_j}{m} \quad \text{donde } p_j \in [1, 5]$$

La comparación entre I_E e I_S permite contrastar el desempeño real con la percepción reportada. Diferencias marcadas señalan posibles problemas de diseño o interacción. Los resultados se presentan en el capítulo de Resultados, junto con los ajustes aplicados al prototipo.

Este capítulo presenta, de forma narrativa y centrada en la experiencia final, los resultados del proyecto: una vista general de la aplicación terminada, los resultados por módulo con relación a los requisitos funcionales, el perfilamiento y rendimiento en dispositivos representativos, y los hallazgos de usabilidad con usuarios reales.

7.1. Resultados de la investigación preliminar

La encuesta aplicada a estudiantes de diversificado permitió identificar patrones sobre el perfil demográfico, las condiciones tecnológicas, los hábitos digitales y las percepciones vocacionales de la muestra. A continuación se presentan los resultados ordenados según las secciones temáticas descritas en la metodología.

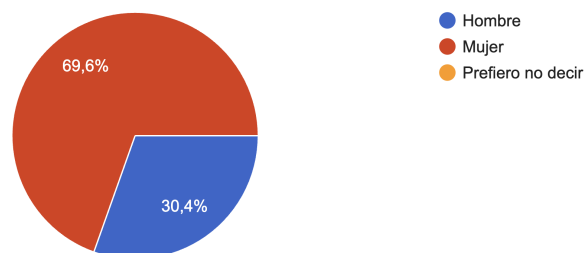
7.1.1. Hallazgos principales

Perfil demográfico

Figura 21. Distribución por género

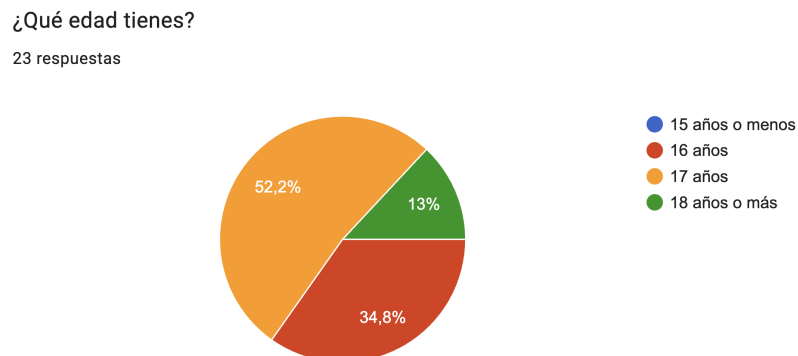
Por favor, indique su género:

23 respuestas



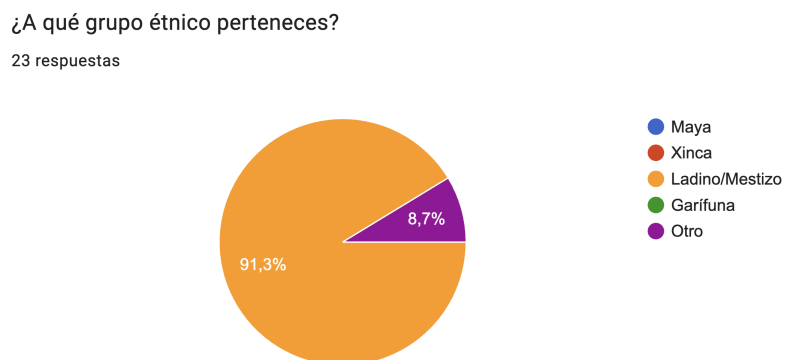
El 69.6 % de los encuestados se identificó como hombre y el 30.4 % como mujer. La muestra representa una mayoría masculina, lo que implica que los resultados reflejan principalmente esta perspectiva.

Figura 22. Distribución de edad



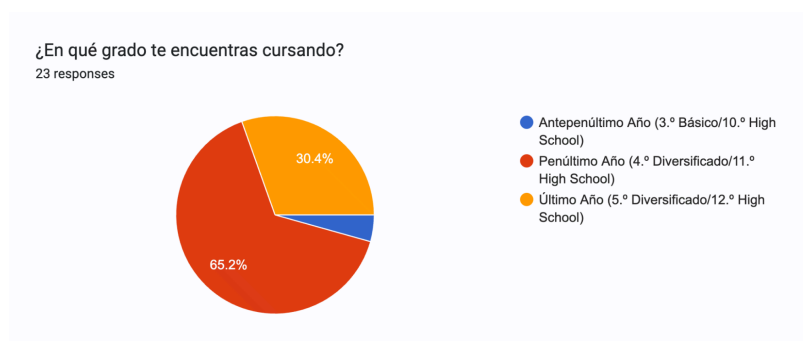
La mayoría (52.2 %) tiene 17 años, seguida de un 34.8 % con 18 años o más y un 13 % con 16 años. El grupo se concentra en edades cercanas a la finalización del nivel medio.

Figura 23. Autoidentificación étnica



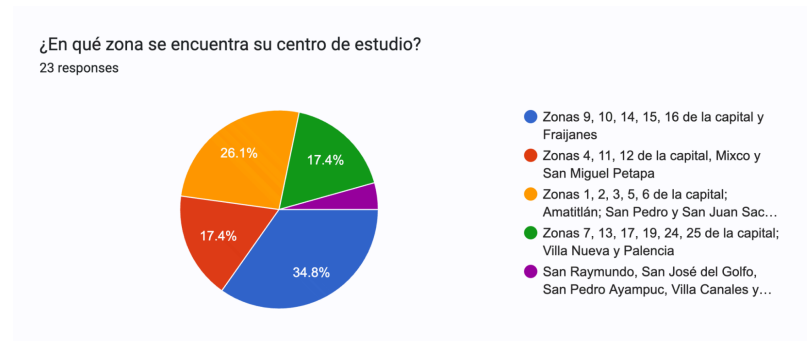
El 91.3 % se identifica como Ladino/Mestizo y un 8.7 % como “Otro”, lo que evidencia una composición étnica homogénea.

Figura 24. Grado académico cursado



El 65.2 % cursa el penúltimo año y el 30.4 % el último. Más del 95 % pertenece a los dos últimos grados, coincidiendo con el público objetivo del proyecto.

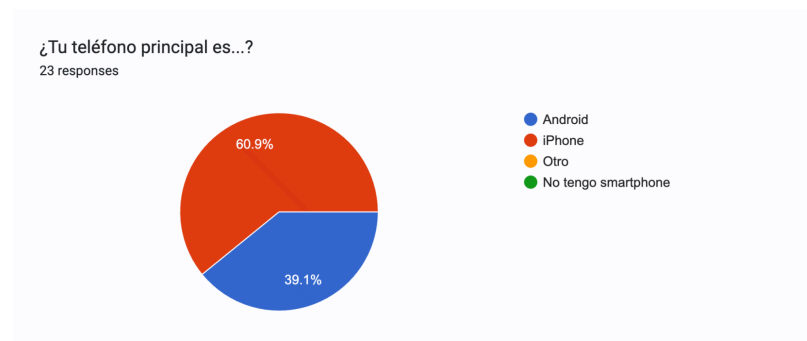
Figura 25. Ubicación de centros educativos



La distribución geográfica incluye zonas centrales y periféricas de la capital y municipios aledaños, mostrando representatividad urbana diversa.

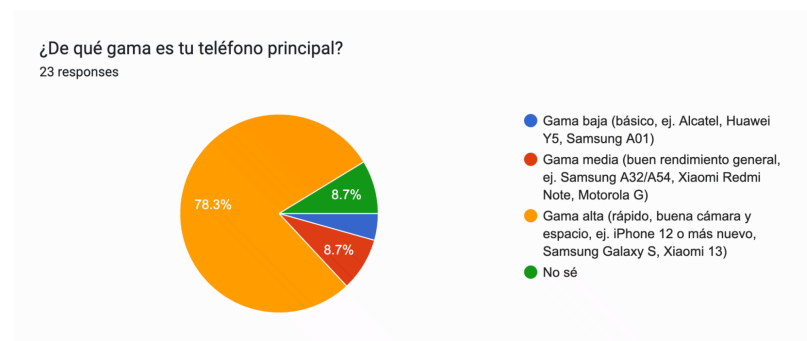
Contexto tecnológico y hábitos digitales

Figura 26. Sistema operativo del teléfono principal



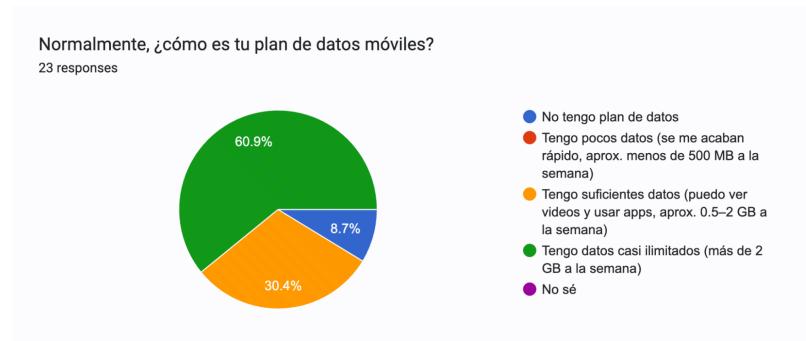
El 60.9 % utiliza Android y el 39.1 % iOS, lo que obliga a garantizar compatibilidad multiplataforma.

Figura 27. Gama del dispositivo móvil



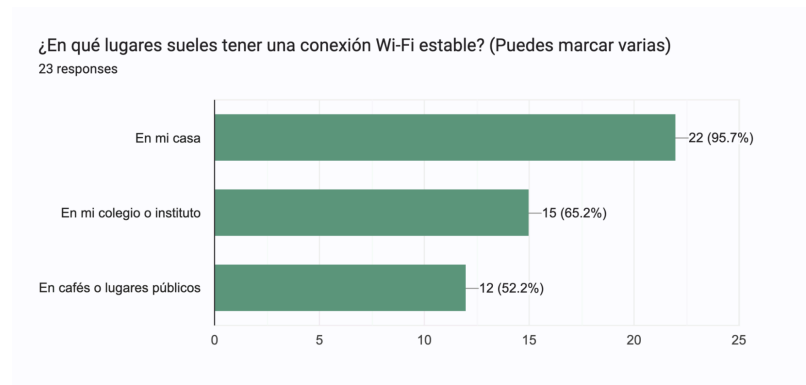
La mayoría (78.3 %) posee un dispositivo de gama media. Solo el 17.4 % usa teléfonos de gama baja o alta, confirmando la necesidad de optimización para gama media.

Figura 28. Disponibilidad de datos móviles



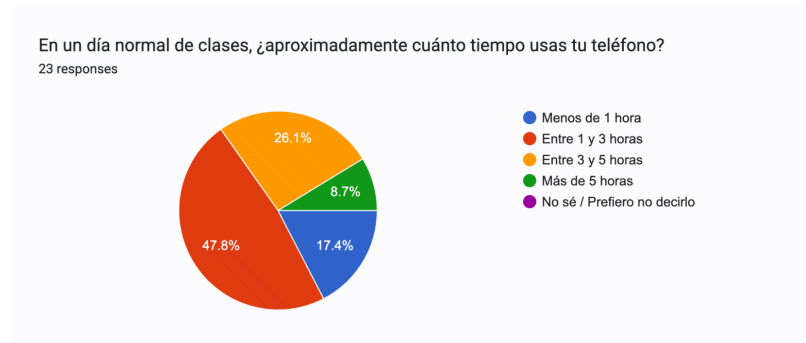
El 60.9 % considera tener suficientes datos (0.5–2 GB/semana), mientras que un 39.1 % posee conectividad limitada o nula. Esto refuerza la importancia de reducir el consumo de datos.

Figura 29. Lugares con conexión Wi-Fi estable



El 95.7 % accede desde casa, 65.2 % desde el colegio y 52.2 % desde espacios públicos. El hogar es el punto de conexión más constante.

Figura 30. Tiempo de uso del teléfono en días de clase

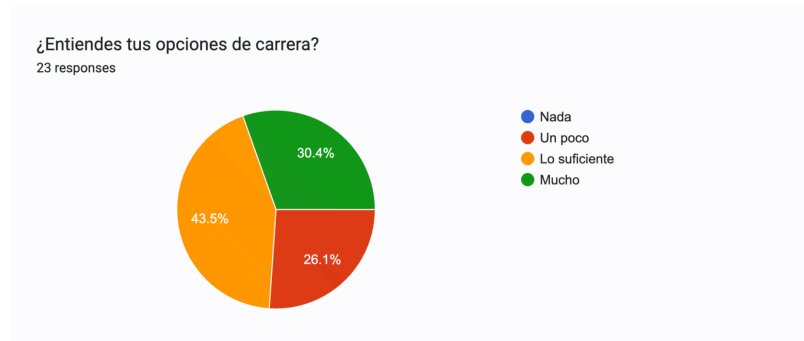


El 73.9 % usa su teléfono más de tres horas diarias, reflejando alta familiaridad con

entornos móviles.

