

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Prototipo de Aplicación Móvil para la Alfabetización y la Comercialización Directa de
los Productos Agrícolas

Carlos Andrés Gómez Orduz

Luis Carlos Benavides Torres

Julián David Pérez Uribe

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero de Sistemas

Director

Hugo Hernando Andrade Sosa

Magíster en Ingeniería - Área Informática y Ciencias de la Computación

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática Bucaramanga

2026

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Dedicatoria

"A quienes siempre creyeron en mí, gracias por acompañarme en este camino, y a quienes ya no están también. A pesar de que en ocasiones quise desistir, siempre estuvieron para apoyarme y motivarme, incluso cuando yo mismo no veía mi potencial. Por eso quiero agradecer a mi mamá, a mi hermana, a mis abuelos, tíos y primos, a las mascotas que me han acompañado a lo largo de los años y a quienes pueda estar olvidando, por ser parte de este proceso y por todas las enseñanzas, conversaciones y momentos compartidos que contribuyeron a enriquecer mi visión del mundo y de la vida"

Julian

"Este trabajo de grado lo dedico a aquellos que significan mucho en mi vida y a que aportaron de alguna u otra manera en las diferentes áreas de mi vida, con mucho cariño y gracias infinitas a: mi mamá Amparo mi orgullo más grande, que siempre ha estado para mí y con quien siempre hemos luchado, mi hermana Karol quien es mi real, mi alma gemela, mi apoyo gigante y siempre caminamos juntos, mi papá Carlos Arturo quien siempre me apoya en todo momento, mi primo Tavo el cual es mi gran inspiración y la mejor guía y ayuda que puedo tener, mi niña linda Dayana por ser tan increíble, quien me motiva a ser mejor, me apoya y hace más bonitos mis días , mis tíos y prima Karen por ser tan generosos , los profes Hugo y Urbano por su dedicación, ser tan pacientes y ayudarnos a que este proyecto saliera de la mejor manera y por último pero no menos importante, a los míos quienes han estado conmigo desde el colegio y siempre están para mí. Cada uno de ustedes son una pieza importante en mi vida y esto es de ustedes, los quiero mucho a todos"

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Carlos G

“Este logro pertenece a mis padres y abuela. Gracias a toda mi familia y amigos por siempre confiar en mí y demostrarme tanto amor”

Luis

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Agradecimientos

Agradecemos profundamente a Dios por darnos la vida, la oportunidad de estudiar en la Universidad Industrial de Santander y cada una de las bendiciones para poder ser profesionales.

A nuestras familias y amigos por ser un apoyo en cada una de las etapas de nuestra vida, quienes siempre han estado para nosotros en cada risa, tristeza, logro, buenos y malos momentos, por estar ahí en este largo proceso y apoyarnos de corazón.

Al grupo SIMON y los profes Hugo Andrade y Urbano Gómez, su apoyo, paciencia, dedicación y tiempo, el cual fue fundamental no solo para el desarrollo de este trabajo de grado sino también para inspirarnos a ser mejores personas y profesionales.

A Willy, sus amigos y familiares que nos colaboraron para la evaluación de nuestro prototipo, sus recomendaciones y tiempo, lo cual ayudó a concluir este proyecto de manera satisfactoria.

A la Universidad Industrial de Santander por darnos el honor de ser parte de ella, proporcionarnos las competencias y conocimientos y brindarnos el mejor capital humano e infraestructura para cumplir esta meta.

A cada uno de nuestros compañeros de sistemas y de otras carreras que hicieron más amena nuestra estancia en la universidad.

A todos y cada uno de ustedes infinitas gracias.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	16
1. Objetivos	21
1.1 Objetivo General	21
1.2 Objetivos Específicos.....	21
2. Marco de Referencia	22
2.1 Marco Teórico.....	22
2.1.1 Marco Social	22
2.1.1.1 Contexto social del campesinado colombiano.....	22
2.1.1.2 Enfoques educativos aplicados al contexto rural.	24
2.1.2 Marco Comercial	26
2.1.3 Enfoque sistémico aplicado al prototipo	27
2.1.4 Marco Tecnológico	29
2.1.4.1 Flutter.....	29
2.1.4.2 Supabase.	29
2.2 Estado del Arte.....	29
2.3 Marco metodológico.	30
2.3.1 Enfoque Metodológico.....	31
3. Resultados	33
3.1 Diseño conceptual del prototipo	33

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

3.1.1 Orientación didáctica del prototipo.....	34
3.1.2 Diseño conceptual del módulo de alfabetización.....	34
3.1.2.1 Diseño conceptual del submódulo de lectura.....	35
3.1.2.2 Diseño conceptual del submódulo de lectura.....	36
3.1.3 Estrategia de Gamificación aplicada.....	37
3.1.4 Diseño conceptual del módulo de comercialización.....	38
3.2 Requerimientos del prototipo.....	39
3.2.1 Diagramas de bucles causales	43
3.3 Documentación del prototipo.....	47
3.3.1 Diagrama de arquitectura	48
3.3.2 Diagrama de casos de uso	49
3.3.3 Diagramas de actividades	50
3.3.4 Diagrama de bases de datos	51
3.4 Implementación del prototipo	53
3.4.1 Desarrollo del prototipo	54
3.4.1.1 Registro e inicio de sesión.	56
3.4.1.2 Menú principal de productor.....	57
3.4.1.3 Modulo de alfabetización.....	58
3.4.1.4 Modulo de comercialización.....	62
3.5 Pruebas de software	71
3.5.1 Pruebas unitarias	71

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

3.5.2 Pruebas de integración	71
3.5.3 Pruebas de estrés	72
3.5.4 Pruebas de carga	73
3.5.4.1 Arquitectura del sistema bajo prueba.....	74
3.5.4.2 Datos de prueba.....	75
3.5.4.3 Escenarios de prueba.....	76
3.5.4.5.1 Prueba 1 - Login masivo.....	76
3.5.4.5.2 Prueba 2 - Listado y búsqueda de productos.	77
3.5.4.5.3 Prueba 3 - Creación masiva de órdenes.	79
3.5.4.5.4 Prueba 4 - Edge Function: Sincronización de indicadores SIPSA.	81
3.5.4.5.5 Prueba 5 - Edge Function: Push Webhook.	83
3.5.5 Pruebas de usabilidad.....	86
4. Conclusiones	87
5. Recomendaciones	90
Referencias Bibliográficas	91
Apéndices.....	93

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Lista de Tablas

Tabla 1. Requerimientos funcionales del prototipo	40
Tabla 2. Requerimientos no funcionales del prototipo	43
Tabla 3. Prueba de validación del proceso de gamificación	73
Tabla 4. Herramientas usadas para las pruebas de carga	75
Tabla 5. Datos de prueba para las pruebas de carga	76
Tabla A1. Descripción de los requerimientos funcionales	94
Tabla A2. Descripción de requerimientos no funcionales	98
Tabla D1. Prueba de validación de publicar producto	105
Tabla D2. Prueba de validación de hacer lección de alfabetización	106
Tabla D3. Prueba de validación de chat en tiempo real.....	106
Tabla D4. Prueba de validación de comunidad	107
Tabla D5. Prueba de validación de ubicación geográfica	107

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Diagrama jerárquico de estructura general del módulo de alfabetización	35
Figura 2. Flujo del proceso de gamificación.....	38
Figura 3. Diagrama de bucles causales del prototipo	44
Figura 4. Subsistema de alfabetización y motivación.....	45
Figura 5. Subsistema de gamificación	46
Figura 6. Subsistema del módulo comercial y la interacción comunitaria	47
Figura 7. Diagrama de arquitectura del sistema.....	49
Figura 8. Diagrama de casos de uso del sistema.....	50
Figura 9. Diagrama de actividades de gamificación	51
Figura 10. Diagrama de bases de datos del prototipo	52
Figura 11. Tablero de la metodología Kanban en la primera fase del proyecto	53
Figura 12. Tablero de la metodología Kanban durante el avance del proyecto.....	53
Figura 13. Tablero de la metodología Kanban finalizando el proyecto.....	54
Figura 14. Archivo main.dart.....	55
Figura 15. Jerarquía de carpetas del prototipo	56
Figura 16. Registro e inicio de sesión de la aplicación.....	57
Figura 17. Menú principal de productor	58

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 18. Pantallas de una lección de lectura	59
Figura 19. Pantallas de una lección de lectura	60
Figura 20. Pantallas de una lección de escritura de trazos.....	61
Figura 21. Pantallas de una lección de escritura de teclado.....	62
Figura 22. Tutorial guiado con voz del módulo de comercialización.....	64
Figura 23. Menú principal del módulo de comercialización de usuario productor	64
Figura 24. Sección 'Mis productos'	65
Figura 25. Tutorial para añadir un producto	65
Figura 26. Sección 'Mis pedidos'	66
Figura 27. Sección 'Red comunitaria'	66
Figura 28. Sección 'Precios de referencia'	67
Figura 29. Sección 'Beneficios'	67
Figura 30. Menú principal del módulo de comercialización de usuario comprador	69
Figura 31. Realizar orden y coordinar pedido por chat	70
Figura 32. Resultados de las pruebas de estrés en JMeter.	73
Figura 33. Configuración global del Test Plan	75
Figura 34. Configuración de la prueba	76
Figura 35. Resultados de la prueba	77
Figura 36. Configuración de la prueba.	77
Figura 37. Resultados de la prueba	78
Figura 38. Configuración de la prueba	79

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 39. Resultados de la prueba	80
Figura 40. Configuración de la prueba	81
Figura 41. Resultados de la prueba	82
Figura 42. Configuración de la prueba	83
Figura 43. Resultados de la prueba	84
Figura B1. Diagrama de actividades del proceso de obtención de puntos.....	104
Figura B2. Diagrama de actividades del proceso de aplicación de puntos	104
Figura B3. Diagrama de actividades de crear producto	105
Figura B4. Diagrama de actividades de editar producto	106
Figura B5. Diagrama de actividades de eliminar producto.....	106
Figura B6. Diagrama de actividades de actualizar indicadores económicos	107
Figura B7. Diagrama de actividades de comprar producto.....	107
Figura E1. Integrantes del proyecto dando la presentación y explicación inicial a los usuarios	116
Figura F1. Pregunta #1 encuesta de usabilidad.....	116
Figura F2. Pregunta #2 encuesta de usabilidad.....	117
Figura F3. Pregunta #3 encuesta de usabilidad.....	117
Figura F4. Pregunta #4 encuesta de usabilidad.....	118
Figura F5. Pregunta #5 encuesta de usabilidad.....	119
Figura F7. Pregunta #7 encuesta de usabilidad.....	120
Figura F8. Pregunta #8 encuesta de usabilidad.....	120

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura F9. Pregunta #9 encuesta de usabilidad.....	121
Figura F10. Pregunta #10 encuesta de usabilidad.....	121
Figura F11. Pregunta #11 encuesta de usabilidad.....	122
Figura F12. Pregunta #12 encuesta de usabilidad.....	122
Figura F13. Pregunta #13 encuesta de usabilidad.....	123
Figura F14. Pregunta #14 encuesta de usabilidad.....	123

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Requerimientos del sistema	95
Apéndice B. Diagramas de actividades del sistema.....	101
Apéndice C. Repositorio de GitHub	105
Apéndice D. Pruebas de integración del sistema	105
Apéndice E. Evidencia de pruebas de usabilidad	108
Apéndice F. Resultados obtenidos de las pruebas de usabilidad	109

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Resumen

Título: Prototipo de aplicación móvil para la alfabetización y la comercialización directa de los productos agrícolas

Autor: Carlos Andrés Gómez Orduz, Luis Carlos Benavides Torres, Julián David Pérez Uribe

Palabras Clave: Prototipo de aplicación móvil, alfabetización, comercialización, agricultura, educación.

Descripción: Históricamente, gran parte de la población del sector rural colombiano ha estado marcada por diversas condiciones sociales, económicas y estructurales que han conllevado a que en esta se presenten altos niveles de analfabetismo, asociados a factores como el limitado acceso a la educación, falta de recursos, o la priorización de las labores productivas sobre los procesos formativos. Sumado a esto se presentan condiciones comerciales como la falta de plataformas centralizadas, información de referencia y demás factores que hacen que los campesinos dependan de un intermediario para comercializar sus productos, derivando en que en muchas ocasiones el campesino resulte perjudicado al vender dichos productos a precios muy baratos.

En respuesta a esta problemática, el presente trabajo de grado propone el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil orientado a facilitar tanto el proceso de alfabetización del campesinado como la comercialización directa de sus productos agrícolas mediante un enfoque sistémico en el que se integren de manera conjunta estas dos áreas en una misma solución. La propuesta se fundamenta en la adaptación de componentes educativos y comerciales dentro de una misma plataforma, bajo la premisa de que el fortalecimiento de las capacidades de lectura y escritura incide directamente en la mejora de las condiciones de participación económica.

* Degree Work

**Physical-Mechanical Engineering Faculty. Informatics and Systems Engineering School. Director: Hugo Hernando Andrade Sosa. Master in Engineering - Informatics and Computer Science Area.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Abstract

Title: Mobile application prototype for literacy and direct marketing of agricultural products

Author: Carlos Andrés Gómez Orduz, Luis Carlos Benavides Torres, Julián David Pérez Uribe

Key Words: Mobile application prototype, literacy, marketing, agriculture, education

Description: Historically, a large part of the rural population of Colombia has been marked by diverse social, economic, and structural conditions that have led to high levels of illiteracy, associated with factors such as limited access to education, lack of resources, and the prioritization of productive work over educational processes. Added to this are commercial conditions such as the lack of centralized platforms, reference information, and other factors that make farmers dependent on intermediaries to market their products, often resulting in farmers being disadvantaged by selling their products at very low prices.

In response to this problem, this thesis proposes the development of a mobile application prototype aimed at facilitating both the literacy process for rural communities and the direct marketing of their agricultural products through a systemic approach that integrates these two areas into a single solution. The proposal is based on the adaptation of educational and commercial components within the same platform, under the premise that strengthening reading and writing skills directly impacts the improvement of economic participation conditions.

* Degree Work

**Physical-Mechanical Engineering Faculty. Informatics and Systems Engineering School. Director: Hugo Hernando Andrade Sosa. Master in Engineering - Informatics and Computer Science Area.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Introducción

El sector rural colombiano enfrenta profundas brechas en educación, conectividad y acceso a la información, lo que limita el desarrollo económico y social de las comunidades campesinas (Javeriana, 2023). A pesar de los avances en políticas de inclusión, las desigualdades territoriales y tecnológicas siguen restringiendo la apropiación de herramientas digitales y procesos formativos pertinentes (Vera & Pinzón, 2024).