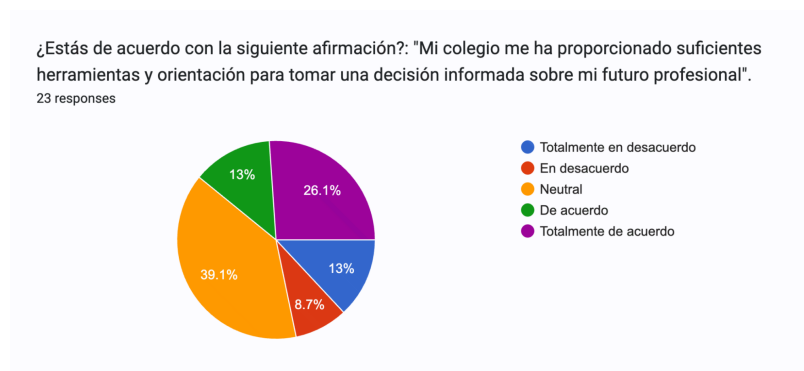
Percepción y comprensión vocacional

Figura 31. Número de carreras consideradas



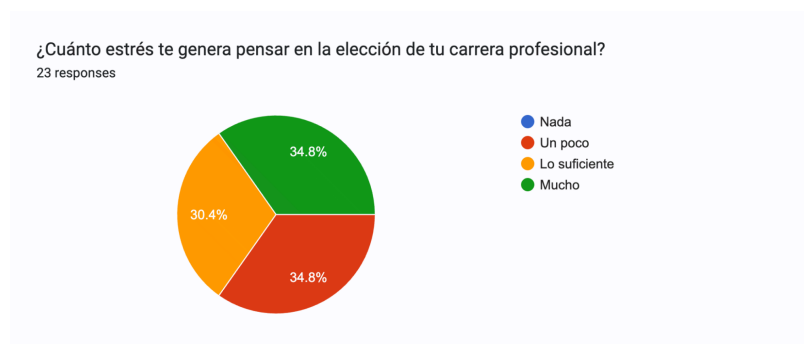
El 87% ha considerado entre dos y tres carreras, mostrando un proceso de decisión enfocado pero limitado en variedad.

Figura 32. Percepción del apoyo vocacional del colegio



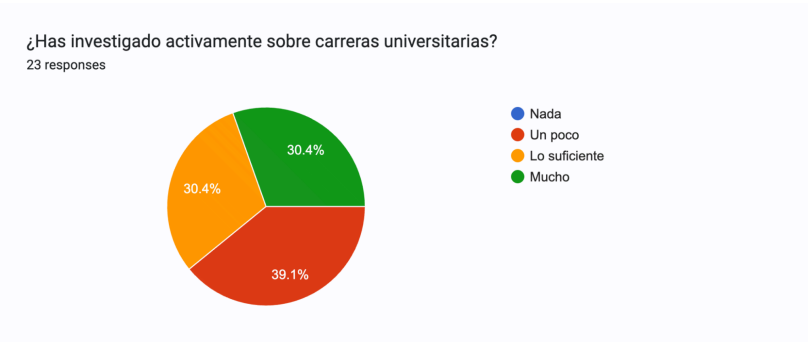
El 39.1% se mantiene neutral y un 21.7% en desacuerdo, reflejando una percepción de acompañamiento institucional insuficiente.

Figura 33. Nivel de estrés ante la elección de carrera



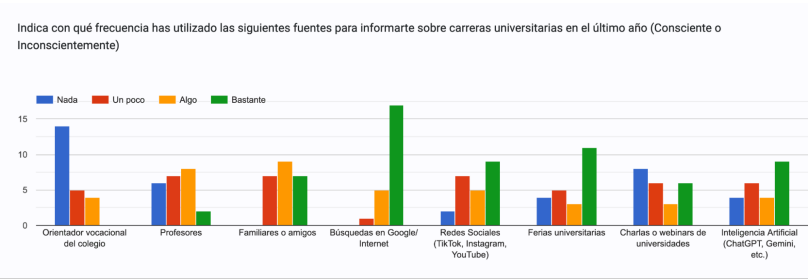
El 65.2% experimenta niveles altos o suficientes de estrés, confirmando la necesidad de apoyo emocional y orientación continua.

Figura 34. Grado de investigación sobre opciones de carrera



El 100% ha investigado alguna carrera; sin embargo, el 39.1% lo ha hecho “poco”, lo que evidencia investigación superficial.

Figura 35. Fuentes de información utilizadas



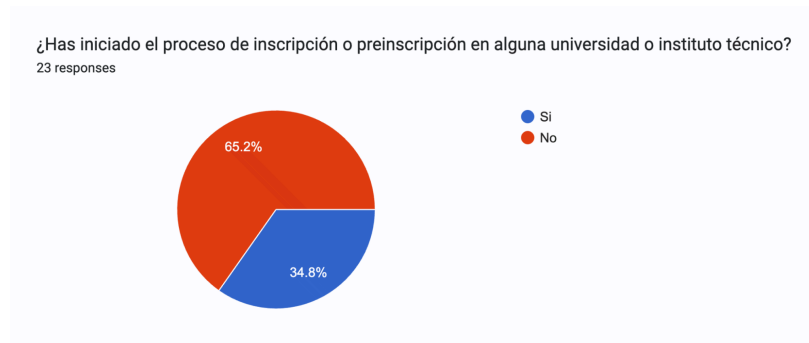
Las búsquedas en Internet y redes sociales son las fuentes predominantes, mientras que el orientador vocacional es la menos consultada.

Figura 36. Percepción de falta de información o guía



El 73.9% manifiesta sentir carencia de información suficiente para decidir su carrera, validando la necesidad de herramientas digitales de orientación.

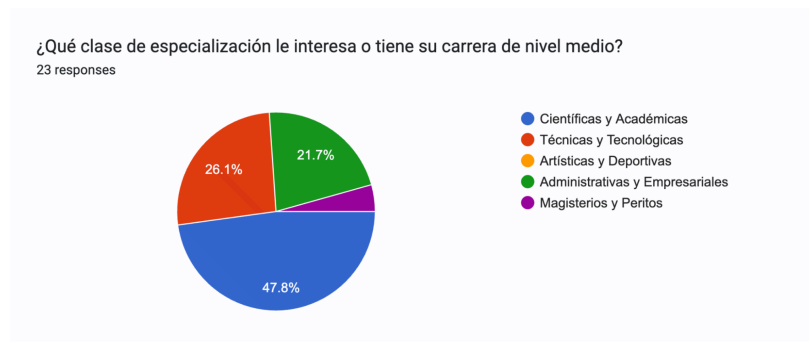
Figura 37. Inicio de proceso de inscripción universitaria



El 65.2 % aún no ha iniciado su proceso de inscripción, lo que confirma que se encuentran en una etapa decisiva para la orientación vocacional.

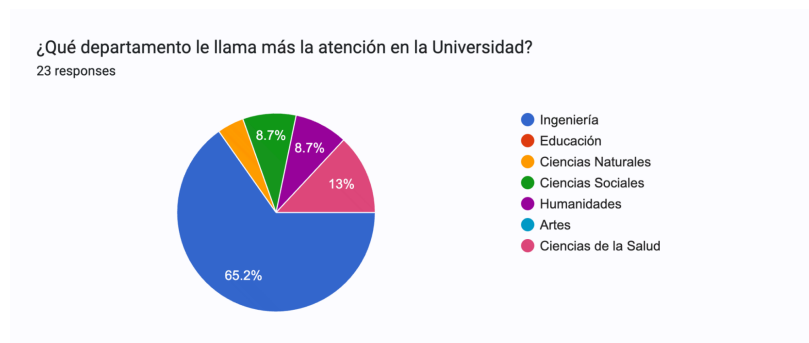
Formación y preferencias académicas

Figura 38. Especialización en el nivel medio



El 47.8 % proviene de carreras científicas o académicas, seguidas de técnicas (26.1 %) y administrativas (21.7 %), lo que indica diversidad de intereses formativos.

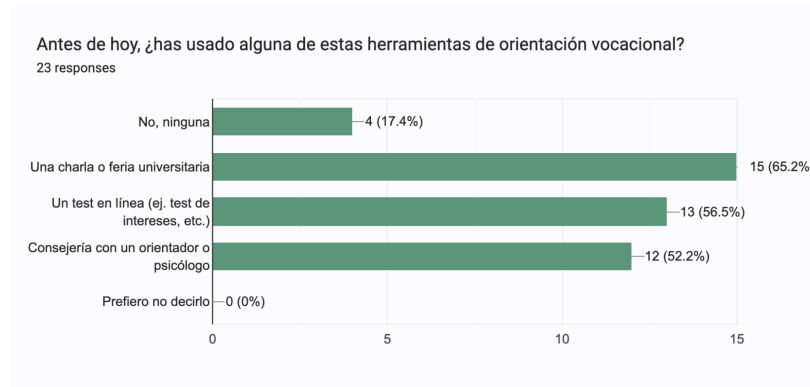
Figura 39. Departamento universitario de mayor interés



La Ingeniería concentra el 65.2 % del interés, seguida de Ciencias de la Salud (13 %), revelando una clara inclinación hacia áreas tecnológicas.

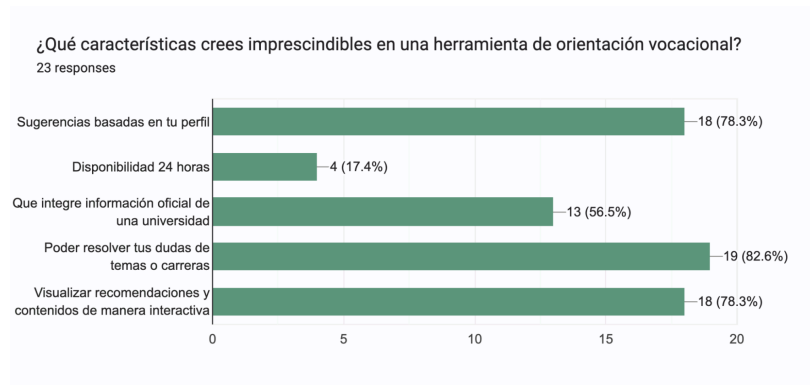
Experiencia y expectativas respecto a herramientas digitales

Figura 40. Experiencia previa con herramientas de orientación



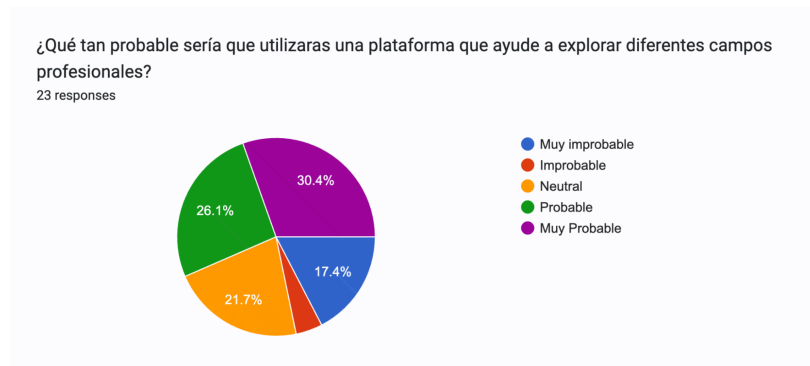
El 82.6 % ha usado alguna herramienta de orientación, principalmente ferias universitarias (65.2 %) o tests en línea (56.5 %).

Figura 41. Funciones consideradas imprescindibles en una app vocacional



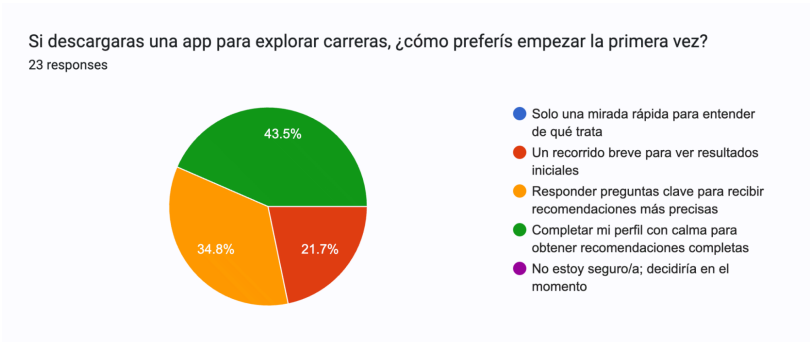
Las funciones más valoradas son resolver dudas (82.6 %) y recibir sugerencias personalizadas (78.3 %), seguidas de visualizaciones interactivas de carreras.

Figura 42. Probabilidad de uso de una aplicación de orientación vocacional



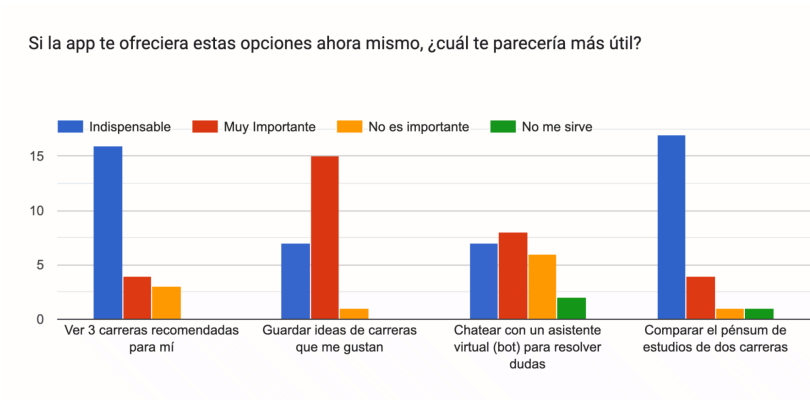
El 56.5 % considera probable o muy probable usar una aplicación de este tipo, aunque un 21.7 % se mantiene neutral y otro 21.7 % escéptico.

Figura 43. Preferencia de inicio en la aplicación



El 43.5 % prefiere iniciar con un cuestionario de preguntas clave y el 34.8 % con un recorrido breve, favoreciendo procesos rápidos y personalizados.

Figura 44. Utilidad percibida de funciones específicas



Las funciones “Ver tres carreras recomendadas” y “Comparar pènsums” son las más valoradas como indispensables, seguidas por “Guardar ideas de carreras”.