En paralelo, la comercialización agrícola continúa dominada por intermediarios que reducen los ingresos del productor y aumentan la dependencia económica a estos mismos (Acosta-Agudelo et al., 2021). Diversas iniciativas tecnológicas, como AgroTIC y Agricultura por Contrato, han mostrado el potencial de las TIC para mejorar el acceso directo al mercado y la eficiencia productiva (Ministerio de Agricultura, 2024; AgroTIC, 2023). Sin embargo, la mayoría de estas soluciones no integran simultáneamente procesos educativos y de comercialización en un mismo entorno digital.

Frente a este panorama, el presente trabajo propone el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil que combine un módulo de alfabetización con otro de comercialización directa de productos agrícolas. La propuesta se sustenta en un enfoque sistémico y didáctico, buscando fortalecer la autonomía del campesinado mediante la formación contextualizada y el acceso justo a los mercados.

Históricamente, el sector agrícola en Colombia ha estado marcado por diversas condiciones sociales, estructurales y económicas que dificultan el acceso de los campesinos a la educación (Guzmán Rincón et al., 2022), lo que ha llevado a que gran parte de la población rural

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

permanezca en situación de analfabetismo. Factores como las tradiciones orales, la baja alfabetización formal y el hecho de que los campesinos dedican la mayor parte de su tiempo a labores agrícolas, dificultan la asistencia frecuente a instituciones educativas y generan barreras adicionales para el uso de tecnologías o estrategias comerciales modernas (Segovia García et al., 2023). A esta situación se suman limitaciones en infraestructura vial, acceso a materiales y disponibilidad de recursos, lo que agrava la problemática (Guzmán Rincón et al., 2022); (Sarmiento & Muñoz Ríos, 2000) y contribuye a que las tasas de analfabetismo y la brecha digital en las zonas rurales sean significativamente más altas que el promedio nacional (DANE, 2023).

Del mismo modo, la falta de formación educativa y digital expone a los campesinos a condiciones desfavorables en el ámbito económico (Williams et al., 2023). La ausencia de conocimiento actualizado sobre el mercado agrícola, la inexistencia de redes comunitarias consolidadas y el temor a perder sus cultivos por variaciones en los precios, los obligan a vender sus productos a intermediarios que se benefician con márgenes elevados de ganancia (Chouhan et al., 2022). Esta dinámica, sumada a la ausencia de contacto directo con clientes finales, limita la capacidad del campesino para recibir un pago justo por su trabajo y perpetúa un ciclo de desigualdad económica. En este contexto, se plantea la siguiente pregunta problema: ¿cómo se pueden facilitar procesos de alfabetización y comercialización directa en el campesinado, mediante una aplicación móvil que integre simultáneamente procesos educativos y de acceso al mercado sin intermediarios?

En la actualidad, se han desarrollado diversas tecnologías de alfabetización orientadas principalmente a estudiantes de primaria y bachillerato en zonas rurales, con el objetivo de

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

fortalecer competencias básicas. Ejemplo de ello es Aprender Digital Ligera, plataforma que brindaba contenido educativo de calidad de diversas áreas a comunidades con dificultades de conectividad a internet (Ministerio de Educación, 2021). Asimismo, se destacan herramientas web de formación social y económica como las Escuelas Digitales Campesinas, que, según sus principios fundacionales, promueven una “educación fundamental integral del pueblo, especialmente de los campesinos adultos, mediante cualquier sistema de comunicación y con sus elementos de acción” (Escuelas Digitales Campesinas, s.f.). Aplicaciones móviles como Duolingo facilitan el proceso de aprendizaje para adultos a través de la gamificación y el microlearning (Duolingo, 2020). Paralelamente, han surgido aplicaciones destinadas a la comercialización de productos agrícolas, entre las que destacan Digiagro (Digiagro, s.f.), morapp (morapp, s.f.) y Eatsy Market (Eatsy Market, s.f.), las cuales facilitan a los campesinos la venta directa de sus productos. No obstante, estas iniciativas no se adecúan al contexto real del campesino en Colombia y se enfocan en una sola dimensión, ya sea la educativa o la comercial, sin integrar de manera conjunta procesos de alfabetización y estrategias de comercialización. Esta ausencia de propuestas integrales evidencia una brecha en la que se enmarca el presente proyecto, orientado a articular ambas necesidades en una sola solución tecnológica.

En este sentido, el proyecto se sustenta en los principios del pensamiento sistémico, donde, tal y como lo establecen Andrade Sosa et al. (2000), “para conocer o entender cualquier cosa, es necesario poder identificar la posición que ella ocupa en el todo al cual pertenece” (p. 61). Por tanto, al reconocer que los problemas de los campesinos no son aislados, sino que forman parte de una red de relaciones entre educación, economía, comunidad y tecnología. La propuesta trasciende

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

el desarrollo de una aplicación móvil, en tanto busca fortalecer el ecosistema rural desde un enfoque sistémico, mediante herramientas informáticas que potencien los procesos de alfabetización, faciliten el acceso directo a los mercados y promuevan la construcción de redes de colaboración y aprendizaje. De esta manera, se promueve una visión integral que permite articular los diferentes componentes sociales, culturales y económicos para alcanzar un impacto sostenible en las zonas rurales.

Con base en lo anterior, surge la necesidad de diseñar un prototipo funcional de aplicación móvil que incorpore una estrategia de aprendizaje fundamentada en un enfoque constructivista y sustentada en métodos como la pedagogía de Paulo Freire, la alfabetización funcional, el microlearning y la gamificación. Esta estrategia estará integrada en un módulo de formación básica. Mientras que un módulo de comercialización permitirá establecer contacto directo con los clientes, acceder a información actualizada del mercado y conformar comunidades campesinas.

La propuesta está pensada para cualquier comunidad campesina con condiciones de analfabetismo y vulnerabilidad frente a la comercialización de productos agrícolas. Es importante precisar que las pruebas piloto contempladas en el presente trabajo no buscan medir impactos sociales, económicos o educativos en la población campesina a corto, mediano o largo plazo. Por el contrario, se enmarcan en un ejercicio ejemplificativo y académico, orientado únicamente a evaluar la funcionalidad, usabilidad y pertinencia inicial del prototipo.

Ahora bien, la propuesta no se limita únicamente al desarrollo de una aplicación, sino que implica un abordaje integral que combina varios niveles de complejidad. Por un lado, se requiere adaptar una orientación pedagógica a un entorno digital, lo cual implica un componente de diseño

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

pedagógico-digital. En paralelo, el desarrollo tecnológico demanda el diseño de la arquitectura y la programación del prototipo móvil. Finalmente, el análisis socioeconómico supone modelar procesos de comercialización, diseñar medios de interacción y validar la pertinencia de la solución en el contexto campesino. Estos tres ejes (educativo, tecnológico y socioeconómico) requieren distintas especializaciones dentro de la ingeniería de sistemas.

Por último, cabe aclarar que, a lo largo del presente trabajo, los términos campesinos, campesinado, agricultor y productor son utilizados de manera indistinta para referirse a la misma población sujeta de estudio: personas que habitan en zonas rurales y cuya actividad económica principal está vinculada a la producción agrícola a pequeña escala. No se establecen diferencias conceptuales entre ellos dentro de este documento, y su uso alternado responde únicamente a criterios de fluidez y variedad en la redacción, sin implicar distinción alguna en el perfil, las características o las necesidades de los usuarios a quienes va dirigida la solución propuesta.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Desarrollar un prototipo de aplicación móvil asumiendo una orientación didáctica que, mediante un enfoque sistémico, facilite la alfabetización de agricultores y la comercialización directa, brindando información sobre precios de mercado y demanda

1.2 Objetivos Específicos

1. Determinar, desde un enfoque sistémico, los requerimientos tecnológicos, pedagógicos y funcionales que faciliten el aprendizaje del campesinado y la comercialización directa de sus productos agrícolas.
2. Documentar la arquitectura tecnológica del prototipo a partir del análisis de herramientas seleccionadas y su integración en la solución.
3. Implementar un prototipo funcional de aplicación móvil que combine procesos de alfabetización y comercialización directa, conforme a la arquitectura establecida.
4. Validar la aplicación móvil mediante pruebas piloto con campesinos evaluando su usabilidad, pertinencia y efectividad en el cumplimiento de los objetivos propuestos.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

2. Marco de Referencia

El marco de referencia agrupa los fundamentos teóricos, sociales y comerciales que sustentan el proyecto. Su propósito es contextualizar la problemática del campesinado colombiano y los enfoques que orientan la propuesta de solución. Además, incluye el estado del arte, en donde se revisan experiencias y desarrollos previos con el fin de identificar brechas que justifican la pertinencia de este trabajo.

2.1 Marco Teórico

2.1.1 *Marco Social*

2.1.1.1 Contexto social del campesinado colombiano. El ambiente rural colombiano ha estado históricamente marcado por profundas desigualdades en el acceso a la educación, tecnología y las oportunidades económicas. Múltiples estudios señalan que las zonas rurales presentan los mayores índices de analfabetismo y deserción educativa, como consecuencia de limitaciones en infraestructura, escasez de recursos didácticos, falta de conectividad y carencia de docentes capacitados para atender las necesidades particulares de las comunidades rurales (Jaramillo Neira, Poveda Aguja, & Andrade Salazar, 2024). Esta serie de condiciones se ven agravadas por las dinámicas socioeconómicas que enfrentan los campesinos, los cuales deben dedicar la mayor parte de su tiempo a las labores agrícolas, factor que disminuye las posibilidades de acceder a procesos de formación continua o de alfabetización funcional (Guzmán Rincón et al., 2023).

Al mismo tiempo, la falta de inclusión digital extiende la brecha entre las comunidades urbanas y rurales, restringiendo el acceso de los campesinos a herramientas tecnológicas que

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

podrían fortalecer sus capacidades productivas y educativas (Mendoza-Lozano, Quintero-Peña, & García-Rodríguez, 2021). Esto incide directamente en su participación en los mercados, ya que la limitada alfabetización digital y la falta de información sobre precios o canales de venta mantienen al agricultor dependiente de intermediarios (Williams et al., 2023).

A su vez, las políticas públicas en materia de educación digital, aunque han avanzado en la formulación de estrategias como el CONPES 3988 (Ruiz & Gallagher, 2025), no han logrado adaptarse a las realidades y ritmos de aprendizaje de las comunidades rurales. Por ende, la integración de la educación funcional y digital con estrategias tecnológicas contextualizadas representa una oportunidad para ayudar a reducir las brechas de exclusión educativa y económica que afectan al campesinado colombiano.

Bajo este contexto, y teniendo en cuenta las limitaciones estructurales que enfrentan las comunidades rurales, el proyecto adopta un arquetipo de usuario campesino como modelo para el diseño y la validación del prototipo. Este arquetipo, construido a partir de la revisión de literatura y fuentes oficiales como el DANE y el Ministerio de Educación, representa a un agricultor adulto con bajos niveles de alfabetización funcional y digital, con acceso limitado a dispositivos móviles y conectividad intermitente o, dependientes de intermediarios para la comercialización de sus productos. Dicho perfil se usará como base conceptual y de diseño, sin pretender generalizar a toda la población campesina, sino ofrecer una representación cercana que oriente las decisiones pedagógicas, tecnológicas y de usabilidad del prototipo.

2.1.1.2 Enfoques educativos aplicados al contexto rural. El fortalecimiento de las capacidades educativas en las comunidades rurales requiere un abordaje pedagógico que trascienda

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

la enseñanza tradicional y se oriente hacia la formación práctica y contextualizada. En este sentido, la alfabetización funcional se entiende como la habilidad de aplicar los conocimientos de lectura, escritura y cálculo en situaciones de la vida cotidiana, permitiendo que el individuo participe activamente en su entorno social y productivo (Demirbilek & Keser, 2023). Para el caso del campesinado, este tipo de alfabetización no solo busca la comprensión lectora o numérica, sino la capacidad de interpretar información útil para su labor agrícola, como precios de mercado, indicaciones técnicas o procedimientos de comercialización.

Además, la alfabetización digital extiende las posibilidades de participación social y económica, al permitir el uso crítico y efectivo de las tecnologías de la información y comunicación (Dutta & Mathur, 2014). En contextos rurales, esta competencia se transforma en un componente esencial para el acceso a la información, el fortalecimiento de la productividad y la reducción de la dependencia de intermediarios (Mendoza-Lozano et al., 2021).

Desde la perspectiva pedagógica, la propuesta se sustenta en los principios del constructivismo, según el cual el aprendizaje se construye a partir de la experiencia y la interacción del individuo con su entorno (Chieu & Milgrom, 2005). Adicionalmente, el aprendizaje significativo hace énfasis en que los nuevos conocimientos deben relacionarse con las experiencias previas del aprendiz, beneficiando la comprensión y la aplicación práctica (Sharan, 2015).

Asimismo, el proyecto asumirá enfoques de microlearning, al estructurar los contenidos educativos en unidades breves y dinámicas que faciliten el aprendizaje autónomo en situaciones de baja conectividad (Alqurashi, 2017), y de gamificación, incorporando elementos lúdicos como

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

recompensas, niveles o desafíos para retener la motivación de los usuarios a lo largo del proceso formativo (Subhash & Cudney, 2018; Hamari et al., 2016).

Estos enfoques pedagógicos no solo deben promover el apoderamiento del conocimiento, sino que se ajustan a las condiciones reales del entorno rural, donde el tiempo disponible, la conectividad y el acceso a dispositivos son limitados. De este modo, el marco educativo del proyecto se orienta hacia un aprendizaje contextual, práctico y motivador que contribuya a la autonomía y al desarrollo integral de las comunidades campesinas.

Desde esta perspectiva, el proyecto asume un enfoque sistémico como eje articulador entre la educación, la tecnología y la economía rural. Este enfoque permite comprender que los procesos de alfabetización funcional y digital, el acceso tecnológico y la comercialización agrícola se relacionan de forma mutua y dinámica. Así, el aprendizaje, no se concibe como un hecho aislado, sino como un componente de un conjunto interrelacionado donde la formación incide en la productividad, la sostenibilidad económica y el fortalecimiento comunitario.