Cuadro 6. Principales hallazgos del estudio de mercado.

Dimensión	Hallazgos principales
Contexto tecnológico	Alta penetración móvil y predominio de Android. Limitaciones de datos en 40 % de la muestra.
Adopción potencial	56.5 % con alta probabilidad de uso de una app vocacional.
Funciones valoradas	Asistencia conversacional y recomendaciones personalizadas como elementos clave.
Intereses vocacionales	Predominio de ingeniería y áreas tecnológicas.

7.2. Arquitectura técnica e implementación

Esta sección detalla las decisiones de implementación, el stack tecnológico y la estructura del código que construyen la aplicación.

7.2.1. Stack tecnológico y librerías principales

El proyecto utiliza React Native y el ecosistema de Expo con TypeScript para tipado estático. El stack tecnológico prioriza librerías estables y mantenidas:

- **Navegación (Expo Router):** sistema de enrutamiento basado en archivos que simplifica la estructura del proyecto y reduce la configuración manual. Compatible con la navegación nativa de iOS y Android.
- **Gestión de estado (Zustand):** store de estado ligero que evita la complejidad de soluciones más pesadas. Su API permite manejar datos de autenticación, respuestas del quiz y preferencias del usuario con persistencia local.
- **Gestión de datos remotos (React Query):** maneja peticiones HTTP, cacheo de datos y sincronización con el servidor. Reduce peticiones innecesarias y mejora los tiempos de respuesta.
- **Estilos (Unistyles):** solución de estilos optimizada que proporciona mejor rendimiento que la API StyleSheet tradicional. Ofrece soporte nativo para temas y puntos de quiebre (*breakpoints*).
- **Animaciones y gestos (Reanimated y Gesture Handler):** React Native Reanimated ejecuta animaciones en el hilo de UI. Gesture Handler maneja gestos nativos. Ambas librerías permiten transiciones fluidas en el quiz, la navegación entre tarjetas y los controles interactivos.
- **Gráficos (React Native Skia):** motor de gráficos 2D que implementa efectos visuales como gradientes y desenfoques. El renderizado se ejecuta fuera del hilo de JavaScript, lo que mejora los fotogramas por segundo (FPS) en dispositivos de gama media.

7.2.2. Configuración del proyecto y estructura de código

El proyecto utiliza las herramientas estándar del ecosistema de Expo. La estructura de carpetas separa responsabilidades por módulo:

```
src/  
  app/           # Rutas (Expo Router)  
  components/    # Componentes reutilizables  
  api/           # Cliente HTTP y llamadas API  
  data/          # Datos simulados y constantes  
  stores/        # Estado global (Zustand)  
  hooks/         # Hooks personalizados  
  utils/         # Utilidades  
  assets/        # Recursos estáticos
```

7.2.3. Estimación de tamaño del código fuente

La herramienta *cloc* estimó la magnitud del código. El conteo considera únicamente los archivos del directorio `src/` y excluye dependencias, compilados y configuraciones automáticas.

Cuadro 7. Resumen de líneas de código del proyecto

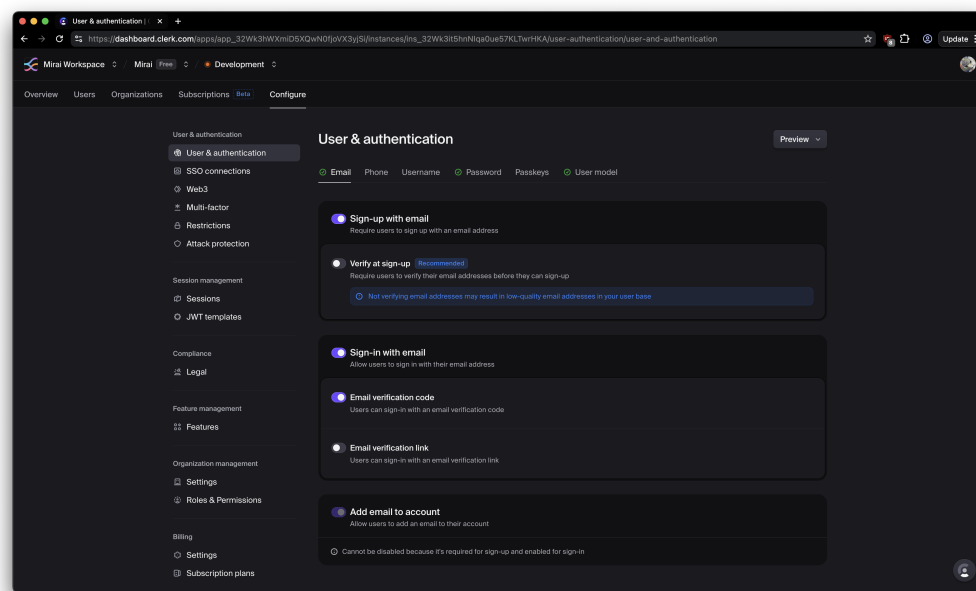
Tipo de archivo	Cantidad de archivos	Líneas de código
TypeScript (.ts, .tsx)	122	14 176

El resultado refleja aproximadamente 14 000 líneas de código activas, distribuidas en 122 archivos, lo que corresponde al núcleo funcional de la aplicación.

7.2.4. Autenticación con Clerk

El proyecto integra Clerk como proveedor de autenticación. El SDK maneja los flujos de registro, inicio de sesión y gestión de sesiones. La configuración utiliza `expo-secure-store` para almacenar tokens de forma segura. La solución gestiona verificación por código (OTP), proveedores OAuth (Google) y persistencia de sesiones. Las rutas de la aplicación se dividen en públicas y privadas, con redirección automática según el estado de autenticación.

Figura 45. Configuración de proveedores de autenticación en el dashboard de Clerk



7.2.5. Implementación de animaciones y microinteracciones

La arquitectura de animaciones utiliza *worklets* de Reanimated, que ejecutan código en el hilo de UI mediante la interfaz sincrónica de JavaScript (JSI). Los componentes interactivos emplean:

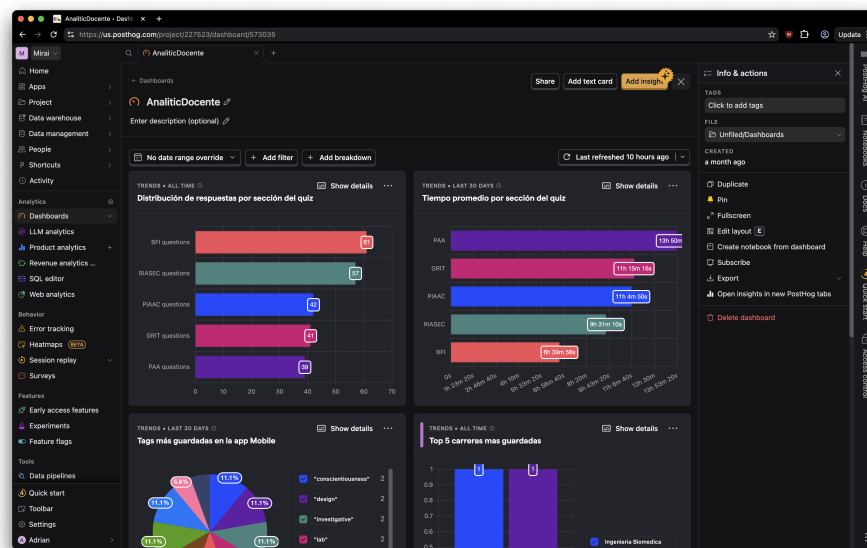
- **Valores compartidos (SharedValue):** sincronizan el estado de un gesto (posición, velocidad) con propiedades animadas (opacidad, escala) sin pasar por el puente de React Native.
- **Interpolaciones físicas:** funciones como `withSpring` crean animaciones con sensación de inercia controlada.
- **Retroalimentación táctil:** `expo-haptics` añade vibraciones en interacciones clave.

La integración con React Native Skia permite que estos valores compartidos controlen efectos visuales como gradientes o transformaciones. Las animaciones alcanzan 60 FPS.

7.2.6. Análítica de uso

El proyecto instrumenta analítica de uso con PostHog para capturar eventos clave y construir embudos de conversión. La configuración prioriza mínima intrusión y control de privacidad mediante recopilación selectiva de datos. Se registraron eventos en puntos clave de cada módulo. Cada evento captura módulo, acción y marca temporal. Esto permite calcular tasas de conversión, tiempo promedio por tarea y patrones de navegación. La Figura 46 muestra el panel de visualización configurado.

Figura 46. Panel de PostHog para monitoreo de interacción



Métricas obtenidas por módulo. El Cuadro 8 detalla los eventos instrumentados y las métricas derivadas de ellos.

Cuadro 8. Métricas y eventos principales de analítica de uso

Módulo	Indicador	Propósito y métricas clave
Autenticación	Éxito de inicio de sesión	Medir la conversión del flujo de registro e identificar los métodos de autenticación más utilizados.
Cuestionario	Inicio, avance y finalización de sesión	Analizar la tasa de completitud del cuestionario y la duración promedio de respuesta por usuario.
Interacción en preguntas	Visualización, respuesta y navegación	Detectar patrones de avance o retroceso que indiquen dificultad o abandono en determinadas secciones.
Exploración de carreras	Visualización, guardado y deslizamiento de tarjetas	Identificar áreas de interés y afinidad vocacional a partir de las acciones realizadas dentro del módulo de exploración.
Búsqueda	Consultas y resultados seleccionados	Evaluar la precisión y relevancia del motor de búsqueda, observando la relación entre consultas y clics efectivos.
Asistente conversacional	Activación y mensajes enviados	Caracterizar el uso del asistente, incluyendo el punto de entrada, la frecuencia y la longitud promedio de las consultas.
Perfil del usuario	Visualización y gestión de resultados	Monitorear la interacción con el perfil personal, el uso de funciones de guardado y la eliminación de resultados anteriores.

7.3. Resultados por módulo (según requisitos funcionales)

Esta sección presenta los resultados visuales de la aplicación *Mirai*, organizados por módulo conforme a los requisitos establecidos previamente. Las capturas corresponden a la versión final ejecutada en un simulador de iPhone 16 Pro, utilizando el modo oscuro predeterminado de la interfaz.

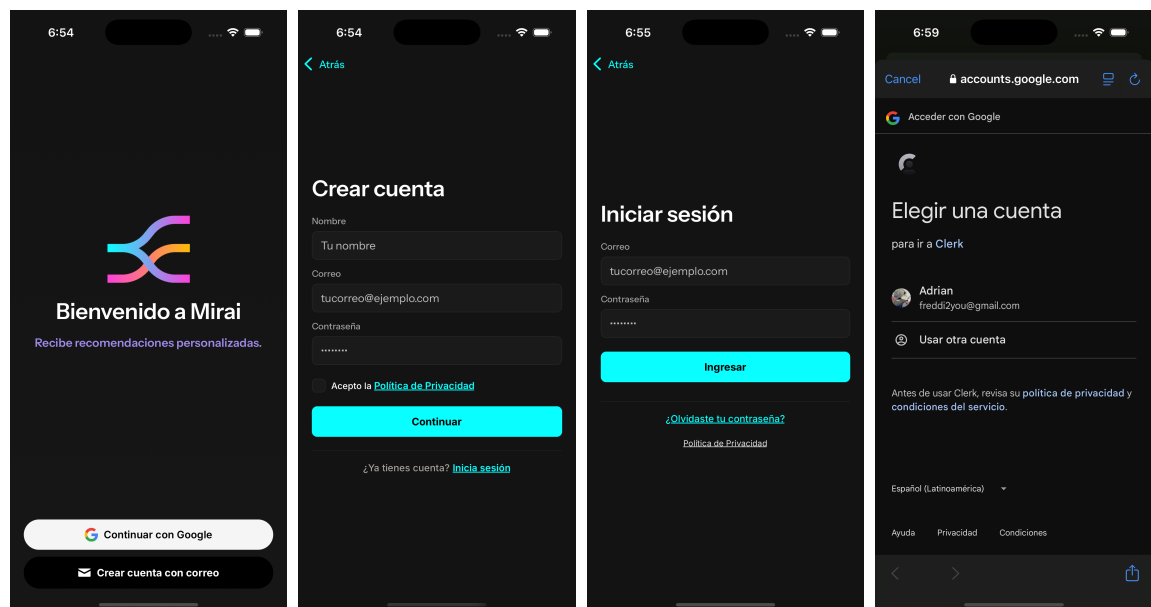
Se destacan las secuencias principales que representan el flujo de usuario previsto para cada módulo: autenticación, cuestionario vocacional, exploración, carreras, chat y perfil. Por razones de brevedad, no se incluyen todas las variaciones visuales del sistema. Se omiten deliberadamente versiones equivalentes en *modo claro*, capturas en dispositivos *Android* y pantallas intermedias.

7.3.1. Módulo de autenticación

El módulo de autenticación ofrece dos vías de acceso: crear cuenta con correo y contraseña, o autenticar mediante Google OAuth. La arquitectura minimiza los pasos requeridos para reducir la fricción en el acceso inicial. Clerk administra las credenciales y tokens de sesión de forma segura.

La persistencia de sesión mantiene al usuario autenticado entre aperturas de la aplicación. Este mecanismo evita solicitudes repetidas de credenciales y permite el acceso inmediato a la aplicación.

Figura 47. Flujo completo del módulo de autenticación



(a) Pantalla inicial

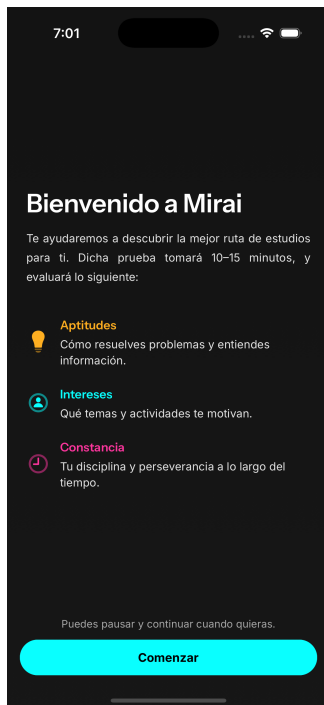
(b) Registro de cuenta

(c) Inicio de sesión

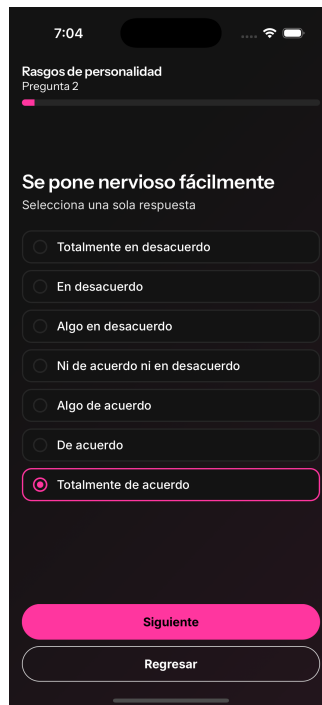
(d) Autenticación OAuth

7.3.2. Quiz vocacional

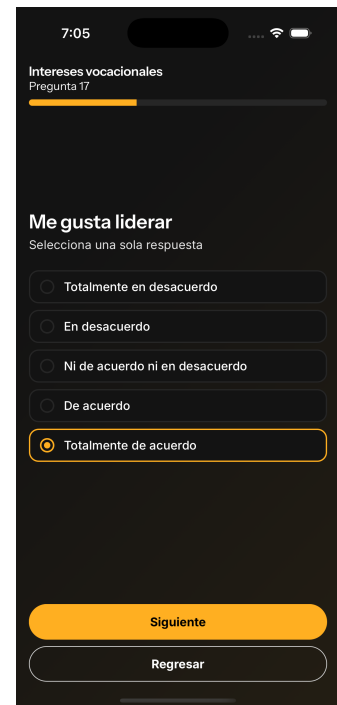
Figura 48. Secuencia completa del cuestionario vocacional



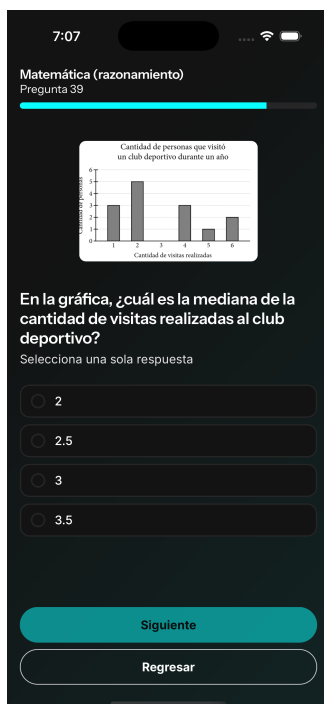
(a) Pantalla inicial



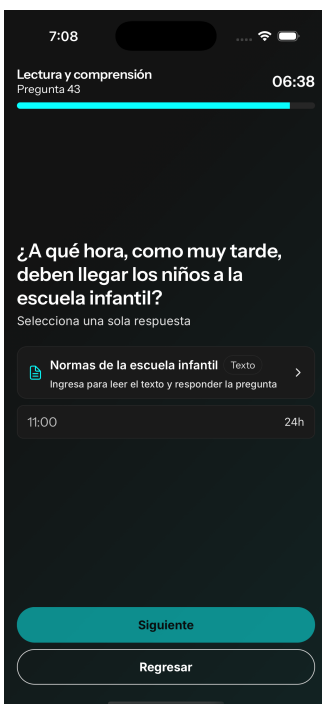
(b) Pregunta de rasgo



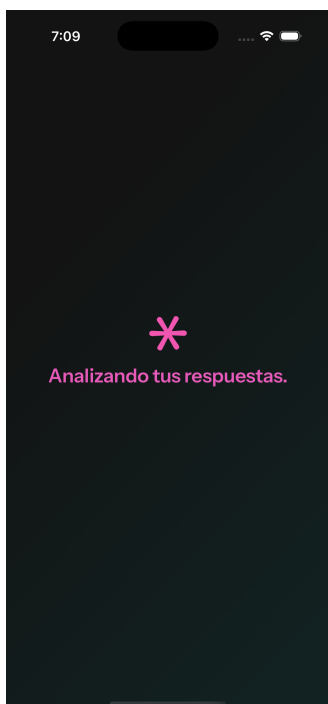
(c) Pregunta de interés



(d) Razonamiento lógico



(e) Comprensión lectora



(f) Procesamiento final

El cuestionario evalúa personalidad (RIASEC y Big Five), perseverancia (Grit) y aptitud cognitiva (razonamiento lógico y comprensión lectora). Cada tipo de pregunta presenta un diseño diferenciado. El sistema implementa persistencia automática del progreso.

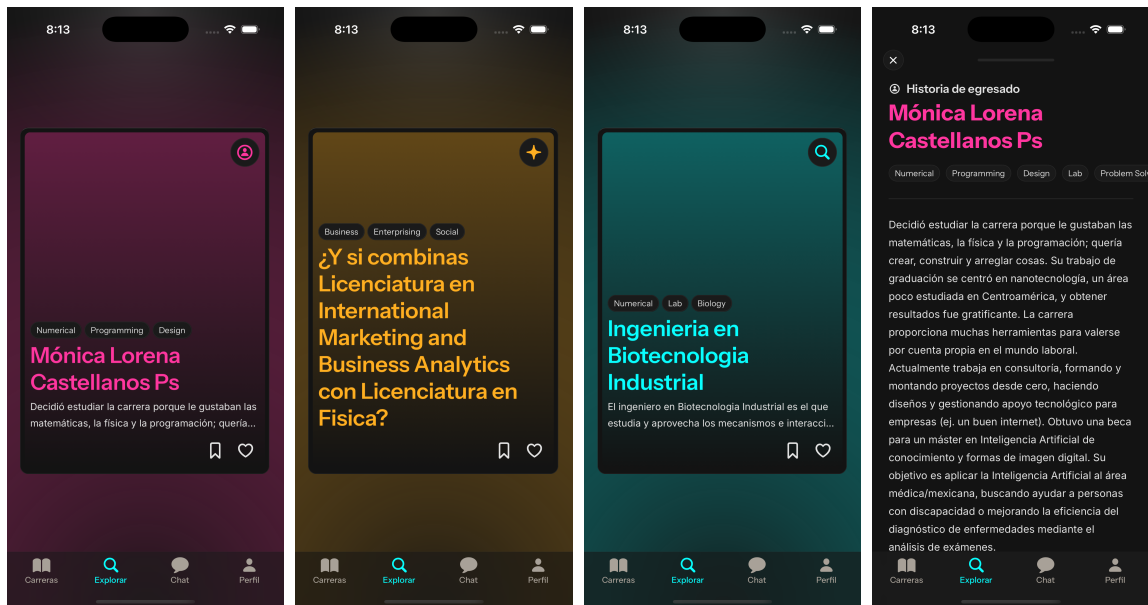
Al finalizar, se genera el perfil psicométrico que alimenta el algoritmo de recomendación. La duración promedio es inferior a diez minutos.

7.3.3. Exploración

El módulo de exploración presenta un feed vertical con tarjetas de tres tipos: historias de egresados, propuestas interdisciplinarias y carreras. Cada tarjeta incluye botones para guardar (bookmark) o indicar interés (like). El sistema registra estas interacciones para ajustar las recomendaciones futuras.

Al seleccionar una tarjeta, se accede al contenido detallado. Este mecanismo cumple el requisito de personalización adaptativa mediante análisis continuo de preferencias.

Figura 49. Tipos de tarjetas del módulo de exploración



(a) Historia de egresado

(b) Propuesta what if

(c) Tarjeta de carrera

(d) Detalle de tarjeta

7.3.4. Carreras

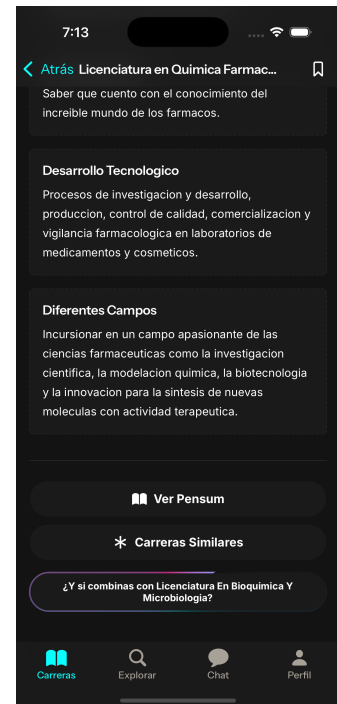
Figura 50. Módulo completo de carreras



(a) Top 5 de afinidad



(b) Ficha detallada



(c) Navegación asociada



(d) Generación What If



(e) Carreras similares



(f) Búsqueda y filtros

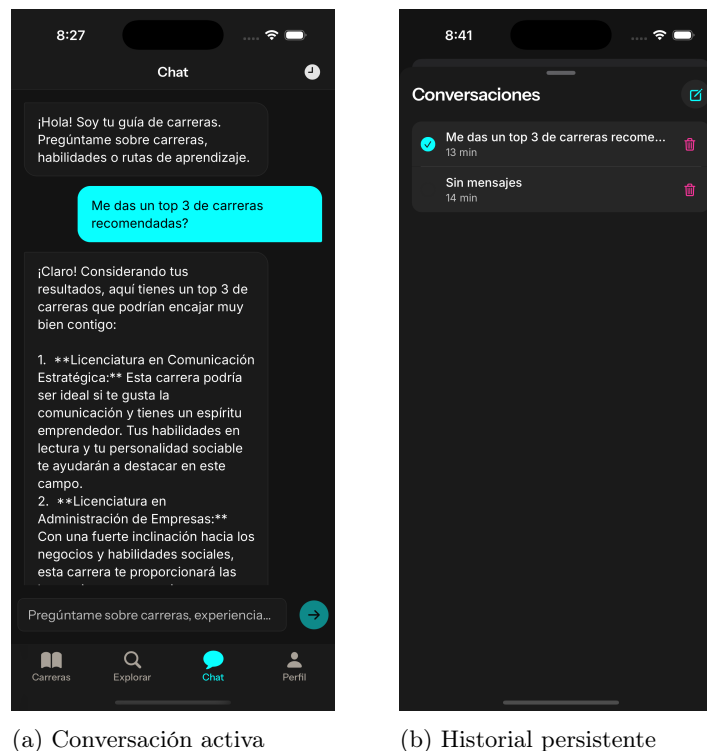
El módulo de carreras combina el sistema de recomendación, la exploración de programas académicos y propuestas interdisciplinarias. La pantalla principal presenta automáticamente el Top 5 de carreras afines al perfil del usuario, usando los resultados psicométricos del cuestionario. Cada carrera muestra un porcentaje de afinidad generado por un algoritmo de ponderación.

Al elegir una carrera, se despliega una ficha con descripción, áreas de desarrollo, salarios medios, etc. En la parte inferior, hay botones de acceso rápido al pensum, carreras similares y propuestas interdisciplinarias. El sistema What If combina dos áreas de estudio mediante inteligencia artificial para sugerir escenarios complementarios. El módulo incluye una pantalla de búsqueda, permitiendo filtrar por nombre, facultad, duración, empleabilidad y otras características.

7.3.5. Chat orientativo

El módulo de chat implementa un asistente conversacional basado en inteligencia artificial. El sistema accede al perfil psicométrico del usuario, sus resultados del cuestionario y su historial de interacciones para generar respuestas contextualizadas. Las consultas pueden abordar dudas sobre carreras específicas, solicitudes de comparación entre programas o aclaraciones sobre los resultados del quiz. El historial de conversaciones se persiste en el dispositivo del usuario.