Eventualmente, desde esta visión, el pensamiento sistémico permite examinar cómo la educación, la economía y la tecnología interactúan de manera dinámica, contemplando que las transformaciones sostenibles solo pueden lograrse si se abordan de forma integrada (Arnold & Wade, 2015; Nguyen & Bosch, 2013). Este enfoque sirve como marco articulador del proyecto, al vincular los componentes pedagógicos, tecnológicos y socioeconómicos en una propuesta coherente que busca fortalecer el tejido rural desde una perspectiva holística.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

2.1.2 Marco Comercial

La comercialización agrícola constituye una de las etapas más determinantes dentro de la cadena productiva, pues de ella depende que los agricultores obtengan un ingreso por su trabajo. En el contexto colombiano, esta actividad enfrenta múltiples dificultades estructurales asociadas a la intermediación, la falta de información del mercado y la limitada articulación entre los distintos actores de la cadena agroalimentaria (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023). Estas condiciones afectan especialmente a los pequeños productores rurales, quienes, al no contar con canales de distribución directos ni plataformas tecnológicas de apoyo, deben recurrir a intermediarios que fijan los precios y capturan gran parte del valor agregado de los productos (FAO, 2022).

La comercialización agrícola abarca el conjunto de procesos y actores que intervienen en la distribución de los productos agrícolas desde el productor hasta el consumidor, incluyendo logística, intermediación, precios y acceso a mercados. Las tecnologías de la información y comunicación (TICs) han emergido como una estrategia clave para transformar estas dinámicas, al mejorar la eficiencia y reducir la dependencia de intermediarios (Lezoche et al., 2020). En el mismo sentido, estudios recientes resaltan que la adopción de plataformas digitales por parte de pequeños agricultores depende de factores como la utilidad percibida, la facilidad de uso y la influencia social (Chatterjee et al., 2024).

La intermediación (entendida como la participación de agentes externos entre el productor y el consumidor final) es una de las principales causas de la pérdida de rentabilidad en el campo colombiano. Según la FAO (2022), esta práctica puede reducir hasta en un 60 % el margen de

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

ganancia del agricultor, lo que perpetúa condiciones de desigualdad económica y desincentiva la producción local. A esto se suman la falta de infraestructura vial, los altos costos de transporte y la escasa asociatividad entre productores, factores que dificultan la consolidación de cadenas de valor sostenibles (DANE, 2023).

En este contexto, el presente proyecto asume un enfoque comunitario de la comercialización agrícola. Se plantea que cada campesino podrá ofrecer sus productos del cultivo a usuarios cercanos geográficamente, priorizando el intercambio local y la reducción de costos de transporte. Cuando un usuario esté interesado en adquirir productos, podrá agregarlos a una orden dentro de la aplicación, la cual habilitará un canal de comunicación directo mediante un chat. A través de este espacio, el comprador y el campesino acordarán de manera autónoma el punto de encuentro para la entrega, fortaleciendo la relación de confianza entre ambos actores.

De igual forma, la propuesta contempla la creación de una red comunitaria entre campesinos, donde los productores puedan colaborar entre sí para cumplir con los pedidos. Si un campesino no dispone de todos los productos solicitados, podrá compartir la orden dentro de la red y coordinar con otros agricultores que sí cuenten con el producto faltante o sobrante. Este mecanismo promueve la cooperación, el sentido de comunidad y la eficiencia colectiva, principios coherentes con la visión del pensamiento sistémico, al reconocer la interdependencia entre los distintos actores rurales.

2.1.3 Enfoque sistémico aplicado al prototipo

El pensamiento sistémico concibe la realidad como un conjunto de elementos que funcionan de manera interdependiente, donde las propiedades del sistema no pueden explicarse

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

únicamente a partir del análisis aislado de cada componente, sino a través de las relaciones que se establecen entre ellos (Arnold & Wade, 2015). Un sistema, por tanto, está formado por actores, flujos de información, dinámicas de realimentación, entradas, salidas y un propósito común que orienta su comportamiento global (Garbolino et al., 2019).

En el contexto rural colombiano, la alfabetización funcional, el acceso tecnológico y la comercialización agrícola no constituyen fenómenos aislados. La baja escolaridad limita el uso de herramientas digitales, la falta de alfabetización digital restringe el acceso a mercados y a su vez, la dependencia económica de intermediarios reduce el incentivo para capacitarse o adoptar tecnologías productivas. Bajo este marco, el campesino opera dentro de un sistema socioeducativo y económico conectado, en el cual una mejora en uno de los componentes puede generar efectos positivos sobre los demás, del mismo modo que una barrera puede reproducir brechas estructurales.

Desde esta perspectiva, el proyecto adopta un enfoque sistémico como eje conceptual y metodológico. La aplicación móvil propuesta no se plantea como una herramienta educativa aislada ni como una plataforma comercial independiente, sino como un dispositivo capaz de articular ambos procesos dentro de un mismo flujo de aprendizaje-productividad-ingreso. En consecuencia, la alfabetización funcional se vincula al uso de tecnologías digitales, lo cual habilita la participación en circuitos comerciales más justos y disminuye la dependencia de intermediarios. A su vez, la comercialización exitosa refuerza la motivación de aprendizaje, generando realimentación positiva dentro del sistema.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

2.1.4 Marco Tecnológico

Las herramientas tecnológicas seleccionadas para el prototipo son de código abierto, gratuitas y fáciles de implementar, lo que facilita el proceso de desarrollo de aplicaciones móviles. Además, estas herramientas permiten asegurar la reproducibilidad, sostenibilidad y escalabilidad del proyecto, garantizando su crecimiento y adaptación a futuras necesidades.

2.1.4.1 Flutter. Flutter es un framework de código abierto creado por Google que permite desarrollar aplicaciones móviles multiplataforma desde un único código base, usando el lenguaje Dart. Su principal ventaja radica en la capacidad de generar interfaces nativas de alto rendimiento tanto en Android como en iOS, con tiempos de desarrollo más cortos gracias a funciones como el hot reload (Google, 2023).

2.1.4.2 Supabase. Supabase es una plataforma de backend como servicio (Backend as a Service, BaaS) de código abierto que provee servicios de autenticación, gestión de bases de datos (basadas en PostgreSQL), almacenamiento y APIs en tiempo real (Supabase, 2023). Su objetivo es facilitar el desarrollo de aplicaciones al ofrecer una infraestructura robusta sin necesidad de programar un backend completo desde cero. Del mismo modo, supabase en su versión gratuita permite que el prototipo sea desplegado en su servidor y validado, dejando la posibilidad abierta para escalarlo en un trabajo futuro.

2.2 Estado del Arte

En la actualidad, se han desarrollado diversas tecnologías de alfabetización orientadas principalmente a estudiantes de primaria y bachillerato en zonas rurales, con el objetivo de fortalecer competencias básicas. Ejemplo de ello es Aprender Digital Ligera, plataforma que

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

brindaba contenido educativo de calidad de diversas áreas a comunidades con dificultades de conectividad a internet (Ministerio de Educación, 2021). Asimismo, se destacan herramientas web de formación social y económica como las Escuelas Digitales Campesinas, que, según sus principios fundacionales, promueven una “educación fundamental integral del pueblo, especialmente de los campesinos adultos, mediante cualquier sistema de comunicación y con sus elementos de acción” (Escuelas Digitales Campesinas, s.f.). Aplicaciones móviles como Duolingo facilitan el proceso de aprendizaje para adultos a través de la gamificación y el microlearning (Duolingo, 2020). Paralelamente, han surgido aplicaciones destinadas a la comercialización de productos agrícolas, entre las que destacan Digiagro (Digiagro, s.f.), morapp (morapp, s.f.) y Eatsy Market Eatsy Market, s.f.), las cuales facilitan a los campesinos la venta directa de sus productos. No obstante, estas iniciativas no se adecúan al contexto real del campesino en Colombia y se enfocan en una sola dimensión, ya sea la educativa o la comercial, sin integrar de manera conjunta procesos de alfabetización y estrategias de comercialización. Esta ausencia de propuestas integrales evidencia una brecha en la que se enmarca el presente proyecto, orientado a articular ambas necesidades en una sola propuesta tecnológica.

2.3 Marco metodológico.

El presente proyecto se enmarca en una metodología de ingeniería de software aplicada. A partir de las necesidades previamente identificadas en el campesinado colombiano (principalmente en relación con el analfabetismo y las limitaciones en la comercialización de productos agrícolas) se desarrollará un prototipo tecnológico centrado en el usuario, que responda de la mejor manera efectiva y posible a dichas problemáticas. El enfoque metodológico busca facilitar tanto los

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

procesos de alfabetización como la comercialización directa de productos agrícolas mediante el diseño y desarrollo de una aplicación móvil accesible, intuitiva y adaptada al contexto rural.

El proyecto se desarrollará bajo un enfoque sistémico, entendiendo que las problemáticas del campesinado no se originan en una sola área, sino en la interacción entre factores educativos, tecnológicos y económicos. En este sentido, cada fase metodológica (diseño pedagógico, desarrollo tecnológico y validación funcional) se concibe como parte de un sistema interrelacionado, donde los resultados obtenidos en una etapa realimentan a las siguientes, buscando la integración coherente del prototipo como solución integral.

Desde esta perspectiva sistémica, el análisis de requerimientos no se limita al funcionamiento del software, sino que también incorpora cómo los componentes educativos influyen en los tecnológicos, y cómo ambos impactan la experiencia de comercialización. De igual manera, la implementación y validación no se evalúan de manera aislada, sino considerando las conexiones entre alfabetización, adopción tecnológica y beneficios económicos esperados, manteniendo una visión integral del sistema.

El desarrollo del aplicativo se llevará a cabo siguiendo el modelo en cascada, dado que las fases propuestas por esta metodología (análisis de necesidades, diseño, implementación y pruebas) se ajustan adecuadamente a los objetivos del proyecto y a la planificación temporal establecida.

2.3.1 Enfoque Metodológico

Los módulos de la aplicación se diseñarán considerando el contexto sociocultural del campesinado y del entorno agrícola, empleando un lenguaje cercano y familiar para los usuarios.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

En el módulo de alfabetización, se incorporarán estrategias basadas en gamificación y microlearning, con el propósito de hacer más accesible y significativo el proceso de aprendizaje (Subhash & Cudney, 2018; Hamari et al., 2016; Alqurashi, 2017). Estas técnicas permitirán que los contenidos educativos sean presentados de manera interactiva, fomentando la motivación y la retención del conocimiento.

En cuanto al módulo de comercialización, se buscará evitar el uso de terminología técnica, destacando un vocabulario comprensible para el campesino. De este modo, se pretende simplificar la interacción con la herramienta y promover su adopción sostenida en el tiempo.

Todo lo anterior parte de asumir que dentro del núcleo familiar o comunitario existe al menos una persona con competencias básicas en el uso de herramientas digitales. Esta persona actuará como facilitador del proceso de aprendizaje, acompañando al campesino en la apropiación y uso del aplicativo móvil. Asimismo, desde un enfoque sistémico, este rol se entiende como un nodo articulador dentro del sistema comunitario, capaz de dinamizar el flujo de conocimiento y facilitar la apropiación tecnológica colectiva.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

3. Resultados

En la presente sección se presentan los resultados obtenidos a partir del desarrollo de cada uno de los objetivos del trabajo de grado.

3.1 Diseño conceptual del prototipo

Para la orientación del diseño conceptual del prototipo se tuvo en cuenta dos condiciones clave que el usuario objetivo debía tener: presentar bajos niveles de alfabetización y presencia de intermediarios en procesos comerciales. Se hicieron cuatro consideraciones importantes para establecer la base del funcionamiento de la aplicación.

En primer lugar, se considera que el uso de la aplicación será intermitente, sujeto a las labores agrícolas del campesino, la disponibilidad de tiempo y las limitaciones de conectividad propias del entorno rural.

Asimismo, se asume un apoyo de uso inicial y ocasional de la aplicación por parte de terceros, bien sean miembros del núcleo familiar o personas de la comunidad con mayores competencias digitales, quienes pueden actuar como facilitadores en las primeras etapas de apropiación de la herramienta.

Seguido a esto, se debe incentivar el aprendizaje con significado, de manera que el campesino encuentre en la aplicación funcionalidades y contenido acorde a su contexto rural y vida cotidiana que faciliten la asimilación y reconocimiento de conceptos. Del mismo modo se debe integrar un mecanismo de gamificación para generar mayor motivación de uso en el campesino.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Finalmente, se establece que la interacción con la aplicación debe ser sencilla, guiada con audio y altamente intuitiva de manera que se priorice el uso de elementos visuales, instrucciones claras y flujos de navegación simples, de tal modo que se facilite el uso por parte del usuario y este pueda avanzar progresivamente en los módulos de alfabetización sin depender de conocimientos técnicos previos.

3.1.1 Orientación didáctica del prototipo

La orientación didáctica del prototipo se fundamenta en la alfabetización básica funcional, entendida como el fortalecimiento de habilidades elementales de lectura y escritura que permiten al individuo desenvolverse de manera autónoma en su entorno cotidiano.

Teniendo en cuenta lo anterior, el módulo educativo del prototipo se diseña bajo la adopción de los siguientes modelos y principios pedagógicos: Aprendizaje progresivo, aprendizaje contextualizado, microlearning, realimentación inmediata, gamificación.

3.1.2 Diseño conceptual del módulo de alfabetización

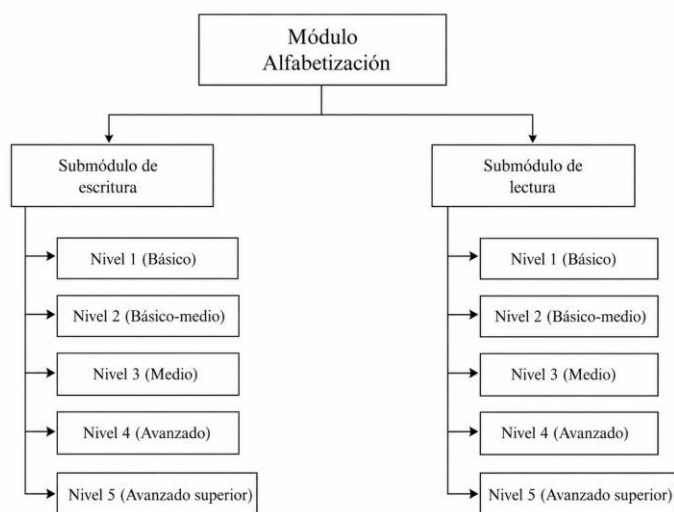
El módulo de alfabetización está organizado en dos submódulos complementarios: Lectura y escritura. Ambos submódulos incorporan apoyos visuales y auditivos que facilitan el proceso de aprendizaje; comparten una lógica pedagógica común y se articula bajo un mismo esquema de progresión, gamificación y realimentación. La separación en submódulos permite atender de forma diferenciada las habilidades de lectura y escritura, sin que ello implique una fragmentación del proceso educativo.