Figura 51. Asistente conversacional con contexto personalizado



(a) Conversación activa

(b) Historial persistente

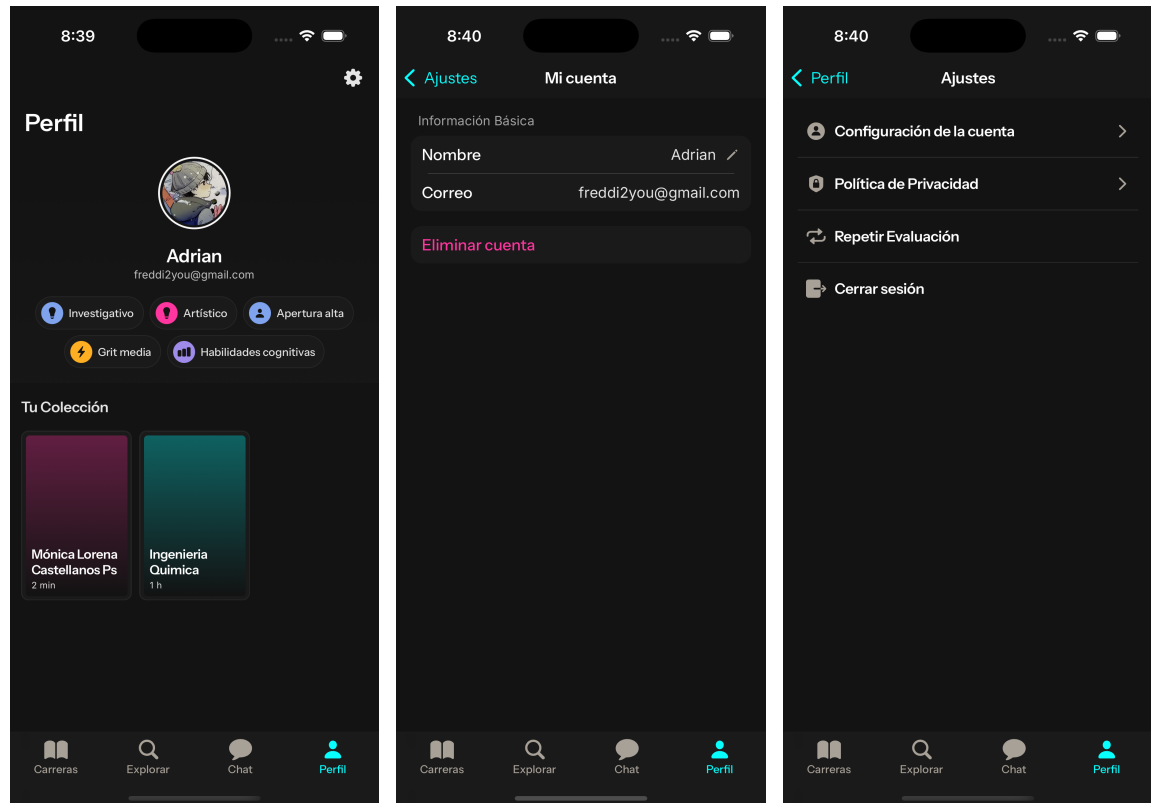
7.3.6. Perfil y control de datos

El módulo de perfil centraliza la gestión de información personal y preferencias del usuario. La pantalla principal muestra los resultados del cuestionario vocacional, las tarjetas

guardadas durante la exploración y el acceso rápido a las configuraciones de cuenta. El usuario puede modificar su nombre, correo electrónico o solicitar la eliminación permanente de su cuenta.

La sección de configuración incluye opciones para retomar el cuestionario vocacional, cerrar sesión de forma segura y consultar la política de privacidad. La funcionalidad de eliminación de cuenta ejecuta un borrado irreversible de todos los datos asociados al usuario, cumpliendo con principios de transparencia y control de datos personales establecidos en el marco teórico.

Figura 52. Módulo de gestión de perfil y control de privacidad



(a) Resultados y guardados

(b) Configuración de cuenta

(c) Opciones generales

Los módulos implementados cumplen con los criterios de aceptación definidos en la Sección 6.2. Las capturas presentadas demuestran el funcionamiento de cada módulo según los requisitos establecidos: autenticación con persistencia de sesión, cuestionario con generación de perfil, exploración adaptativa, visualización detallada de carreras, asistencia conversacional y gestión de perfil con control de privacidad.

7.4. Perfilamiento y rendimiento

Se perfiló el rendimiento de tres módulos principales (Chat, Exploración y Carreras) mediante *Flashlight* sobre una versión *release* en dispositivo físico (Samsung S24, Android). Las pruebas automatizadas emplearon gestos simulados por *ADB*. Las métricas medidas incluyen: FPS, uso de CPU, consumo de RAM y estabilidad del renderizado.

Cuadro 9. Comparativo de métricas promedio entre módulos

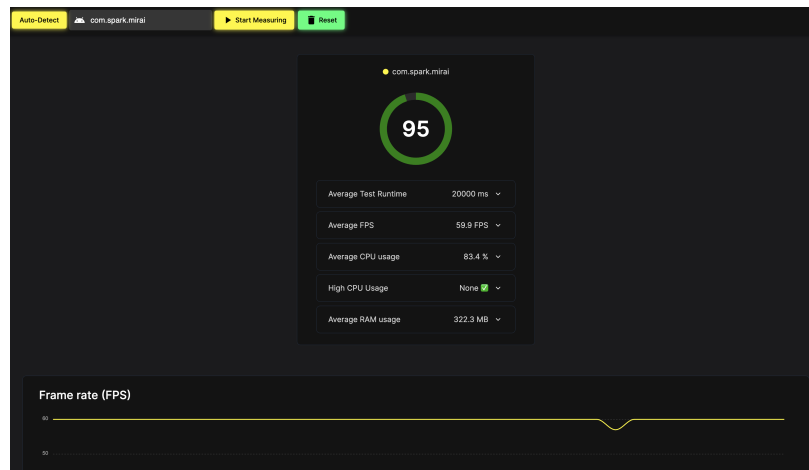
Métrica	Chat	Exploración	Carreras
FPS promedio	57.2	59.3	60
CPU promedio	111.5 %	90.9 %	89.9 %
RAM promedio (MB)	354.1	400.7	329.8
Duración de prueba (ms)	14331	15292	36500

Los tres módulos mantienen FPS superior a 57, cumpliendo el requisito de fluidez visual. El uso de CPU presenta picos esperados durante animaciones y transiciones. El consumo de RAM se mantiene estable en el rango de 330-400 MB. Los detalles de configuración y comandos de automatización se documentan en el Anexo 12.1.

7.4.1. Herramientas de perfilado

Durante el desarrollo se utilizó el *Performance Monitor* de React Native para identificar cuellos de botella. Para las mediciones finales se empleó *Flashlight* sobre compilación *release* en dispositivo físico.

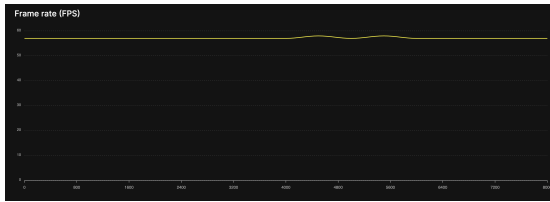
Figura 53. Panel de resultados de Flashlight con métricas agregadas



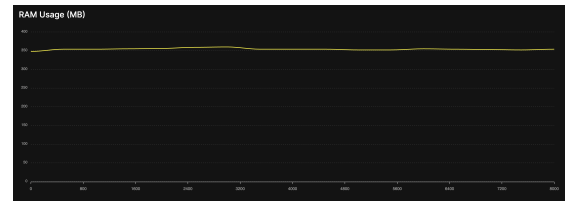
7.4.2. Módulo chat

Se evaluó el desplazamiento continuo en una conversación con 500 mensajes. El flujo automatizado simuló gestos verticales para analizar estabilidad de renderizado y consumo de recursos.

Figura 54. Rendimiento del módulo chat: FPS y RAM

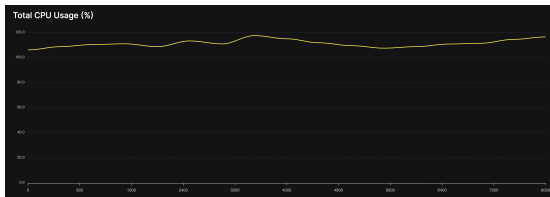


(a) Tasa de cuadros por segundo

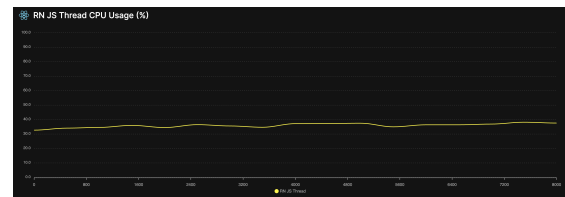


(b) Consumo de memoria RAM

Figura 55. Rendimiento del módulo chat: CPU



(a) Uso total de CPU



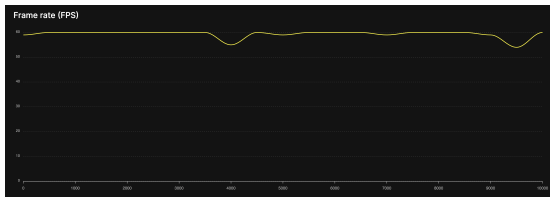
(b) Uso de CPU del hilo JS

El FPS promedio alcanzó 57.2 (Figura 54a). El consumo de RAM fue de 354.1 MB con comportamiento estable (Figura 54b). El uso de CPU promedió 111.5 % con el hilo JavaScript entre 30–40 % (Figura 55).

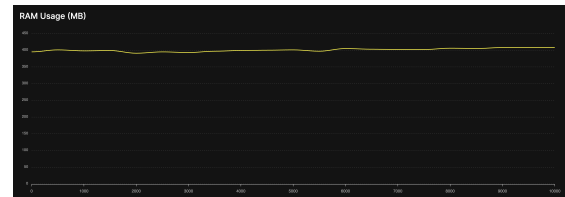
7.4.3. Módulo exploración

Se simuló la exploración de tarjetas deslizables mediante gestos automatizados. Las métricas evaluaron la fluidez de animaciones y el impacto en el hilo de JavaScript.

Figura 56. Rendimiento del módulo exploración: FPS y RAM

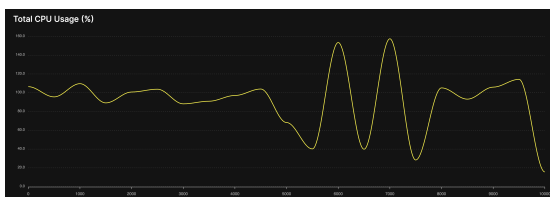


(a) Tasa de cuadros por segundo

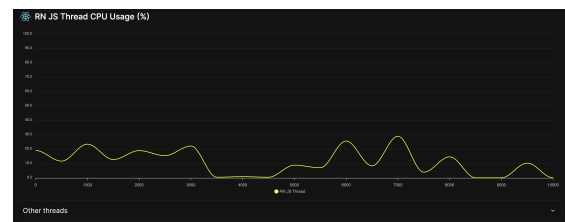


(b) Consumo de memoria RAM

Figura 57. Rendimiento del módulo exploración: CPU



(a) Uso total de CPU



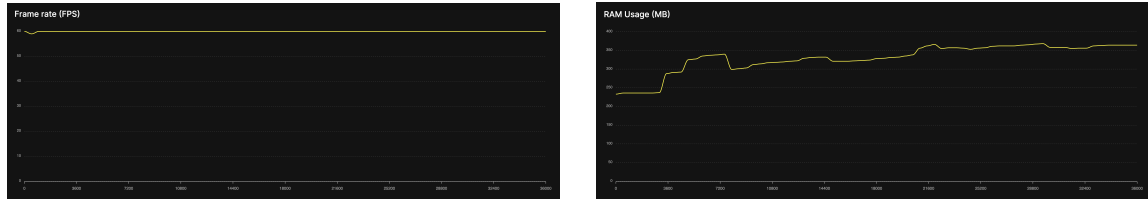
(b) Uso de CPU del hilo JS

El FPS promedio fue de 59.3 (Figura 56a). El consumo de RAM alcanzó 400.7 MB (Figura 56b). El uso de CPU promedió 90.9 % con picos de 160 %. El hilo JavaScript se mantuvo bajo 30 % (Figura 57).

7.4.4. Módulo carreras

Se evaluó la navegación entre fichas, el renderizado del pensum interactivo y las animaciones de transición mediante pruebas manuales.

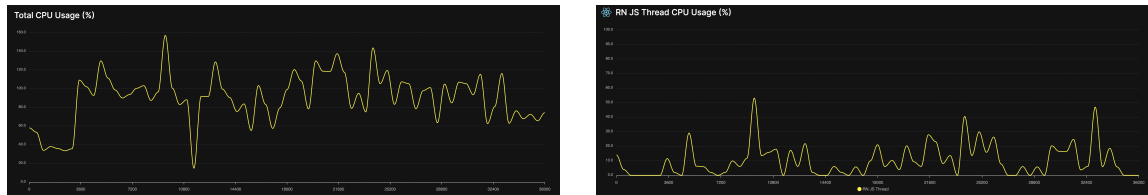
Figura 58. Rendimiento del módulo carreras: FPS y RAM



(a) Tasa de cuadros por segundo

(b) Consumo de memoria RAM

Figura 59. Rendimiento del módulo carreras: CPU



(a) Uso total de CPU

(b) Uso de CPU del hilo JS

El FPS promedio fue constante en 60 (Figura 58a). El consumo de RAM promedió 329.8 MB, estabilizándose en 365 MB (Figura 58b). El uso de CPU promedió 89.9 % con picos superiores a 150 %. El hilo JavaScript no excedió el 55 % (Figura 59).

7.5. Resultados de pruebas de usabilidad

7.5.1. Perfil de participantes

La evaluación se realizó con una muestra de $N = 6$ participantes. El grupo incluyó pares universitarios y personas adultas jóvenes, con edades entre 20 y 45 años. Todos los participantes reportaron un uso frecuente de aplicaciones móviles y distintos niveles de experiencia técnica, aunque ninguno había utilizado previamente plataformas de orientación vocacional. El número de tareas completadas varió levemente entre módulos debido a simplificaciones del protocolo, lo cual no afectó la comparabilidad general de resultados.

7.5.2. Métricas cuantitativas

Los resultados de desempeño (tareas) y percepción (cuestionario) se resumen en el Cuadro 10. Los cálculos del Índice de Éxito Promedio (I_E) y del Puntaje de Satisfacción Promedio (I_S) se basan en las fórmulas definidas en la metodología.

Cuadro 10. Resultados de pruebas de usabilidad por módulo ($N = 6$)

Módulo	Fallo (E0)	Parcial (E1)	Éxito (E2)	Satisfacción (/5.0)
Autenticación	1	0	5	4.33
Carreras	0	1	14	4.50
Chat	0	1	17	4.67
Exploración	0	0	6	4.33
Match	0	0	12	4.67
Perfil	0	0	20	5.00
Quiz	0	0	10	5.00

- **Índice de Éxito Promedio (I_E):** 0.97
- **Puntaje de Satisfacción Promedio (I_S):** 4.64 / 5.0

Los resultados evidencian una usabilidad general alta: la mayoría de las tareas se completaron sin asistencia y con niveles de satisfacción superiores a 4.5 puntos en promedio.