La estructuración del módulo de alfabetización se puede apreciar a continuación en la figura 1.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 1.

Diagrama jerárquico de estructura general del módulo de alfabetización



3.1.2.1 Diseño conceptual del submódulo de lectura. El submódulo de lectura tiene como objetivo fortalecer las habilidades básicas de reconocimiento y comprensión de letras, sílabas, palabras y frases simples, desde una perspectiva funcional y contextualizada. Los contenidos se construyen a partir de palabras y expresiones cercanas al entorno rural (nombres de productos agrícolas, herramientas de trabajo, rutinas del campo y mensajes breves de uso común) para que la lectura tenga sentido inmediato en la vida cotidiana del aprendiz.

El diseño conceptual contempla una progresión gradual de 5 niveles:

- Nivel 1: reconocimiento visual y auditivo de vocales, letras del abecedario y nociones básicas de orden alfabético.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

- Nivel 2: identificación y lectura de sílabas frecuentes (MA, PA, LA, TA, SA) y su combinación en secuencias sencillas.
- Nivel 3: lectura de palabras cortas, vocabulario del campo, asociación palabra-imagen y completado de palabras.
- Nivel 4: lectura de frases cortas, expresiones de rutina agrícola, ordenamiento de palabras y elección de frases según imagen.
- Nivel 5: interpretación de textos breves mediante preguntas sobre quién, qué, dónde, secuencias temporales y vocabulario contextual.

3.1.2.2 Diseño conceptual del submódulo de lectura. El submódulo de escritura tiene como objetivo desarrollar la producción escrita de letras, sílabas, palabras y frases, combinando el trazo manual y el uso del teclado, desde una perspectiva funcional y contextualizada. Al igual que en lectura, los contenidos parten de vocabulario y situaciones del entorno rural (familia, animales, cultivos, herramientas y actividades cotidianas del campo) para vincular la escritura con situaciones reales de comunicación.

El diseño conceptual contempla una progresión gradual de 5 niveles, con lecciones alternadas en modalidad trazos y teclado:

- Nivel 1: trazo y escritura con teclado de vocales, letras del abecedario y secuencias en orden alfabético.
- Nivel 2: producción de sílabas directas (MA, PA, LA, TA, SA), mezcla de sílabas y palabras comunes del entorno.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

- Nivel 3: escritura de frases cortas, rutinas agrícolas, construcción de frases en orden, frases asociadas a imagen y repaso integrado.
- Nivel 4: consolidación con palabras cortas, vocabulario del campo, asociación palabra-imagen y completado de palabras.
- Nivel 5: producción de textos breves a partir de comprensión básica, preguntas de quién/qué/dónde, secuencias y vocabulario contextual.

3.1.3 Estrategia de Gamificación aplicada

El módulo de alfabetización integra una estrategia de gamificación basada en el uso de puntos como mecanismo de incentivo positivo, orientado a fomentar la participación constante del campesino en las actividades educativas. El sistema de puntos se fundamenta en el reconocimiento del esfuerzo y la constancia, evitando la penalización del error o la exclusión del usuario.

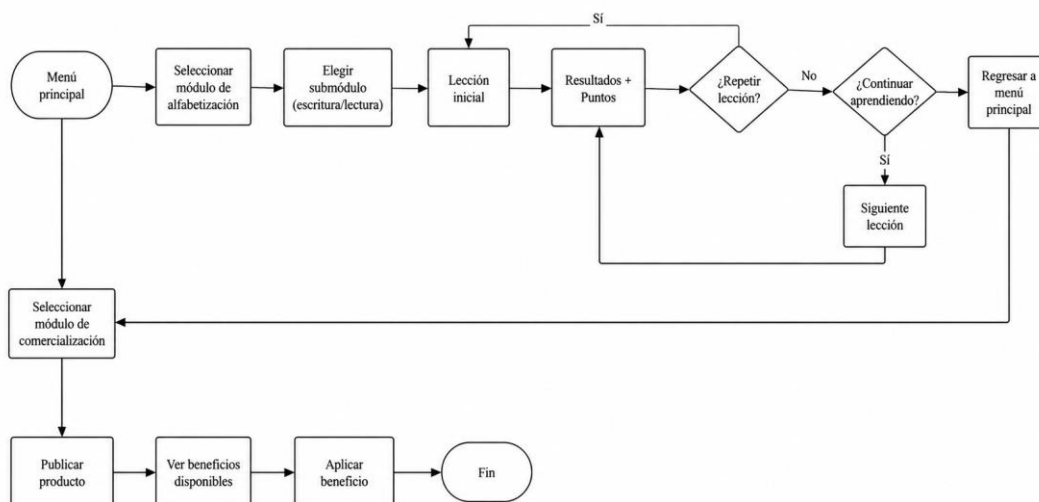
Los puntos se asignan por la finalización de lecciones, y se acumulan de manera progresiva. Estos puntos se articulan con el módulo de comercialización, traduciéndose en beneficios funcionales no restrictivos, como mejoras en la visibilidad de productos publicados.

De este modo, la gamificación actúa como un elemento integrador que vincula el proceso educativo con la participación económica del campesino, fortaleciendo la motivación para el aprendizaje continuo sin condicionar el acceso a la comercialización. La figura 2 muestra el flujo de este proceso.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 2.

Flujo del proceso de gamificación



3.1.4 Diseño conceptual del módulo de comercialización

El prototipo adopta un modelo de comercialización directa productor–comprador orientado a facilitar el contacto entre el campesino y el consumidor final mediante el uso del prototipo de una aplicación móvil. Este enfoque busca reducir la dependencia de intermediarios, quienes tradicionalmente concentran la información de mercado y limitan el margen de ganancia del productor rural.

Así mismo se busca fortalecer los vínculos entre campesinos de la misma zona al permitir pedir ayuda para completar un pedido entre miembros de la comunidad.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

El modelo prioriza la simplicidad operativa, la claridad en la presentación de los productos y la facilidad de contacto, de manera que el proceso de venta no represente una barrera adicional para el usuario campesino.

3.2 Requerimientos del prototipo

Teniendo en cuenta lo anterior se genera el conjunto de requerimientos del prototipo, estos requerimientos especificados a continuación representan una solución integral que aborda de manera sistémica las tres dimensiones clave del proyecto (comercial, tecnológica y educativa) al garantizar que los módulos de alfabetización y comercialización no opera de forma aislada si no que conforman un funcionamiento interdependiente.

Los requerimientos funcionales se encuentran en la tabla 1 y los requerimientos no funcionales en la tabla 2. En el apéndice A se presentan información detallada de los requerimientos.

Tabla 1.

Requerimientos funcionales del prototipo

IDENTIFICADOR	NOMBRE DEL REQUERIMIENTO
RFG01	Registro de usuario
RFG02	Selección de rol
RFG03	Inicio de sesión
RFG04	Cierre de sesión
RFG05	Recuperación de credenciales
RFG06	Control de acceso

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RFG07	Visualización de perfil
RFG08	Edición de perfil
RFA01	Acceso al módulo de alfabetización
RFA02	Visualización de submódulos
RFA03	Organización por niveles
RFA04	Inicio de lección
RFA05	Bloqueo de lecciones
RFA06	Reintento sin penalización
RFA07	Finalización de lección
RFA08	Asignación de puntos
RFA09	Registro de progreso
RFA10	Acceso a lecciones completadas
RFA11	Navegación interna del módulo
RFA12	Reproducción de audio guía
RFA13	Validación de respuestas
RFL01	Presentación visual de contenido
RFL02	Actividades de reconocimiento
RFL03	Asociación imagen-palabra
RFE01	Entrada de texto
RFE02	Escritura guiada

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RFE03	Validación de escritura
RFE04	Corrección formativa
RFE05	Escritura funcional
RFC01	Exploración del módulo de comercialización
RFC02	Exploración de productos disponibles
RFC03	Visualización de detalles del producto
RFC04	Ordenamiento de productos
RFC05	Información básica de mercado
RFC06	Actualización de información de mercado
RFC07	Asociación geográfica de productos
RFCV01	Publicación de productos
RFCV02	Edición de productos
RFCV03	Eliminación de productos
RFCV04	Visualización de productos propios
RFCV05	Visualización de beneficios por puntos
RFCC01	Búsqueda básica de productos
RFCC02	Selección de producto
RFCO01	Creación de pedido
RFCO02	Visualización de pedido
RFCO03	Chat asociado a la orden

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RFRC01	Visualización de red campesina
RFRC02	Compartir orden en la comunidad
RFRC03	Colaboración entre campesinos
RFRC04	Coordinación colaborativa
RFCE01	Integración de puntos en el módulo de comercialización
RFCE02	Cálculo de puntos del usuario
RFCE03	Aplicación de beneficios no restrictivos
RFCE04	Actualización de puntos automática

Tabla 2.

Requerimientos no funcionales del prototipo

IDENTIFICADOR	NOMBRE DEL REQUERIMIENTO
RNFU01	Interfaz para baja alfabetización
RNFU02	Tamaño de elementos interactivos
RNFU03	Contraste visual
RNFU04	Tipografía legible
RNFU05	Vocabulario contextualizado
RNFU06	Instrucciones con audio
RNFU07	Optimización para conectividad limitada

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RNFR01	Tiempo de respuesta
RNFS01	Protección de credenciales
RNFS02	Control de acceso por rol
RNFS03	Protección de datos personales
RNFD01	Disponibilidad del servicio
RNFD02	Recuperación y sincronización
RNFE01	Arquitectura escalable
RNFC01	Compatibilidad de plataforma
RNFC02	Dispositivos gama media-baja
RNFM01	Arquitectura modular
RNFM02	Actualización de contenidos
RNFI01	Consistencia de datos
RNFI02	Persistencia de información
RNFES01	Integración entre módulos
RNFES02	Beneficios no excluyentes

3.2.1 Diagramas de bucles causales

El diagrama de bucles causales (Figura 3) proporciona una visión más clara del enfoque sistémico aplicado al prototipo, en este se puede evidenciar la interdependencia entre los componentes educativos, tecnológicos y comerciales del sistema, mostrando ciclos de

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

retroalimentación que fortalecen o limitan el comportamiento de este a lo largo del tiempo. Se pueden observar bucles de refuerzo (R1, R2), donde el incremento en el aprendizaje al usar el módulo de alfabetización genera una ganancia de puntos que se traduce en beneficios comerciales que generan mayor motivación en los usuarios. Dichos beneficios impulsan las ventas y por tanto los ingresos, incentivando así un mayor uso del módulo de comercialización y consolidado un ciclo de crecimiento sostenido dentro del sistema.

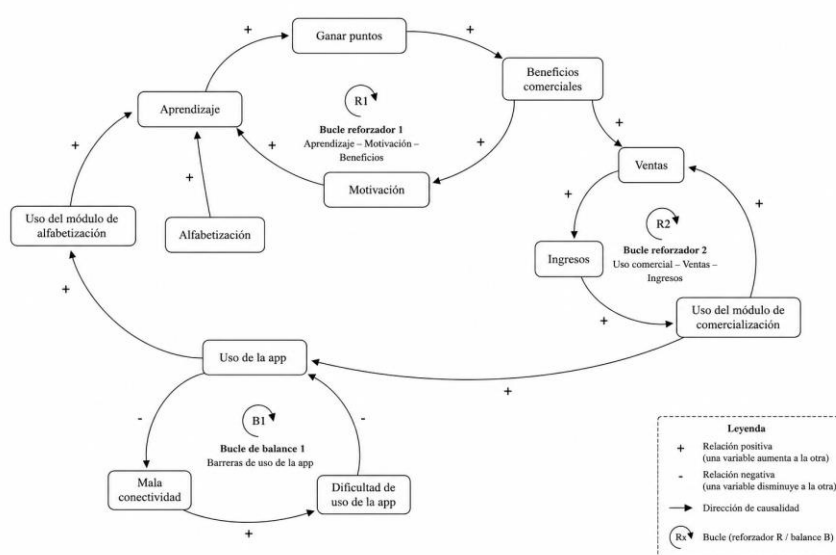
Asimismo, el modelo incorpora bucles de balance (B1) los cuales representan mecanismos de regulación que limitan el crecimiento del sistema. Factores como la mala conectividad y la dificultad en el uso de la aplicación reducen la utilización de esta, afectando negativamente la participación de los módulos de aprendizaje y comercialización.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Estos bucles permiten comprender las tensiones entre crecimiento y restricción, facilitando puntos de apalancamiento donde intervenciones estratégicas pueden mejorar el desempeño global del sistema.

Figura 3.

Diagrama de bucles causales del prototipo



Con el propósito de facilitar la comprensión del comportamiento del sistema, el diagrama general de bucles causales se descompone en tres subsistemas que representan las principales dinámicas del prototipo. Cada uno de ellos evidencia relaciones de retroalimentación entre los componentes educativos, comerciales y tecnológicos de la aplicación, permitiendo analizar de forma independiente los mecanismos que sustentan el enfoque sistémico propuesto.

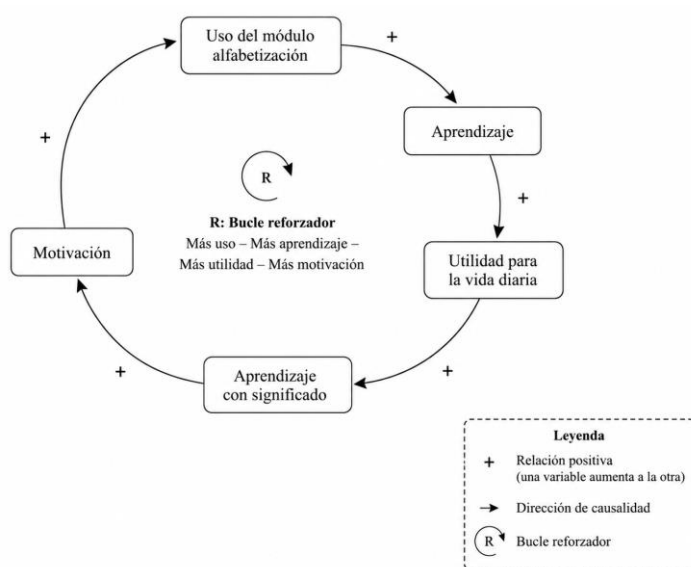
En la figura 4 se representa un bucle de realimentación reforzador en el cual el uso del módulo de alfabetización incrementa el aprendizaje del usuario y por tanto fortalece sus competencias básicas de lectura y escritura llevándolo así a sacar provecho de estas competencias.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

en su vida cotidiana y generando un mayor aprendizaje con significado. Todo lo anterior favorece el proceso de aprendizaje.

Figura 4.

Subsistema de alfabetización y motivación



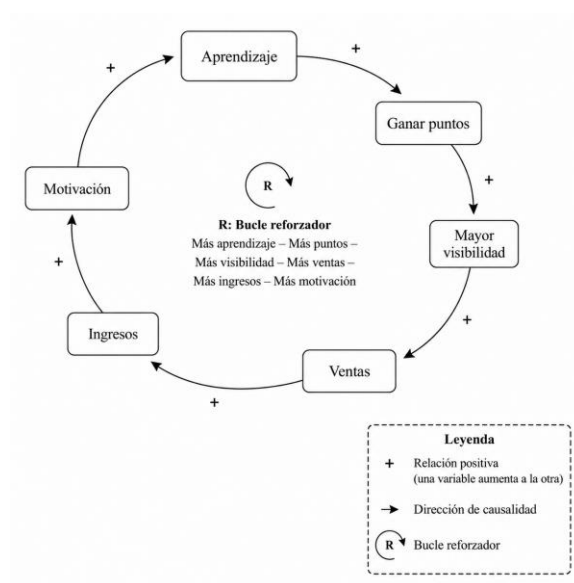
El diagrama mostrado en la figura 5 muestra la integración entre el componente educativo y el componente comercial del prototipo y como estos procesos no se abordan como procesos independientes, sino como componentes interrelacionados que se fortalecen mutuamente.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

En este subsistema, el avance del usuario en las actividades de alfabetización genera puntos mediante el sistema de gamificación, los cuales se pueden traducir en beneficios comerciales que hacen que se generen más ventas y por tanto más motivación para que el usuario use la aplicación.

Figura 5.

Subsistema de gamificación



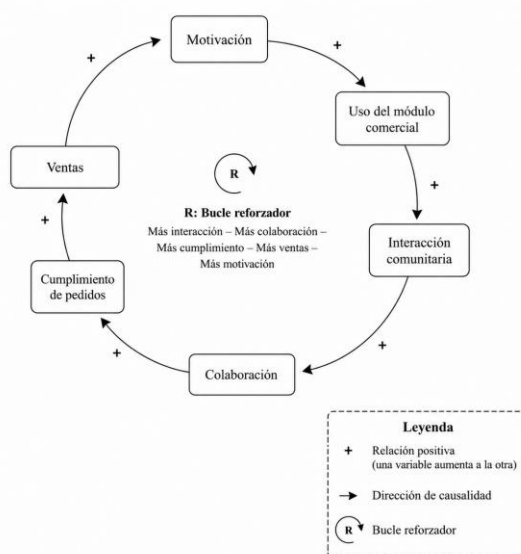
Por último, se tiene en la figura 6 el diagrama de bucles causales para el subsistema del módulo de comercialización y la interacción comunitaria. En este diagrama se evidencia que el uso del módulo de comercialización aumenta la interacción comunitaria y con ella la colaboración,

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

esto hace que se puedan cumplir más pedidos, se generen más ventas y por tanto más motivación para el uso de este módulo.

Figura 6.

Subsistema del módulo comercial y la interacción comunitaria



3.3 Documentación del prototipo

La arquitectura del prototipo fue escogida a partir de un diagnóstico claro del contexto de uso de este donde se precisa que en la mayoría de los casos el campesinado colombiano accede a tecnología principalmente a través de smartphones de gama media-baja, por tanto, una aplicación móvil nativa representa la forma más viable y cercana de llevar esta solución tecnológica al usuario final.

El prototipo fue construido sobre dos tecnologías principales: Flutter como framework de desarrollo móvil y Supabase como backend. La selección de estas estuvo guiada por las restricciones y necesidades concretas del contexto rural en el que se busca operar el sistema.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

3.3.1 Diagrama de arquitectura

La arquitectura seleccionada para el prototipo se basa en un modelo cliente-servidor sustentado en tecnologías modernas como Flutter y Supabase. En primer lugar, se dispone de una aplicación móvil desarrollada en Flutter que permite la interacción de usuarios con diversos roles (comprador y campesino) mediante interfaces adaptadas a cada perfil. Esta aplicación se comunica con un backend implementado en Supabase (BaaS), que gestiona la autenticación de usuarios, la persistencia de datos en una base de datos PostgreSQL y parte de la lógica funcional mediante funciones serverless (Edge Functions).

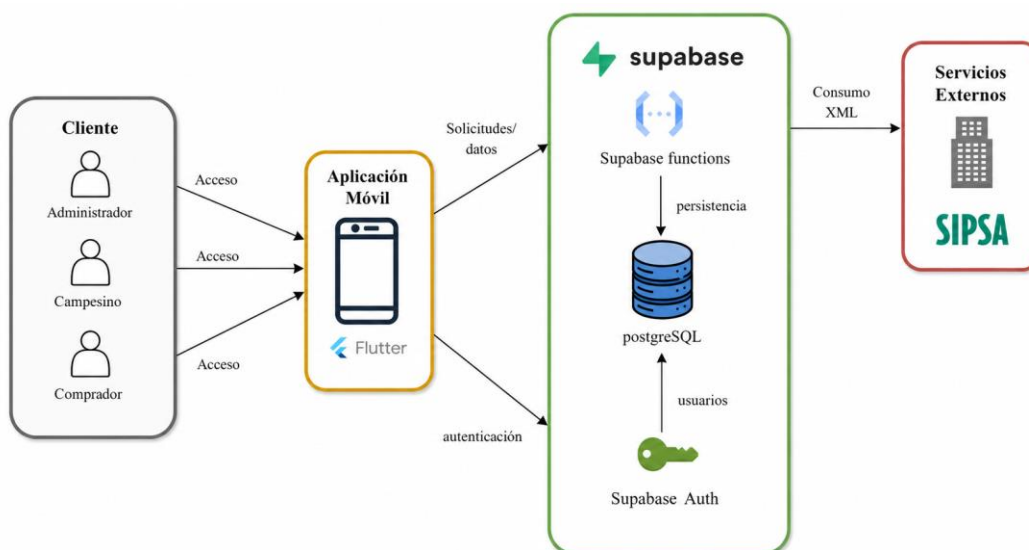
En lo concerniente a los precios de referencia, el sistema se integra con el Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA), administrado por el DANE, el cual expone información de precios mayoristas a través de un servicio web bajo el protocolo SOAP. Dicha consulta no se realiza directamente desde la aplicación móvil: una Edge Function del backend invoca el servicio, procesa la respuesta en formato XML y almacena los indicadores normalizados (precio promedio, rango mínimo-máximo y unidad) en la tabla `info_mercado` de PostgreSQL. La aplicación consulta entonces esos datos ya persistidos para mostrarlos en la pantalla de indicadores económicos. La sincronización con SIPSA se ejecuta de forma bajo demanda, cuando el usuario solicita la actualización desde la interfaz, lo que permite

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

mantener una copia local de referencia en el backend sin depender en todo momento de la disponibilidad del servicio externo. (Ver figura 7)

Figura 7.

Diagrama de arquitectura del sistema



3.3.2 Diagrama de casos de uso

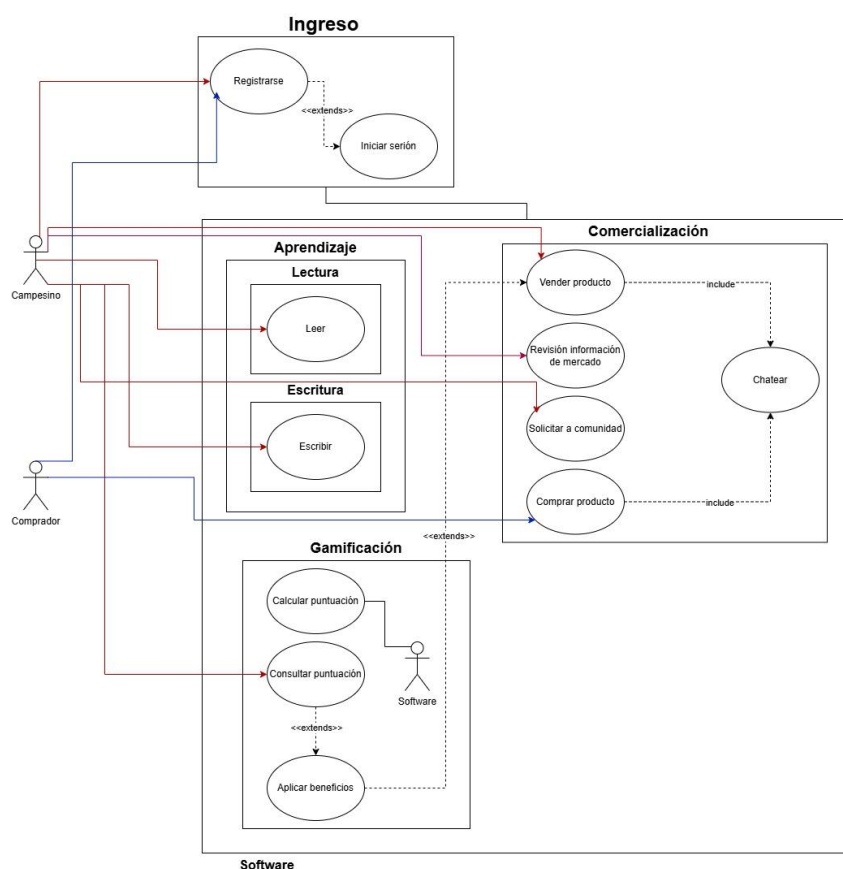
Basados en los requerimientos funcionales del prototipo se diseñó el diagrama de casos de uso. Este se puede ver en la Figura 8 y representa las principales funcionalidades del sistema y la interacción de los diversos actores con este. Cabe resaltar que el actor software se puso explícitamente en el caso de uso *calcular puntuación para* resaltar que esta funcionalidad se ejecuta de manera automática por el sistema. Esto no implica que en los demás casos de uso no

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

exista participación del sistema, sino que en este caso particular el proceso es completamente interno y hace parte de las bases para otras funcionalidades del sistema.

Figura 8.

Diagrama de casos de uso del sistema



3.3.3 Diagramas de actividades

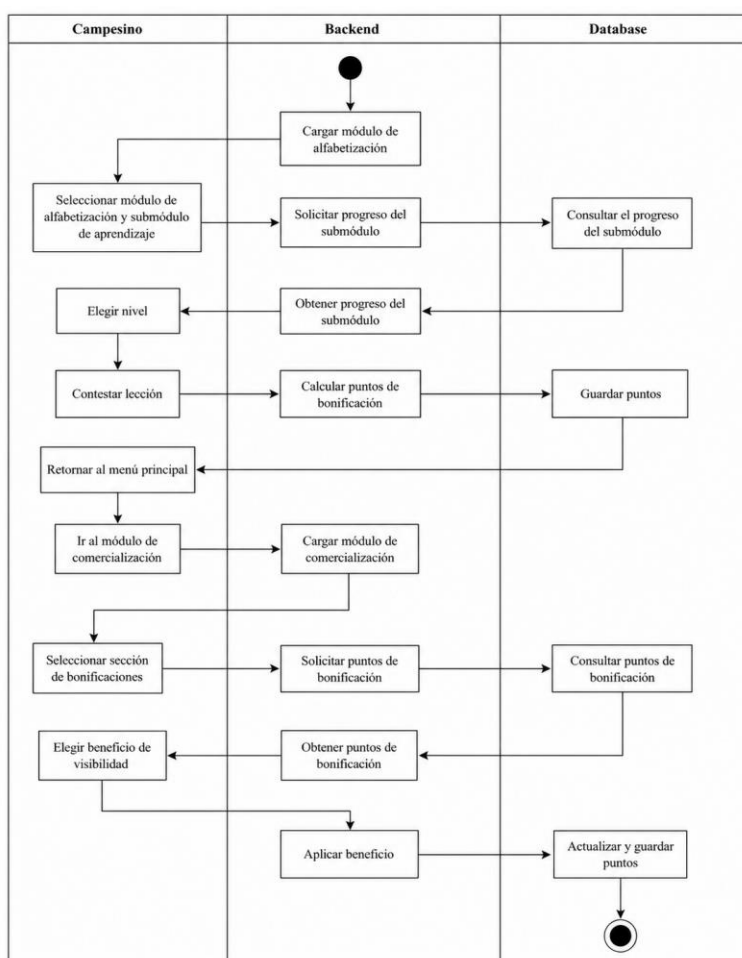
Los diagramas de actividades realizados a partir de los requerimientos del prototipo son: ‘Crear producto’, ‘Eliminar producto’, ‘Editar producto’, ‘Comprar producto’, ‘Actualización de indicadores económicos’, ‘Realizar lección de alfabetización’ Y ‘Gamificación’. En el diagrama mostrado a continuación (Figura 9) se presenta el proceso de gamificación en el cual se relacionan

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

los módulos de alfabetización y comercialización directamente. La totalidad de diagramas de actividades del prototipo se encuentran en el Apéndice B.

Figura 9.