7.5.3. Hallazgos cualitativos

El análisis de observaciones y comentarios permitió identificar los siguientes patrones:

- **Puntos fuertes:** los módulos fueron percibidos como fluidos e intuitivos. Se destacó que el flujo de uso es ligero, sin abrumar con opciones o tutoriales innecesarios. La claridad de las respuestas del asistente conversacional fue valorada positivamente.
- **Autenticación:** se reportó baja visibilidad del checkbox para aceptar términos y condiciones.
- **Carreras:** se identificaron dificultades para localizar el menú de navegación, descrito como “un poco escondido”. Se sugirió agregar animaciones para indicar cursos adicionales y se reportó un error menor en la carga de pensums asociados al año académico. Algunos usuarios solicitaron la opción de repetir evaluación directamente desde esta pantalla. Se reportó dificultad para entender las tarjetas de egresados, sugiriendo agregar etiquetas identificadoras del tipo de tarjeta.

- **Chat:** múltiples participantes manifestaron que no era claro cómo crear una nueva conversación, al estar la opción dentro del historial. Se sugirió usar un ícono de signo + para crear chats, mejorar la visibilidad del botón de creación colocándolo a la par del botón de historial, permitir nombrar conversaciones y usar otro ícono para revisar el historial de chats. Se sugirió enviar el mensaje de una vez, en vez de colocarlo como prompt.
- **Exploración:** los usuarios solicitaron una vista alternativa en formato de cuadrícula y la posibilidad de elegir carreras para combinar en escenarios *what-if*. Se sugirió poder resumir la información en imágenes en lugar de texto.
- **Perfil:** se recomendó agregar efectos visuales o tutoriales para indicar que las etiquetas son interactivas.
- **Quiz:** los participantes sugirieron que todas las opciones de Likert estén en el mismo orden, colocar un indicador para expandir imágenes y hacer visible el cronómetro para visualizar el enunciado. Se sugirió colocar las preguntas después de la explicación, empezar con las opciones positivas y explicar mejor los resultados de los tests. Se reportó que las imágenes en algunas preguntas están muy pequeñas.

7.5.4. Iteraciones realizadas

Los hallazgos identificados se tomaron en cuenta para implementar ajustes finales antes del cierre del proyecto, priorizando aquellos que afectaban la navegabilidad y claridad de acciones principales.

8.1. Integración de la investigación preliminar y la definición de requisitos

Los resultados de la encuesta y el análisis del contexto digital aportaron restricciones y oportunidades concretas que guiaron el diseño funcional. La alta penetración móvil y el predominio de Android junto con una mayoría de dispositivos de gama media y planes de datos limitados orientaron decisiones tempranas: compatibilidad multiplataforma y la eficiencia de recursos. El uso intenso del teléfono durante días de clase justificó un enfoque *mobile-first* con sesiones breves y resumibles.

En cuanto a expectativas y necesidades, el estrés reportado ante la elección de carrera, la percepción de acompañamiento escolar insuficiente y la preferencia por resolver dudas y recibir sugerencias personalizadas gufaron el flujo de la aplicación. Un cuestionario psicométrico como punto de partida, un sistema de recomendación que aprende de las interacciones y un asistente conversacional para apoyo contextual.

Estas evidencias, junto con la investigación preliminar, se tradujeron en requisitos: Autenticación, Quiz, Exploración, Carreras, Chat y Perfil. Cada requisito funcional se acompañó de criterios de aceptación centrados en la experiencia (fluidez, claridad, persistencia, personalización) y de lineamientos no funcionales (rendimiento, uso de datos, accesibilidad y consistencia visual). Se usaron historias de usuario y criterios de aceptación para asegurar que el diseño respondiera a las necesidades del público.

8.2. Desarrollo del producto y cumplimiento de requisitos

El prototipo evolucionó a un producto funcional que preserva la intención original: brindar orientación vocacional personalizada a través de un flujo integrado. El recorrido implementado conecta el perfil psicométrico con la exploración guiada y la consulta profunda de carreras, sin romper la continuidad de la experiencia.

La verificación modular confirmó la coherencia entre diseño y ejecución. Los flujos de acceso y la persistencia de sesión reducen la fricción inicial. El cuestionario multidimensional genera perfiles compactos y utilizables. La exploración transforma gestos en señales que

alimentan recomendaciones relevantes. Las fichas de carrera y el asistente contextual sostienen la continuidad del recorrido sin fragmentarlo. El perfil centralizado facilita el control de datos y la privacidad. En conjunto, estas comprobaciones justifican priorizar pruebas en campo y métricas de impacto para la siguiente iteración.

La consistencia entre propuesta y resultado se evidenció en la verificación de criterios de aceptación por módulo y en la integración progresiva con servicios externos. Una estrategia de desarrollo iterativa con datos simulados permitió desacoplar el avance de la interfaz de la disponibilidad del backend, mitigando riesgos y manteniendo el foco en la calidad de interacción. Los principales retos se concentraron en la sincronización entre el perfil psicométrico, el feed de exploración y la navegación asociada del módulo de Carreras.

8.3. Aspectos técnicos y desempeño del sistema

Las decisiones tecnológicas permitieron mantener la experiencia sin afectar el rendimiento. React Native con Expo permitió cubrir Android e iOS con una sola base de código y un ecosistema maduro. Reanimated ejecutó animaciones en el hilo de UI y Gesture Handler gestionó gestos nativos; la combinación con Skia habilitó efectos visuales y microinteracciones a 60 FPS en escenarios representativos. Este conjunto técnico redujo el trabajo del hilo de JavaScript en interacciones críticas, manteniendo la respuesta táctil estable.

Las mediciones en dispositivo físico muestran que el sistema alcanza fluidez cercana a 60 FPS en los módulos más exigentes (Exploración y Carreras) y estabilidad aceptable en Chat con listados densos. El consumo de memoria se mantiene en rangos coherentes con dispositivos de gama media y el uso de CPU presenta picos durante animaciones y desplazamientos largos, sin traducirse en caídas perceptibles en la tasa de cuadros. En conjunto, los resultados confirman que las microinteracciones y animaciones aportan claridad y dinamismo sin comprometer la estabilidad.

Finalmente, la instrumentación con analítica de producto habilita el seguimiento de embudos y eventos clave (inicio/fin de quiz, guardados en exploración, activación del chat, navegación en carreras). Esta capa convierte la aplicación en un sistema medible, capaz de orientar iteraciones futuras con evidencia.

8.4. Evaluación de la usabilidad

La evaluación combinó observación de tareas con un cuestionario posterior por módulo. Los seis participantes completaron casi todas las tareas sin ayuda, con un índice de éxito de 0.97 y una satisfacción promedio de 4.64 sobre 5. Perfil y Quiz obtuvieron calificaciones perfectas; el resto de módulos se situó entre 4.33 y 4.67. Solo se registró un fallo completo y dos tareas con apoyo menor, lo que confirma estabilidad en el recorrido principal.

En conjunto, los resultados sostienen que el producto está bien diseñado y resulta atractivo. La fluidez de gestos y transiciones, junto con respuestas claras del asistente conversacional, facilitó la comprensión y el logro de tareas. Las fricciones se concentran en descubribilidad y señalización: visibilidad del checkbox en Autenticación, acceso a la creación de chats, jerarquía de navegación en Carreras y alternativas de vista en Exploración. Son ajustes puntuales de interacción, no problemas estructurales.

En síntesis, la aplicación es usable y coherente en su estructura general. Las pruebas revelaron fricciones específicas que no habrían sido evidentes sin la observación directa: controles poco visibles, alternativas de vista ausentes y señalización inconsistente en algunos

módulos. Estos hallazgos guiaron ajustes inmediatos y servirán de base para una validación formal con el público objetivo.

8.5. Limitaciones y consideraciones contextuales

El sistema cumple los objetivos funcionales definidos, pero requiere una validación cultural y contextual más amplia. La aplicación se diseñó principalmente con participación de estudiantes capitalinos, lo que limitó la representación de otras realidades educativas. Para reflejar mejor la diversidad cultural y lingüística del nivel medio en Guatemala, será necesario realizar pruebas con estudiantes de distintas regiones, incluidos hablantes de idiomas mayas y comunidades rurales. Este proceso permitirá ajustar el lenguaje, los íconos y los escenarios de orientación para garantizar que la aplicación responda al entorno educativo nacional.

En el ámbito técnico, el sistema de recomendación aún depende de un conjunto de datos en expansión. El modelo necesita más perfiles y registros locales para mejorar la precisión de las recomendaciones psicométricas. Algunos datos, como los rangos salariales y las proyecciones laborales, se adaptaron temporalmente de fuentes internacionales por limitaciones de tiempo y presupuesto. Estas carencias no afectan la funcionalidad ni el flujo de interacción, ya que la estructura modular permite actualizar la información y mejorar el modelo sin modificar la experiencia del usuario.

8.6. Síntesis general

Cada fase aportó al cumplimiento del objetivo general. La investigación preliminar definió el problema y las restricciones del contexto. Los requisitos tradujeron esas necesidades en funciones verificables. El desarrollo integró módulos coherentes con un sistema de recomendación continuo. El desempeño técnico mantuvo la fluidez necesaria para que las micro-interacciones reforzaran la claridad. La evaluación de usabilidad cerró el ciclo con evidencia de comprensión, eficiencia y oportunidades de mejora.

Aunque el sistema requiere una validación cultural más amplia y un modelo de recomendación entrenado con datos locales, los resultados confirman que la aplicación cumple su propósito funcional y metodológico. La estructura de interacción, la coherencia del diseño y la estabilidad técnica muestran que el proyecto alcanzó los objetivos planteados y constituye una base sólida para futuras iteraciones adaptadas al contexto guatemalteco.

9.1. Conclusiones

Se desarrolló *Mirai*, una aplicación móvil diseñada para brindar orientación vocacional a estudiantes de nivel diversificado. El sistema integra un cuestionario psicométrico basado en los modelos RIASEC, Big Five y Grit, complementado con medidas de aptitud y comprensión lectora derivadas de los marcos PAA y PIAAC, con un motor de recomendación continuo y un asistente conversacional. La arquitectura técnica seleccionada, React Native junto con el ecosistema de Expo, demostró ser una base tecnológica viable para la implementación de los módulos propuestos.

La investigación preliminar fue decisiva para la definición de requisitos. Los hallazgos sobre el contexto tecnológico de los estudiantes, caracterizado por el predominio de dispositivos Android de gama media, y sus expectativas sobre personalización y asistencia conversacional, guiaron los módulos del producto. Estos resultados justificaron el enfoque en un diseño accesible y en la incorporación de un asistente de inteligencia artificial.

El diseño de la interfaz de usuario se adhirió a los principios de HCI y a los objetivos de diseño centrado en el usuario. La implementación de microinteracciones y animaciones mediante las librerías Reanimated y Skia proporcionó retroalimentación visual fluida y reforzó la experiencia de usuario. Este resultado confirma el cumplimiento del objetivo específico relacionado con la experiencia de interacción.

Las pruebas técnicas de perfilamiento realizadas en un dispositivo físico validaron el rendimiento y la estabilidad del sistema. Los módulos con mayor carga de interacción mantuvieron tasas de cuadros por segundo cercanas a 60, con un uso de CPU y memoria dentro de los parámetros esperados. Estos resultados confirman que la arquitectura seleccionada gestiona de forma eficiente las animaciones y los gestos en la gama de dispositivos objetivo.

La evaluación de usabilidad confirmó que la aplicación es intuitiva y coherente en su flujo general. Los participantes completaron las tareas con éxito y manifestaron satisfacción

con la estética y la interacción. Los hallazgos cualitativos permitieron identificar y corregir fricciones de descubribilidad que no habrían sido evidentes sin observación directa. Estos resultados validan el diseño de la experiencia de usuario y establecen una base empírica para la validación formal con estudiantes de nivel diversificado.

El trabajo aporta una solución tecnológica concreta a la problemática de la orientación vocacional en Guatemala, superando el enfoque de pruebas estáticas. *Mirai* establece una base metodológica y técnica para un sistema de orientación continuo, adaptativo y centrado en el usuario, respondiendo a la necesidad de herramientas personalizadas identificada en la justificación del proyecto.

A partir del desarrollo y análisis de la aplicación, se identificaron oportunidades de mejora orientadas a fortalecer la precisión técnica, la validez educativa y la pertinencia contextual del sistema. Las siguientes recomendaciones resumen los aspectos prioritarios a considerar en etapas posteriores:

- **Consolidar y validar las fuentes de datos.** Es prioritario unificar las fuentes estadísticas sobre matrícula, empleabilidad, demanda laboral y rangos salariales. Este proceso permitirá alinear las recomendaciones con el contexto guatemalteco y mejorar la precisión del motor de inferencia.
- **Validar y ampliar la revisión del instrumento psicométrico.** El cuestionario fue evaluado y discutido con una especialista en psicología educativa, lo que permitió verificar la coherencia de los ítems y su correspondencia con los modelos teóricos aplicados. Sin embargo, se recomienda ampliar el proceso de validación con la participación de un panel multidisciplinario de pedagogos, psicólogos y orientadores vocacionales. Esta revisión colaborativa permitirá fortalecer la validez del instrumento, ajustar el lenguaje a distintos contextos socioculturales y mejorar la pertinencia de los perfiles generados.
- **Ampliar la validación técnica y de usabilidad.** Es necesario realizar pruebas formales con estudiantes de nivel diversificado, así como pruebas de rendimiento en dispositivos iOS y de gama baja. Estas evaluaciones deben incluir escenarios de conectividad limitada y revisión de diseño adaptable (*responsive*) para garantizar consistencia funcional en distintos entornos.
- **Implementar una función de comparación de programas.** Se recomienda desarrollar un módulo que permita contrastar de forma directa los atributos de dos o más programas académicos (pénsum, costos, perfil de egreso y empleabilidad). Esta herramienta facilitaría decisiones vocacionales más informadas.
- **Auditar e iterar sobre la accesibilidad de la interfaz.** Debe realizarse una auditoría formal de accesibilidad que verifique la compatibilidad con lectores de pantalla, el

cumplimiento de las pautas WCAG 2.1 y la correcta dimensión de los objetivos táctiles en todos los componentes interactivos.