Diagrama de actividades de gamificación



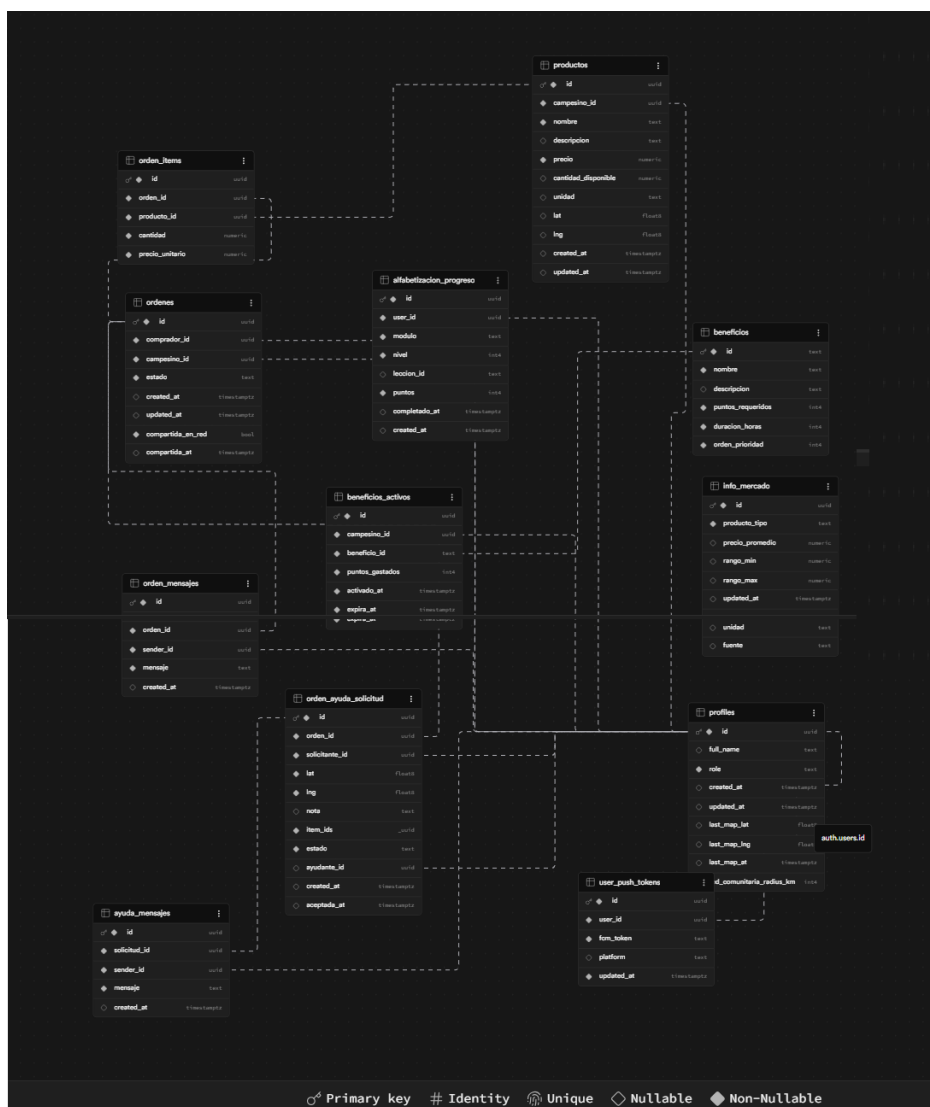
3.3.4 Diagrama de bases de datos

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Para el desarrolló del prototipo se utilizó una base de datos relacional (PostgreSQL) proporcionada por Supabase. A continuación, se presenta la figura 10 que contiene el diagrama de bases de datos diseñado para el prototipo.

Figura 10.

Diagrama de bases de datos del prototipo



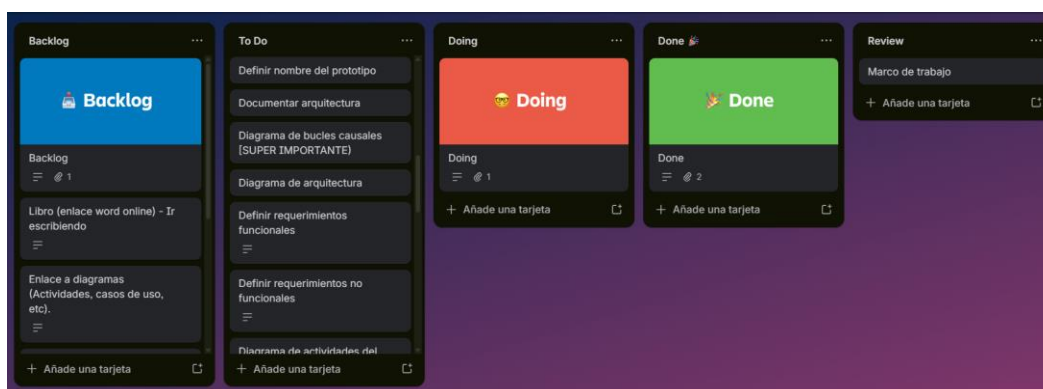
PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

3.4 Implementación del prototipo

Acorde a la arquitectura y requerimientos definidos del prototipo se procedió a designar tareas usando como referencia la metodología Kanban. Si bien el proyecto se desarrolló en el marco de la metodología en cascada estructurada en fases secuenciales, la asignación y seguimiento de tareas se gestionó usando un tablero tipo Kanban, Este tablero permitió visualizar el flujo de trabajo a través de columnas como “pendiente”, “en proceso”, “finalizado” y “en revisión”, facilitando así la organización y distribución de actividades entre los integrantes del trabajo de grado. De este modo se mantuvo la secuencialidad propia del modelo en cascada a la vez que se mejoró el control y la eficiencia en la ejecución de tareas con la incorporación del tablero. Esta distribución de tareas se puede ver a continuación en la figura 11.

Figura 11.

Tablero de la metodología Kanban en la primera fase del proyecto

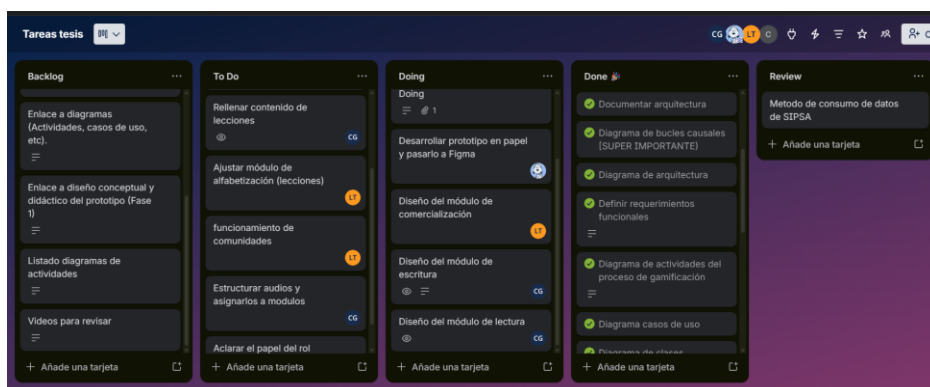


La figura 12 muestra el tablero durante el avance del proyecto. Como se puede observar existen tareas distribuidas en las columnas “En proceso”, “Hecho” “Por hacer” y “Revisión”.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 12.

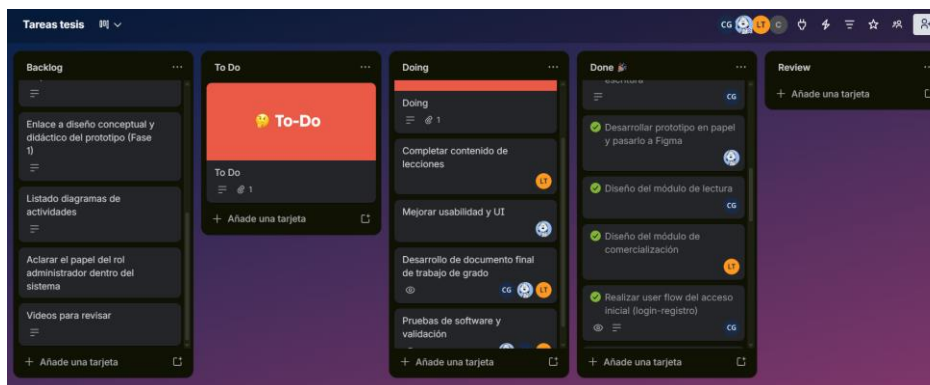
Tablero de la metodología Kanban durante el avance del proyecto



Finalizando el proyecto se puede observar en la figura 13 que la mayoría de las tareas se encuentran en la columna “Hecho”.

Figura 13.

Tablero de la metodología Kanban finalizando el proyecto



3.4.1 Desarrollo del prototipo

A lo largo de esta sección se presentarán diversas figuras correspondientes a la implementación del prototipo. Dichas figuras corresponden a generalidades de este.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

El archivo ‘main.dart’ mostrado en la figura 14 constituye el punto de entrada de la aplicación de desarrollada en flutter, este se encarga de inicializar los servicios esenciales antes de ejecutar la interfaz de usuario. En primer lugar, asegura la correcta vinculación del framework y carga las variables de entorno desde un archivo .env, lo que permite gestionar de forma segura las credenciales y configuraciones. Posterior a esto, inicializa la conexión con Supabase como backend principal para el manejo de datos y autenticación. A modo de condición configura Firebase para habilitar la recepción de notificaciones push, incluyendo el manejo de notificaciones en segundo plano y la inicialización de un servicio especializado para procesarlas y gestionar la navegación asociada. Finalmente, establece el sistema de rutas de la aplicación y ejecuta el widget

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

principal, garantizando así que todos los servicios estén correctamente preparados antes de que el usuario interactúe con la aplicación.

Figura 14.

Archivo main.dart

```

13 Future<void> main() async {
14   WidgetsFlutterBinding.ensureInitialized();
15
16   await dotenv.load(fileName: '.env');
17
18   await Supabase.initialize(
19     url: dotenv.env['SUPABASE_URL']!,
20     anonKey: dotenv.env['SUPABASE_ANON_KEY']!,
21   );
22
23   if (!kIsWeb && firebaseOptionsConfigured) {
24     FirebaseMessaging.onBackgroundMessage(firebaseMessagingBackgroundHandler);
25     await Firebase.initializeApp(options: firebaseOptionsForPlatform());
26     // Incluye getInitialMessage() + stash en [PendingNotificationNavigation]
27     // antes de runApp (equivalente a capturar el mensaje en main()).
28     await PushNotificationService.instance.initialize();
29   }
30
31   // Siempre "/" (override platform): splash hace go a la base; [ScheduleColdStartDeeplink] go al detalle.
32   initAppRouter(initialLocation: '/');
33   runApp(const SembrappApp());
34 }
35

```

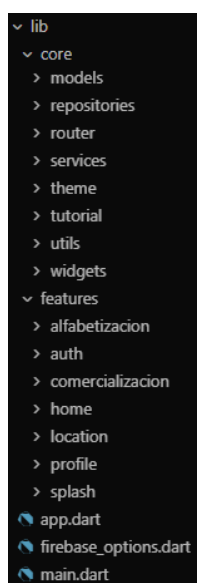
Se aplicó arquitectura modular basada en características ya que de esta manera se organiza el código de la app agrupándolo por funcionalidades (auth, profile, alfabetización, chat, etc.) de manera que cada feature contiene su propia lógica, UI y acceso a datos lo que mejora la estabilidad y el mantenimiento. Esta organización interna se complementa perfectamente con la arquitectura cliente-servidor, donde la aplicación desarrollada en flutter actúa como cliente que consume

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

servicios de Supabase. A continuación, se presenta en la figura 15 la jerarquía de carpetas empleadas.

Figura 15.

Jerarquía de carpetas del prototipo

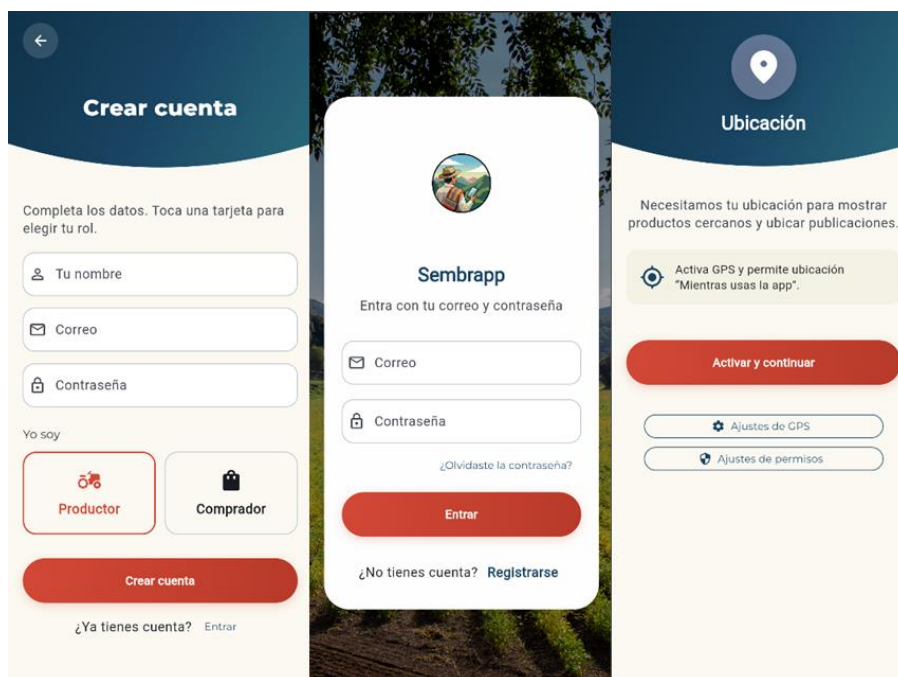


3.4.1.1 Registro e inicio de sesión. Para el proceso de registro se implementó un sistema de roles, donde el usuario puede elegir si es productor o si es comprador. Acorde a lo que el usuario escoja, se presentan las funcionalidades respectivas. Así mismo al iniciar sesión, se solicita inmediatamente al usuario permiso de ubicación con el fin de encontrar compradores, productores, o productos cercanos geográficamente. Esto se puede observar a continuación en la figura 16.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 16.

Registro e inicio de sesión de la aplicación

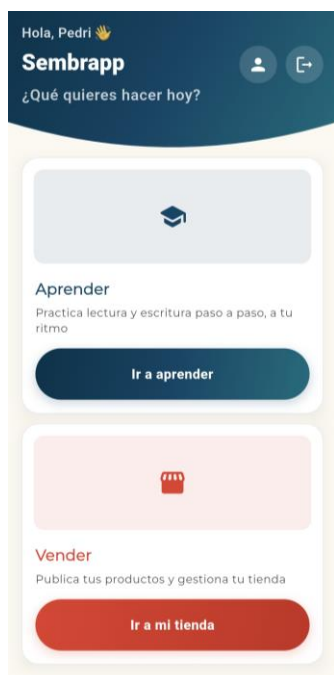


3.4.1.2 Menú principal de productor. El menú principal para el usuario productor se compone de dos opciones: aprender y vender. Aquí el usuario productor puede decidir si quiere realizar lecciones de alfabetización o vender sus productos de manera directa (ver figura 17).