- **Integrar un sistema de retroalimentación explícita y analítica.** Además de la retroalimentación implícita basada en interacciones, se sugiere incorporar una función que permita a los usuarios calificar la pertinencia de las recomendaciones recibidas. Asimismo, se recomienda usar las métricas de comportamiento como tiempo de uso, frecuencia de sesión y tasa de retención, con el fin de refinar el modelo de recomendación y la experiencia general del usuario.

En conjunto, estas recomendaciones orientan los pasos siguientes hacia una versión más robusta y contextualizada de la aplicación. Su implementación permitirá validar la utilidad real del sistema y consolidarlo como una herramienta sostenible para la orientación vocacional en Guatemala.

-
- [1] N. M. Agbo, M. T. Odiri, M. A. Auta e I. M. Onwusuru, «Impact of vocational guidance on career choice and employability of vocational and technical education students in a public university in Anambra State,» *Asian Journal of Vocational Education*, 2024.
- [2] S. Vats y N. Malik, «Effectiveness of Vocational Guidance Program in School: A Comprehensive Analysis,» *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, vol. 7, n.º 6, págs. 434-440, 2024.
- [3] OECD, *Career guidance, social inequality and social mobility: Insights from international data*, OECD Education Spotlights, no. 11, 2024.
- [4] «Importance of Vocational Guidance prior to access to Higher Education,» *Revista Científica UISRAEL*, vol. 11, n.º 1, págs. 13-30, 2024.
- [5] Instituto Nacional de Estadística (INE), *Estadísticas de Educación*, [Accedido: 3-ago-2025], 2024. dirección: <https://www.ine.gob.gt/educacion/>.
- [6] Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), *La USAC no se detiene, boletín institucional*, [Accedido: 3-ago-2025], 2022. dirección: <https://ipn.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2022/09/Boletin-septiembre-La-usac-no-se-detiene-8.pdf>.
- [7] R. Ríos, «Factores predisponentes de abandono temprano,» *Revista CSH*, 2016, [Accedido: 3-ago-2025]. dirección: <https://revistas.usac.edu.gt/index.php/csh/article/view/274/167>.
- [8] Centro de Investigaciones Económicas Nacionales (CIEN), *Infraestructura digital: cómo ampliar la conectividad en Guatemala*, [Accedido: 3-ago-2025], 2022. dirección: <https://cien.org.gt/wp-content/uploads/2022/03/Documento-Infraestructura-Digital-Como-Ampliar-la-Conectividad-en-Guatemala-marzo-2022.pdf>.
- [9] Instituto Nacional de Estadística (INE), *Acceso a servicios en hogares en pobreza extrema*, [Accedido: 3-ago-2025], ago. de 2024. dirección: <https://www.ine.gob.gt/2024/08/21/el-ine-presenta-cifras-de-pobreza-en-guatemala/>.

- [10] OECD, *Digital technologies in career guidance for youth: Opportunities and challenges*, OECD Education Policy Perspectives, no. 18, 2024.
- [11] Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), *Proceso de Orientación Vocacional*, [Accedido: 3-ago-2025], 2025. dirección: <https://sun.usac.edu.gt/index.php/proceso-de-ingreso/>.
- [12] Universidad del Valle de Guatemala, *Orientación vocacional*, [Accedido: 3-ago-2025], 2024. dirección: <https://www.uvg.edu.gt/vida-estudiantil/orientacion-vocacional/>.
- [13] Universidad del Istmo, *Test de intereses profesionales*, [Accedido: 3-ago-2025], 2025. dirección: <https://unis.edu.gt/test-de-intereses-profesionales/>.
- [14] Universidad Galileo, *Test de Interés Vocacional / Estrella Polar*, [Accedido: 3-ago-2025], 2025. dirección: <https://www.galileo.edu/page/test-vocacional/>.
- [15] Universidad Rafael Landívar, *Prueba de Orientación Temprana - POT (guía)*, [Accedido: 3-ago-2025], 2024. dirección: https://landivar.url.edu.gt/DocsApoyo/COU/06/POT_guia_URLCQ.pdf.
- [16] B. Larios, *INE presenta resultados de la Encovi 2023 en Guatemala*, [Accedido: 3-ago-2025], ago. de 2024. dirección: <https://agn.gt/ine-presenta-resultados-de-la-encovi-2023-en-guatemala/>.
- [17] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) GEM Report, *Tertiary completion rate – Guatemala*, [Accedido: 3-ago-2025], 2024. dirección: https://www.education-inequalities.org/indicators/comp_higher/guatemala.
- [18] Hogrefe TEA Ediciones, *IPP-R. Inventario de Intereses y Preferencias Profesionales – Revisado (extracto)*, [Accedido: 3-ago-2025], 2015. dirección: <https://www.hogrefe-tea.com/recursos/Ejemplos/IPP-R-Extracto-WEB.pdf>.
- [19] S. D. Nauta, «Personality and Person-Work Environment Fit: A Study Based on the RIASEC Model,» *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 20, n.º 1, pág. 719, 2023. dirección: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/1/719>.
- [20] T. R. Hoff, *Meta-analysis of Vocational Interests and Job Satisfaction: Challenging a Common Belief*, 2018. dirección: https://www.researchgate.net/publication/326281320_Meta-analysis_of_Vocational_Interests_and_Job_Satisfaction_Challenging_a_Common_Belief.
- [21] B. Lee, «Personality predictors of career exploration: A meta-analysis,» *The Career Development Quarterly*, vol. 71, n.º 1, págs. 21-40, 2023. dirección: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cdq.12315>.
- [22] A. L. Duckworth, C. Peterson, M. D. Matthews y D. R. Kelly, «Grit: Perseverance and Passion for Long-Term Goals,» *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 92, n.º 6, págs. 1087-1101, 2007. dirección: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17547490/>.

- [23] A. L. Duckworth y P. D. Quinn, «Development and Validation of the Short Grit Scale (Grit-S),» *Journal of Personality Assessment*, vol. 91, n.º 2, págs. 166-174, 2009. dirección: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/608981538070396389-0090022018/original/DevelopmentandValidationoftheShortGritScaleGritS.pdf>.
- [24] OECD, *Survey of Adult Skills (PIAAC): What it is and what it measures*, 2023. dirección: <https://www.oecd.org/en/about/programmes/piaac.html>.
- [25] NCES, *What PIAAC Measures*, 2023. dirección: <https://nces.ed.gov/surveys/piaac/measure.asp>.
- [26] OECD, *PIAAC Cycle 2 – Released Cognitive Items*, 2023. dirección: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/programmes/edu/piaac/released-items/cycle-2/PIAAC_CY2_Released_Cognitive_Items_EN.pdf.
- [27] J. E. Hunter y R. F. Hunter, «Validity and Utility of Alternative Predictors of Job Performance,» *Psychological Bulletin*, vol. 96, n.º 1, págs. 72-98, 1984, Revisited in: Meta-Analysis of the Validity of General Mental Ability for Five Performance Criteria. dirección: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6811658/>.
- [28] Sajoki, *Are Psychometric Tests Reliable?* 2023. dirección: <https://sajoki.com/are-psychometric-tests-reliable/>.
- [29] Psico-Smart, *The Validity and Reliability of Psychometric Testing*, 2023. dirección: <https://blogs.psico-smart.com/blog-the-validity-and-reliability-of-psychometric-testing-9648>.
- [30] NITE, *Quality of the Psychometric Entrance Test*, 2023. dirección: <https://www.nite.org.il/psychometric-entrance-test/quality/?lang=en>.
- [31] Psico-Smart, *What is the Impact of Psychometric Testing on Vocational Guidance Outcomes?* 2023. dirección: <https://blogs.psico-smart.com/blog-what-is-the-impact-of-psychometric-testing-on-vocational-guidance-outc-189102>.
- [32] International Journal of Comparative Psychology, *Cultural Bias in Psychometric Instruments*, 2023. dirección: <https://janeway.uncpress.org/ijcp/article/id/724/download/pdf/>.
- [33] U.S. Department of Labor, *O*NET Online*, 2024. dirección: <https://www.onetonline.org>.
- [34] U.S. Department of Labor, Employment and Training Administration, *My Next Move Fact Sheet*, 2023. dirección: <https://www.dol.gov/sites/dolgov/files/ETA/advisories/TEN/2011/TEN30-10a.pdf>.
- [35] 123test, *Career Aptitude Test (RIASEC)*. dirección: <https://www.123test.com/career-test/>.
- [36] Truity, *Career Personality Profiler & Career Tests*, 2024. dirección: <https://www.truity.com/test/career-personality-profiler-test>.
- [37] Morrisby, *Morrisby Online Platform*, 2024. dirección: <https://www.morrisby.com>.
- [38] Inteligencia Vocacional, *Plataforma psicopedagógica para América Latina*, 2024. dirección: <https://www.inteligenciavocacional.com/eng/>.

- [39] P. S. C. Reddy et al., «Career Counseling and Guidance App for Enhanced Student Career Choices,» *International Journal of Computer Technology and Training*, vol. 73, n.º 4, págs. 95-101, 2025.
- [40] PathSpark, *PathSpark - Career guidance for high school students*, Consultado Ago. 24, 2025, 2025. dirección: <https://pathspark.co/>.
- [41] S. Aragon-Hahner et al., «FindMyself: A Mobile Self-Reflection App to Support Students in Career Decision-Making,» en *Proceedings of the 22nd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, 2023, págs. 463-476.
- [42] A. Aragon, *FindMyself project description*, 2023. dirección: <https://www.tel.ifi.lmu.de/pubs/2023/mum/findmyself-a-mobile-self-reflection-app-to-support-students-in-career-decision-making.pdf>.
- [43] Neris Analytics, *16Personalities – Personality Test*, Google Play Store, 2025. dirección: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.neris.sixteenpersonalities>.
- [44] F. Osella, *Aptitude & Career Guidance (DominGame)*, Google Play Store, 2025. dirección: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.softF.Vocacional>.
- [45] StatCounter Global Stats, *Mobile Operating System Market Share Guatemala*, 2025. dirección: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/guatemala>.
- [46] DataReportal, *Digital 2025: Guatemala*, 2025. dirección: <https://datareportal.com/reports/digital-2025-guatemala>.
- [47] Media Landscapes, *Guatemala: Telecommunications – Mobile ownership*, 2024. dirección: <https://medialandscapes.org/country/guatemala/telecommunications/mobile-ownership.html>.
- [48] TS2 Space, *State of Internet Access in Guatemala: From City Wi-Fi to Satellite Lifelines*, 2024. dirección: <https://ts2.tech/en/state-of-internet-access-in-guatemala-from-city-wi-fi-to-satellite-lifelines/>.
- [49] M. Fowler, *Inversion of Control*, [Accedido: 7-nov-2025], 2005. dirección: <https://martinfowler.com/bliki/InversionOfControl.html>.
- [50] R. E. Johnson y B. Foote, «Designing Reusable Classes,» *Journal of Object-Oriented Programming*, 1988, [Accedido: 7-nov-2025]. dirección: <https://www.cse.msu.edu/~cse870/Input/SS2002/MiniProject/Sources/DRC.pdf>.
- [51] Ruby on Rails Core Team, *The Ruby on Rails Doctrine*, [Accedido: 7-nov-2025], 2025. dirección: <https://rubyonrails.org/doctrine>.
- [52] Wikipedia contributors, *Convention over configuration*, [Accedido: 7-nov-2025], 2025. dirección: https://en.wikipedia.org/wiki/Convention_over_configuration.
- [53] G. Jošt y coaut., «State-of-the-Art Cross-Platform Mobile Application Development,» *Informatics*, vol. 12, n.º 2, pág. 45, 2025, [Accedido: 7-nov-2025]. dirección: <https://www.mdpi.com/2227-9709/12/2/45>.
- [54] L. Hvenfelt, «Survey on the State of Cross-Platform Mobile Development Frameworks,» KTH Royal Institute of Technology, inf. téc., 2023, [Accedido: 7-nov-2025]. dirección: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1769218/FULLTEXT01.pdf>.

- [55] Meta Open Source, *React Native · Learn once, write anywhere*, [Accedido: 7-nov-2025], 2025. dirección: <https://reactnative.dev/>.
- [56] Google Flutter Team, *Flutter: Multi-Platform*, [Accedido: 7-nov-2025], 2025. dirección: <https://flutter.dev/multi-platform>.
- [57] Google, *Android Developers*, 2024. dirección: <https://developer.android.com>.
- [58] AdDevice, *Native vs Hybrid App Development*, 2024. dirección: <https://www.addevice.io/blog/native-vs-hybrid-app-development>.
- [59] The Droids On Roids, *Flutter vs React Native Comparison*, 2024. dirección: <https://www.thedroidsonroids.com/blog/flutter-vs-react-native-comparison>.
- [60] Nomtek, *Flutter vs React Native*, 2024. dirección: <https://www.nomtek.com/blog/flutter-vs-react-native>.
- [61] Meta, *React Native*, 2024. dirección: <https://reactnative.dev>.
- [62] CodeParrot, *Flutter vs React Native in 2025: A Comprehensive Comparison*, 2025. dirección: <https://dev.to/codeparrot/flutter-vs-react-native-in-2025-a-comprehensive-comparison-4ad1>.
- [63] Easy Software, *Progressive Web Apps*, 2024. dirección: <https://easy-software.com/en/newsroom/progressive-web-apps/>.
- [64] Brainhub, *Progressive Web Apps Advantages Disadvantages*, 2024. dirección: <https://brainhub.eu/library/progressive-web-apps-advantages-disadvantages>.
- [65] GeeksforGeeks, *Top Mobile App Development Frameworks*, 2024. dirección: <https://www.geeksforgeeks.org/blogs/top-mobile-app-development-frameworks/>.
- [66] L. Bass, P. Clements y R. Kazman, *Software Architecture in Practice*, 3rd. Addison-Wesley, 2012, [Accedido: 7-nov-2025]. dirección: <https://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780321815736/samplepages/0321815734.pdf>.
- [67] M. Richards, «Layered Architecture,» en *Software Architecture Patterns*, [Accedido: 7-nov-2025], O'Reilly Media, 2015. dirección: <https://www.oreilly.com/library/view/software-architecture-patterns/9781491971437/ch01.html>.
- [68] R. Awati e I. Wigmore, *What is monolithic architecture in software?* [Accedido: 7-nov-2025], 2024. dirección: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/monolithic-architecture>.
- [69] Atlassian, *Microservices vs. monolithic architecture*, [Accedido: 7-nov-2025], 2025. dirección: <https://www.atlassian.com/microservices/microservices-architecture/microservices-vs-monolith>.
- [70] Supermicro, *What Is Client-Server Architecture?* [Accedido: 7-nov-2025], 2025. dirección: <https://www.supermicro.com/en/glossary/client-server-architecture>.
- [71] J. Lewis y M. Fowler, «Microservices,» 2014, [Accedido: 7-nov-2025]. dirección: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>.
- [72] N. Dragoni, A. Giazzi et al., «Microservices: Yesterday, Today, and Tomorrow,» *arXiv*, 2017, [Accedido: 7-nov-2025]. dirección: <https://arxiv.org/pdf/1606.04036>.

- [73] K. Brown et al., «Implementation patterns for microservices architectures,» en *Proceedings of the 10th International Conference on Distributed Applications and Interoperable Systems*, [Accedido: 7-nov-2025], 2016. dirección: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/3158161.3158170>.
- [74] Datadog, *Serverless Architecture: What It Is & How It Works*, [Accedido: 7-nov-2025], 2025. dirección: <https://www.datadoghq.com/knowledge-center/serverless-architecture/>.
- [75] P. Castro et al., «The Rise of Serverless Computing,» *Communications of the ACM*, 2019, [Accedido: 7-nov-2025]. dirección: <https://cacm.acm.org/research/the-rise-of-serverless-computing/>.
- [76] AWS Documentation, *Understanding the Lambda execution environment lifecycle*, [Accedido: 7-nov-2025], 2025. dirección: <https://docs.aws.amazon.com/lambda/latest/dg/lambda-runtime-environment.html>.
- [77] The Open University, *An introduction to web applications architecture*, 2023. dirección: <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/an-introduction-web-applications-architecture>.
- [78] GeeksforGeeks, *API Contracts – System Design*, 2024. dirección: <https://www.geeksforgeeks.org/system-design/api-contracts-system-design/>.
- [79] Raygun, *SOAP vs REST vs JSON*, 2023. dirección: <https://raygun.com/blog/soap-vs-rest-vs-json/>.
- [80] A. Sakib, *API Design-First: Enhance Your Development Process*, jun. de 2024. dirección: <https://www.moesif.com/blog/technical/api-development/API-Design-First/>.
- [81] M. Fowler, *Continuous Integration*, 2023. dirección: <https://martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html>.
- [82] S. Chacon y B. Straub, *Pro Git*, 2.^a ed. Apress, 2023.
- [83] GitHub Docs, *About continuous integration*, 2024. dirección: <https://docs.github.com/en/actions/automating-builds-and-tests/about-continuous-integration>.
- [84] IBM, *What Is Artificial Intelligence (AI)?* Ago. de 2024. dirección: <https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence>.
- [85] Stanford Emerging Technology Review, *Artificial Intelligence*, mar. de 2025. dirección: <https://setr.stanford.edu/technology/artificial-intelligence/2025>.
- [86] NASA, *What is Artificial Intelligence?* Mayo de 2024. dirección: <https://www.nasa.gov/what-is-artificial-intelligence/>.
- [87] U.S. Department of Education, *Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning*, 2023. dirección: <https://www.ed.gov/sites/ed/files/documents/ai-report/ai-report.pdf>.
- [88] Jacobs Foundation, *Prioritizing equitable learning in the face of Artificial Intelligence (AI): International Day of Education 2025*, ene. de 2025. dirección: <https://jacobsfoundation.org/prioritizing-equitable-learning-in-the-face-of-artificial-intelligence-ai-international-day-of-education-2025/>.

- [89] J. Govea, R. Gutierrez y W. Villegas-Ch, «Transparency and precision in the age of AI: evaluation of explainability-enhanced recommendation systems,» *Frontiers in Artificial Intelligence*, vol. 7, pág. 1410790, sep. de 2024. DOI: 10.3389/frai.2024.1410790.
- [90] J. L. Herlocker, J. A. Konstan, L. G. Terveen y J. T. Riedl, «Evaluating collaborative filtering recommender systems,» *ACM Transactions on Information Systems*, vol. 22, n.º 1, págs. 5-53, ene. de 2004. DOI: 10.1145/963770.963772.
- [91] F. Ricci, L. Rokach y B. Shapira, *Recommender Systems Handbook*, 3.ª ed. Springer, 2022.
- [92] X. Amatriain y J. Basilico, «Recommender Systems in Industry: A Netflix Case Study,» en *Recommender Systems Handbook*, Springer, 2015, págs. 385-419.
- [93] R. Burke, «Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments,» *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 12, n.º 4, págs. 331-370, nov. de 2002. DOI: 10.1023/A:1021240730564.
- [94] UNESCO International Institute for Educational Planning, *Using AI and digital tools to modernize TVET in a shifting global job market*, jun. de 2025. dirección: <https://www.iiep.unesco.org/en/articles/using-ai-and-digital-tools-modernize-tvet-shifting-global-job-market>.
- [95] F. Ricci, L. Rokach y B. Shapira, *Recommender Systems Handbook*, 3.ª ed. Springer, 2022.
- [96] S. Yang, M. Korayem, K. AlJadda, T. Grainger y S. Natarajan, «Combining content-based and collaborative filtering for job recommendation system: A cost-sensitive Statistical Relational Learning approach,» *Knowledge-Based Systems*, vol. 136, págs. 37-45, 2017. DOI: 10.1016/j.knosys.2017.08.017.
- [97] UNESCO, *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*, Paris, France, 2021. dirección: <https://www.unesco.org/en/artificial-intelligence/recommendation-ethics>.
- [98] The Times of India, *AI in K-12 schools: reports show nearly 70 % of parents oppose sharing student data with artificial intelligence*, ago. de 2024. dirección: <https://timesofindia.indiatimes.com/education/news/ai-in-k-12-schools-reports-show-nearly-70-of-parents-oppose-sharing-student-data-with-artificial-intelligence/articleshow/123530598.cms>.
- [99] R. S. Baker et al., *Towards transparent and accountable AI in education*, arXiv preprint arXiv:2206.03220, jun. de 2022. dirección: <https://arxiv.org/abs/2206.03220>.
- [100] J. Noble, J. Guzmán y R. H. Patiño, «Algorithmic bias in educational recommender systems: risks and mitigation strategies,» *Frontiers in Artificial Intelligence*, vol. 7, pág. 1410790, sep. de 2024. DOI: 10.3389/frai.2024.1410790.
- [101] OECD and Education International, *Opportunities, Guidelines and Guardrails for Effective and Equitable Use of AI in Education*, Paris, France, 2024. dirección: <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/smart-data-and-digital-technology-in-education/Opportunities%5C%2C%5C%20guidelines%5C%20and%5C%20guardrails%5C%20for%5C%20effective%5C%20and%5C%20equitable%5C%20use%5C%20of%5C%20AI%5C%20in%5C%20education.pdf>.

- [102] J. Nielsen, *10 Usability Heuristics for User Interface Design*, Nielsen Norman Group, abr. de 1994. dirección: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>.
- [103] ISO, *Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*, revised 2025, 2019. dirección: <https://www.iso.org/obp/ui/en/%5C#iso:std:iso:9241:-210:ed-2:v1:en>.
- [104] Apple Developer, *Human Interface Guidelines*. dirección: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines>.
- [105] W3C, *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*, jun. de 2018. dirección: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>.
- [106] S. Hooper, *How Do Users Really Hold Mobile Devices?* Feb. de 2013. dirección: <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2013/02/how-do-users-really-hold-mobile-devices.php>.
- [107] Material Design / Google, *Accessibility*. dirección: <https://m3.material.io/foundations/overview/principles>.
- [108] P. Laubheimer, *Cards: UI-Component Definition*, Nielsen Norman Group, 2016. dirección: <https://www.nngroup.com/articles/cards-component/>.
- [109] A. Raison, *The Thumb Zone: Designing For Mobile Users*, sep. de 2016. dirección: <https://www.smashingmagazine.com/2016/09/the-thumb-zone-designing-for-mobile-users/>.
- [110] S. Hooper, *How Do Users Really Hold Mobile Devices?* Feb. de 2013. dirección: <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2013/02/how-do-users-really-hold-mobile-devices.php>.
- [111] D. Saffer, *Microinteractions: Designing with Details*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2014.
- [112] Google, *Cards — Material Design 3*. dirección: <https://m3.material.io/components/cards/overview>.
- [113] W3C, *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*, 2018. dirección: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>.
- [114] MDN Web Docs, *Mobile accessibility checklist*. dirección: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Accessibility/Guides/Mobile_accessibility_checklist.
- [115] Apple Developer, *Hit Targets / Accessibility*, Human Interface Guidelines. dirección: <https://developer.apple.com/design/tips/>.
- [116] Material Design, *Accessibility — touch targets*. dirección: <https://m3.material.io/foundations/designing/structure>.
- [117] W3C Understanding, *Success Criterion 2.5.5: Target Size*. dirección: <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/target-size.html>.
- [118] W3C WAI, *Mobile accessibility — how WCAG applies to mobile*. dirección: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/mobile/>.
- [119] ISO, *ISO 9241-11: Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts*, 2018. dirección: <https://www.iso.org/standard/63500.html>.

- [120] J. Brooke, *SUS: A quick and dirty usability scale*, 1996. dirección: <https://hell.meiert.org/core/pdf/sus.pdf>.
- [121] Interaction Design Foundation, *System Usability Scale (SUS)*, 2023. dirección: <https://www.interaction-design.org/literature/article/system-usability-scale>.
- [122] Nielsen Norman Group, *Usability Metrics: A Guide to Measuring Usability*, 2001. dirección: <https://www.nngroup.com/articles/usability-metrics/>.
- [123] Eleken, *7 Essential Usability Metrics and How to Use Them*, 2024. dirección: <https://www.eleken.co/blog-posts/usability-metrics>.
- [124] Crazy Egg, *UX Metrics: Task time, error rate and task success*, 2025. dirección: <https://www.crazyegg.com/blog/ux-metrics>.
- [125] Shopify Engineering, *Five Years of React Native at Shopify*, 2025. dirección: <https://shopify.engineering/five-years-of-react-native-at-shopify>.
- [126] Brainhub, *The Future of React Native in 2025 and Beyond*, 2025. dirección: <https://brainhub.eu/library/react-native-future>.
- [127] Nomtek, *Flutter vs React Native: A Complete Comparison*, 2025. dirección: <https://www.nomtek.com/blog/flutter-vs-react-native>.
- [128] Brilworks, *React Native vs Flutter: Which One Is Better for Your App in 2025*, 2025. dirección: <https://dev.to/brilworks/react-native-vs-flutter-which-one-is-better-for-your-app-in-2025-4j23>.
- [129] Droids on Roids, *Flutter vs React Native Comparison 2025*, 2025. dirección: <https://www.thedroidsonroids.com/blog/flutter-vs-react-native-comparison>.

12.1. Configuración de Flashlight

Esta sección documenta los comandos empleados para las pruebas automatizadas de rendimiento con Flashlight y ADB, descritas en la Sección de Perfilamiento y Rendimiento.

12.1.1. Módulo exploración

Comando para simular interacciones con tarjetas deslizables:

```
flashlight test \  
  --bundleId com.spark.mirai \  
  --iterationCount 5 \  
  --duration 10000 \  
  --skipRestart \  
  --testCommand "bash -lc '  
for i in {1..10}; do  
  adb shell input swipe 950 1000 150 1000 200  
  sleep 0.4  
  if (( i % 3 == 0 )); then  
    adb shell input tap 540 1100  
    sleep 0.6  
    adb shell input swipe 500 500 500 1600 300  
    sleep 0.5  
  fi  
done  
'"
```

12.1.2. Módulo chat

Comando para simular desplazamiento continuo en lista de mensajes:

```
flashlight test \  
  --bundleId com.spark.mirai \  
  --iterationCount 5 \  
  --duration 8000 \  
  --skipRestart \  
  --testCommand "bash -lc '  
for i in {1..30}; do  
  adb shell input swipe 500 500 500 1500 150  
  sleep 0.15  
done  
'"
```