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 17.

Menú principal de productor



3.4.1.3 Módulo de alfabetización. El módulo de alfabetización permite al usuario acceder a contenidos educativos de lectura o escritura estructurados en niveles progresivos. El diseño de las lecciones facilita la participación del usuario, incorporando ejercicios de selección, asociación y repetición, junto con realimentación inmediata y un audio guía para facilitar el uso de la aplicación. De esta manera, el prototipo facilita el desarrollo de habilidades básicas de lectura y escritura en un entorno accesible y contextualizado.

Del mismo modo, con el fin de incentivar el uso de este módulo, se implementó un sistema de gamificación basado en la asignación de puntos por la realización de alguna lección de alfabetización. Estos puntos se integran posteriormente con el módulo de comercialización,

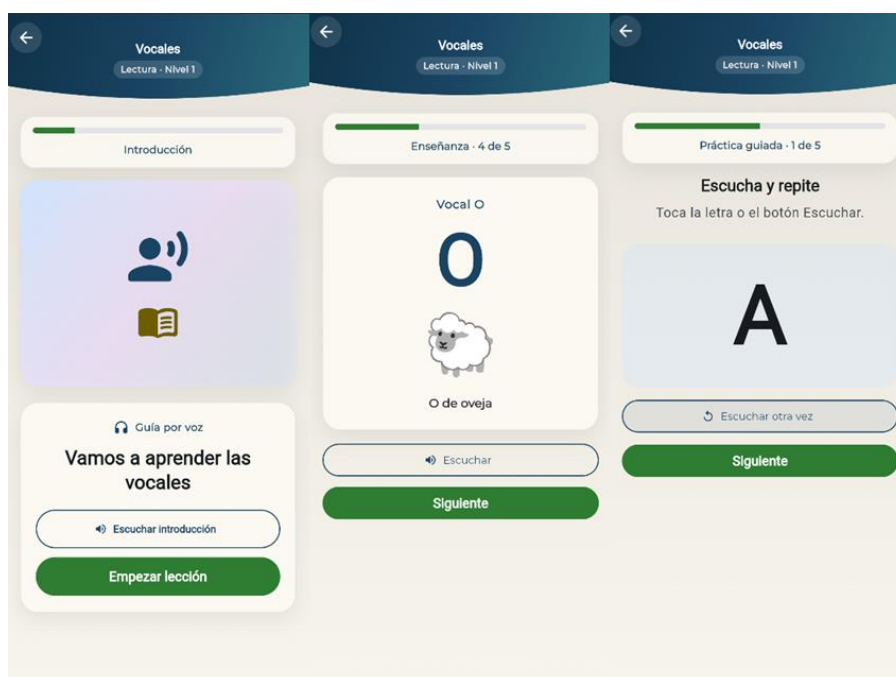
PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

otorgando beneficios como mayor visibilidad de los productos publicados. Esta relación permite vincular el proceso de aprendizaje con incentivos económicos, favoreciendo la motivación y la continuidad en el uso de la aplicación.

En la figura 18 mostrada a continuación se puede observar un ejemplo de una lección de lectura. Para este caso la lección es acerca de las vocales y se tienen 3 pantallas, la pantalla 1 corresponde a una breve introducción, seguido de la pantalla 2 correspondiente a una explicación del tema y continuando con la pantalla 3 que involucra una práctica de escucha y repite.

Figura 18.

Pantallas de una lección de lectura



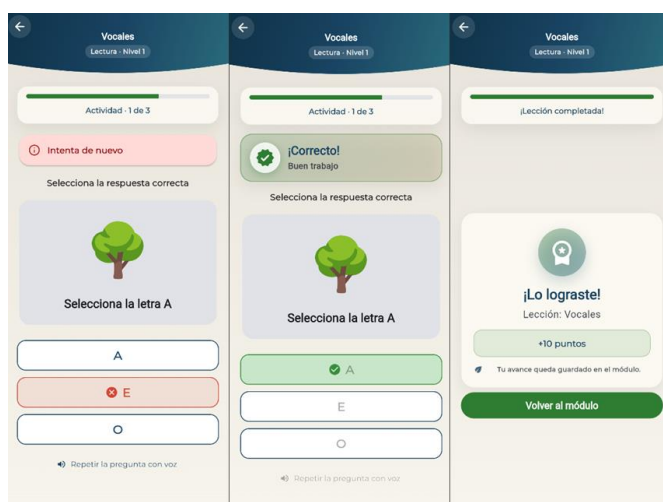
Se tienen también la pantalla 4 en la que el usuario selecciona una respuesta a la pregunta hecha, si la respuesta es incorrecta, se da realimentación al usuario y se permite que vuelva a

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

intentar sin penalizarlo. Por último, en la pantalla 5 se informa los puntos conseguidos y la finalización de la lección. Esto se puede observar a continuación en la figura 19.

Figura 19.

Pantallas de una lección de lectura



El módulo de escritura por su parte implementa una estructura conformada en primer lugar por lecciones de enseñanza de trazo, las cuales se componen de una parte de explicación y luego

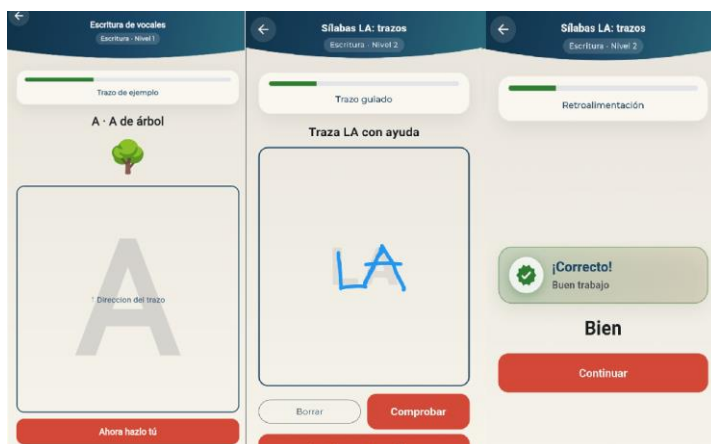
PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

una parte práctica para que el usuario pueda hacer el trazo correspondiente y validar su respuesta.

En la figura 20 presentada a continuación se puede observar un ejemplo dicha lección.

Figura 20.

Pantallas de una lección de escritura de trazos



En segundo lugar, este módulo incorpora también lecciones de enseñanza de uso del teclado del dispositivo móvil, en estas elecciones, el usuario recibe una explicación mediante una animación del uso del teclado asociado a letras y palabras, de la misma manera, procede a una

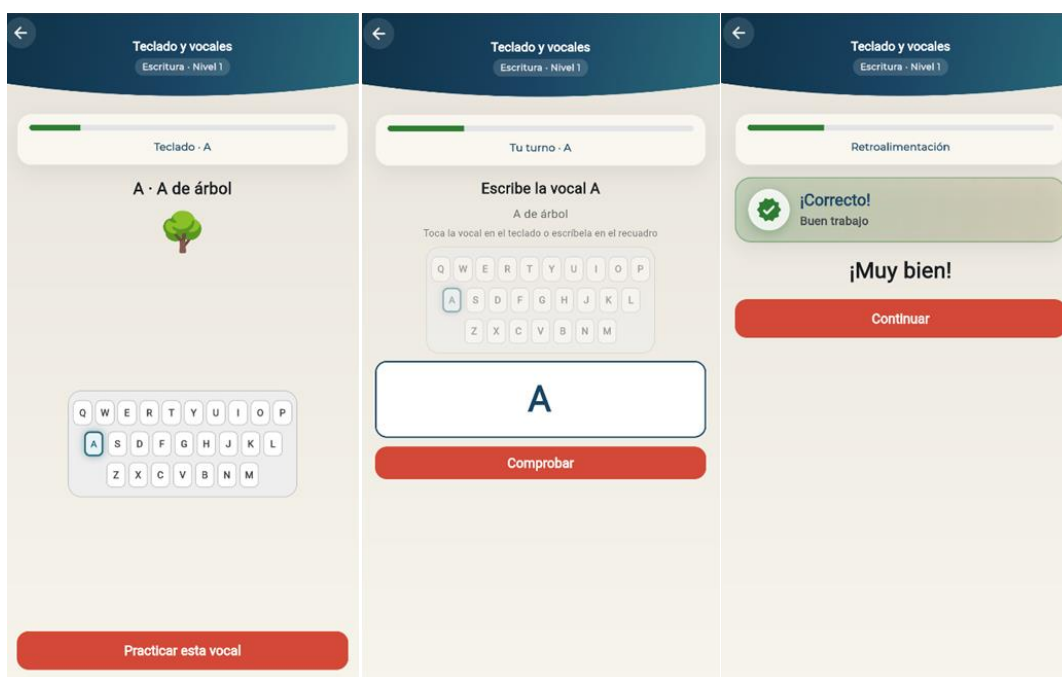
PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

parte práctica donde interactúa con el teclado para comprender de manera práctica el uso de este.

Un ejemplo de esta lección se presenta a continuación en la figura 21.

Figura 21.

Pantallas de una lección de escritura de teclado



3.4.1.4 Módulo de comercialización. El módulo de comercialización permite a los usuarios productores publicar sus productos agrícolas, revisar precios de referencia actualizados, y coordinar pedidos directamente con sus clientes mediante un chat en tiempo real, facilitando así un entorno digital accesible para todo este proceso de comercialización directa. Por parte del rol de comprador, en este módulo los usuarios compradores pueden adquirir productos agrícolas directamente con los productores.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Asimismo, en este módulo se incorpora una red comunitaria que permite identificar productores cercanos geográficamente y compartir solicitudes de apoyo para el cumplimiento de pedidos, promoviendo dinámicas de colaboración entre el campesinado. Esta funcionalidad fortalece la articulación entre campesinos y contribuye a la construcción de relaciones comerciales más directas y equitativas.

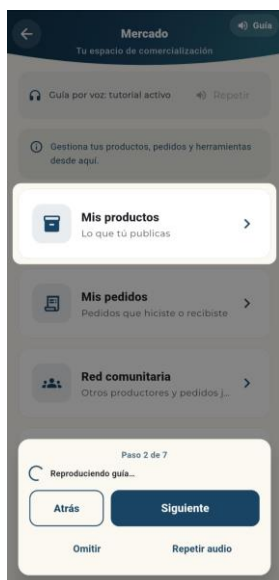
PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Este módulo al igual que el módulo de alfabetización cuenta con un tutorial guiado mediante audio, de manera que el entendimiento y uso de este sea mucho más amigable e intuitivo para el usuario.

Lo descrito anteriormente se puede observar en las figuras 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28 presentadas a continuación.

Figura 22.

Tutorial guiado con voz del módulo de comercialización



PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 23.

Menú principal del módulo de comercialización de usuario productor

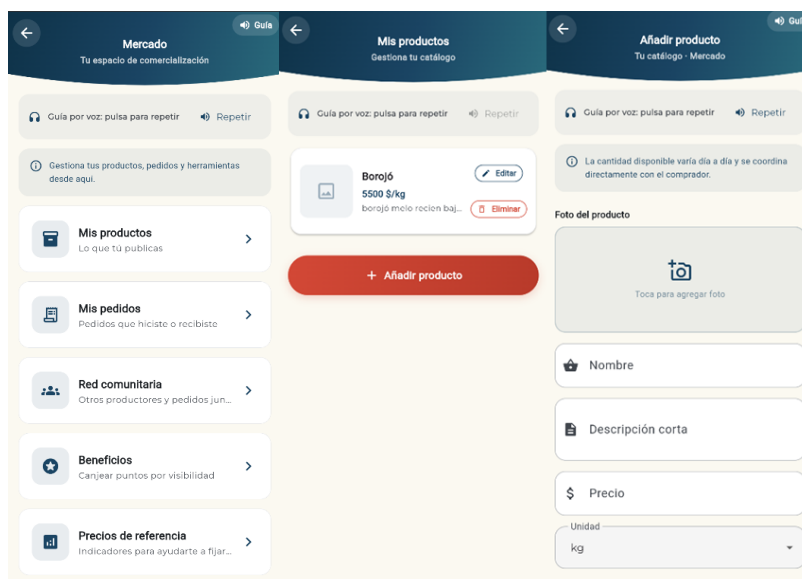
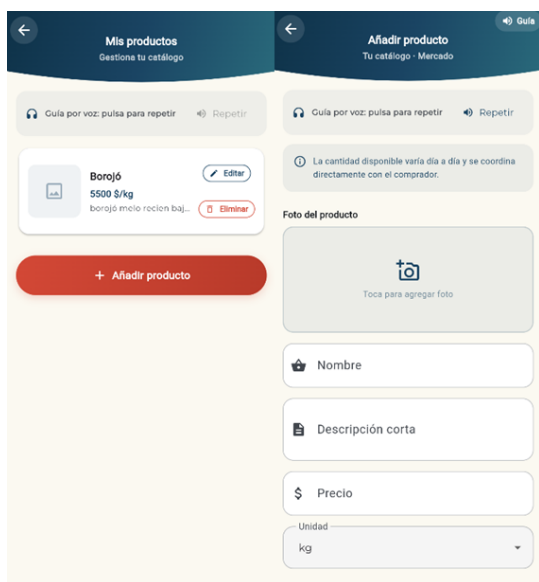


Figura 24.

Sección 'Mis productos'



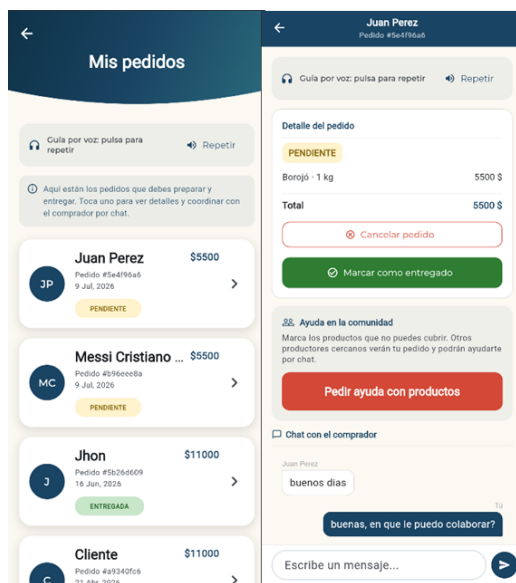
PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 25. Tutorial para añadir un producto



Figura 26.

Sección 'Mis pedidos'



PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 27.

Sección 'Red comunitaria'

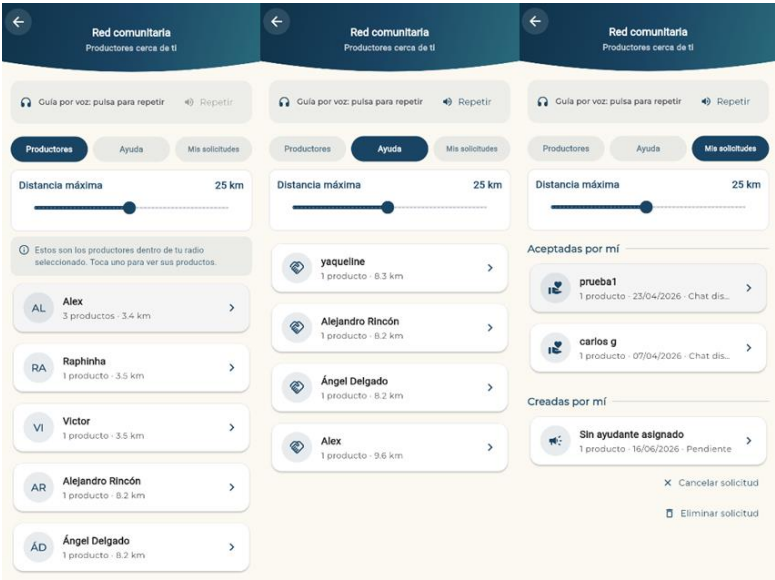
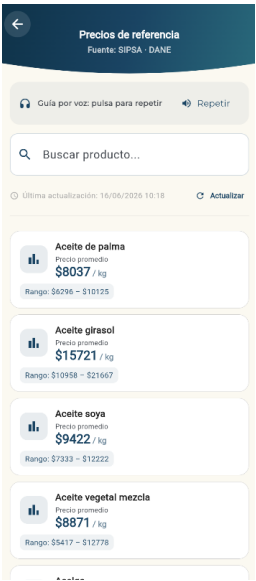


Figura 28.

Sección 'Precios de referencia'



PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

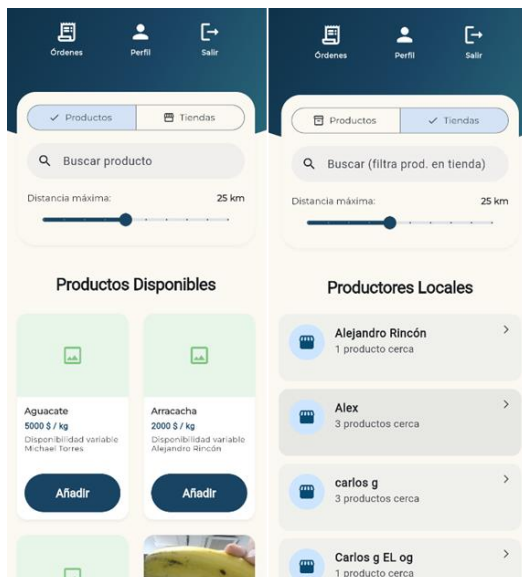
Figura 29.*Sección 'Beneficios'*

En el menú principal del módulo de comercialización en el rol de comprador se pueden visualizar los diversos productos disponibles en el mercado acorde a la distancia seleccionada,

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

asimismo, se puede observar un apartado de tiendas en la cual están todos los productores y sus productos disponibles (ver figura 30).

Figura 30. *Menú principal del módulo de comercialización de usuario comprador*

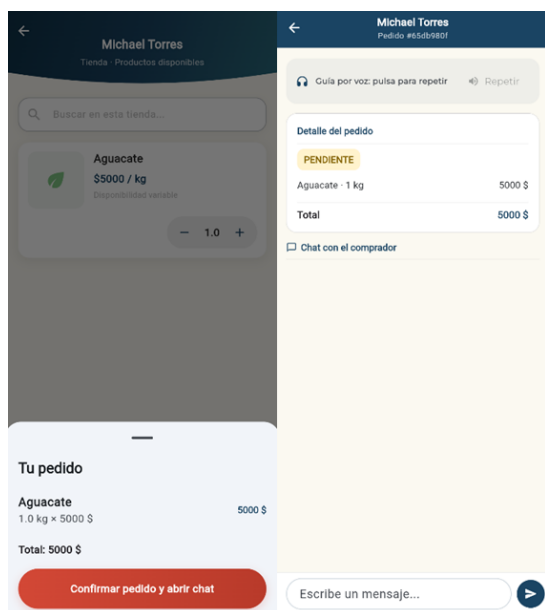


Se puede comprar uno o varios productos y coordinar la entrega y otros detalles mediante un chat como se ha mencionado anteriormente (ver figura 31).

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 31.

Realizar orden y coordinar pedido por chat



La implementación del prototipo se evidencia a través de las interfaces funcionales de la aplicación, donde se pueden observar los distintos módulos en operación. Estas interfaces muestran el acceso a las lecciones de alfabetización, la interacción con actividades educativas, la comercialización de productos directa entre productor y cliente, así como el impulso de comunidades campesinas y el sistema de gamificación del prototipo.

Las evidencias gráficas permiten visualizar el funcionamiento del sistema y la forma en que el usuario interactúa con las diferentes funcionalidades, demostrando la integración de los componentes desarrollados en un único entorno.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Para ver en más detalle la implementación en código del prototipo se recomienda ver el apéndice C en el cual se encuentra el enlace del repositorio de GitHub que contiene el código fuente.

3.5 Pruebas de software

Con el fin de verificar el correcto funcionamiento del prototipo, se llevaron a cabo diversas pruebas centradas en la evaluación de funcionalidad, usabilidad e integración de los componentes del sistema. Dado que el proyecto corresponde al desarrollo de un prototipo funcional, las pruebas se orientaron a verificar el correcto funcionamiento de las principales características de la aplicación y la capacidad de los usuarios para interactuar con ella de manera efectiva. Se realizó un plan de pruebas y el cuestionario System Usability Scale (SUS) para medir la usabilidad percibida del sistema.

3.5.1 Pruebas unitarias

Las pruebas unitarias se realizaron de forma continua durante el desarrollo de cada requerimiento, integrándose como parte del proceso de implementación para validar el correcto funcionamiento de cada componente de manera aislada. Esto permitió detectar errores de forma temprana y resolverlos al instante.

3.5.2 Pruebas de integración

Se llevaron a cabo pruebas de integración para verificar la correcta interacción entre los distintos módulos y capas del sistema, asegurando que los componentes funcionaran de manera conjunta como se espera. Estas pruebas se realizaron para los requerimientos más importantes del sistema y se pueden apreciar en su totalidad en el apéndice D. En la tabla 3 se observa la prueba

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

del proceso de gamificación en la cual un usuario adquiere puntos mediante la realización de una lección, posterior a esto verifica esos puntos, los canjea por un beneficio y este beneficio se ve aplicado en el módulo comercial.

Tabla 3.

Prueba de validación del proceso de gamificación

#	Usuario	Software	Datos	Revisar
1	completa una lección	calcula y guarda puntos		revisar que los puntos se guarden en bd
2	usuario consulta sección de beneficios	carga puntos actualizados y beneficios disponibles		
3	usuario activa beneficio	actualiza puntos	puntos del usuario	que el usuario pueda aplicar beneficio según puntos disponibles
4	visualiza productos	aplica beneficio		
#	Errores-Descripción		Corregido	Fecha de corrección
1	La aplicación del beneficio no se veía reflejada		Si	04/11/2026

3.5.3 Pruebas de estrés

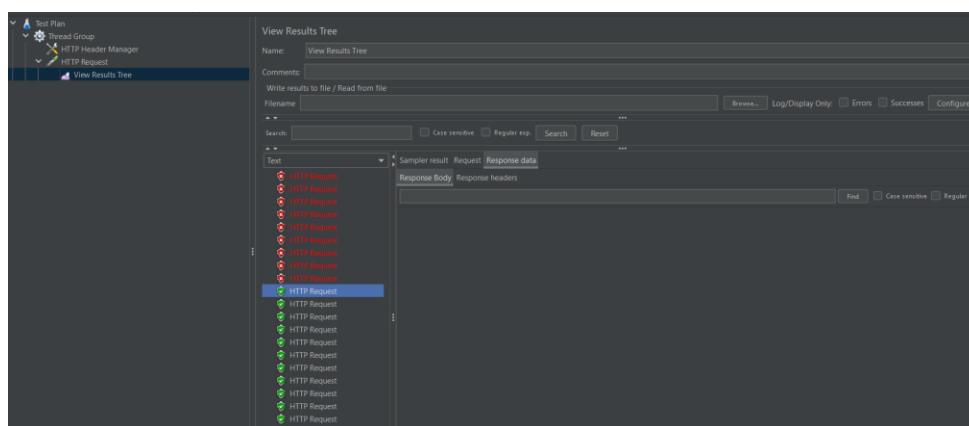
Con el propósito de evaluar el comportamiento del sistema bajo condiciones de carga elevada, se llevaron a cabo pruebas de rendimiento utilizando la herramienta Apache JMeter, la cual permitió simular múltiples usuarios concurrentes realizando peticiones sobre los endpoints

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

REST expuestos por Supabase, capa de backend sobre la que se sustenta la aplicación. Las pruebas se ejecutaron en cuatro escenarios de carga progresiva, con 5, 15, 30 y 50 usuarios concurrentes respectivamente, considerando un período de arranque gradual (ramp-up) para reproducir de manera más fiel el comportamiento real de los usuarios. Los resultados obtenidos evidenciaron un comportamiento estable en los escenarios de baja y media concurrencia, registrándose una degradación progresiva del rendimiento a partir de los 50 usuarios simultáneos, umbral coherente con las restricciones de conexiones concurrentes propias del plan de infraestructura utilizado. Estos resultados permiten establecer la capacidad operativa actual del sistema y orientar futuras decisiones de escalabilidad en función del crecimiento de la base de usuarios. A continuación, se muestran los resultados de estas pruebas en la figura 28.

Figura 32.

Resultados de las pruebas de estrés en JMeter.



3.5.4 Pruebas de carga

Con el objetivo de evaluar el rendimiento, la estabilidad y la capacidad de respuesta del backend de Sembrapp bajo condiciones de carga concurrente, se diseñó y ejecutó un conjunto de

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

pruebas de carga utilizando la herramienta Apache JMeter. Las pruebas se enfocaron en los cinco flujos más críticos del sistema: autenticación de usuarios, consulta de productos, creación transaccional de órdenes, sincronización de indicadores de mercado y procesamiento de webhooks de notificaciones push.

Tabla 4.

Herramientas usadas para las pruebas de carga

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Herramienta de prueba	Apache JMeter 5.6.3
Runtime	Java Development Kit (JDK) 17 — Eclipse Temurin
Sistema operativo	Windows 11
	Supabase (plan gratuito) — PostgreSQL, Auth, Edge
Backend bajo prueba	Functions
Protocolo	HTTPS (puerto 443)
Modo de ejecución	GUI (validación)

3.5.4.1 Arquitectura del sistema bajo prueba. El backend de Sembrapp opera sobre la plataforma Supabase, la cual expone los siguientes servicios evaluados:

- API REST (PostgREST): Interfaz REST autogenerada sobre PostgreSQL para operaciones CRUD en tablas como productos, ordenes y orden_items.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

- Supabase Auth (GoTrue): Servicio de autenticación que gestiona el inicio de sesión mediante correo electrónico y contraseña, emitiendo tokens JWT.
- Edge Functions (Deno Deploy): Funciones serverless escritas en TypeScript que ejecutan lógica de negocio compleja, incluyendo integración con servicios SOAP externos y envío de notificaciones push mediante Firebase Cloud Messaging (FCM).

3.5.4.2 Datos de prueba. Se crearon 6 cuentas de usuario de prueba (3 con rol campesino y 3 con rol comprador) registradas directamente en Supabase Auth. Los datos de parametrización se almacenaron en archivos CSV para su inyección dinámica durante las pruebas:

Tabla 5.

Datos de prueba para las pruebas de carga

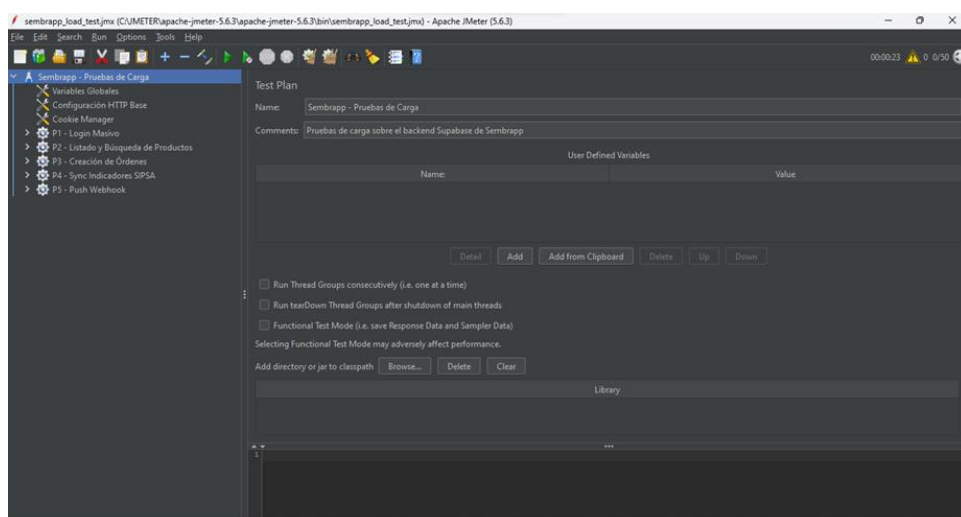
Archivo	Contenido	Propósito
usuarios_login.csv	Correos electrónicos y contraseñas	Autenticación en todas las pruebas
terminos_busqueda.csv	Términos de búsqueda (maíz, papa, plátano, etc.)	Filtrado de productos
compradores.csv	UUIDs de compradores, campesinos, productos y precios	Creación de órdenes

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Se configuró un Test Plan centralizado con los siguientes componentes globales, heredados por todas las pruebas:

Figura 33.

Configuración global del Test Plan



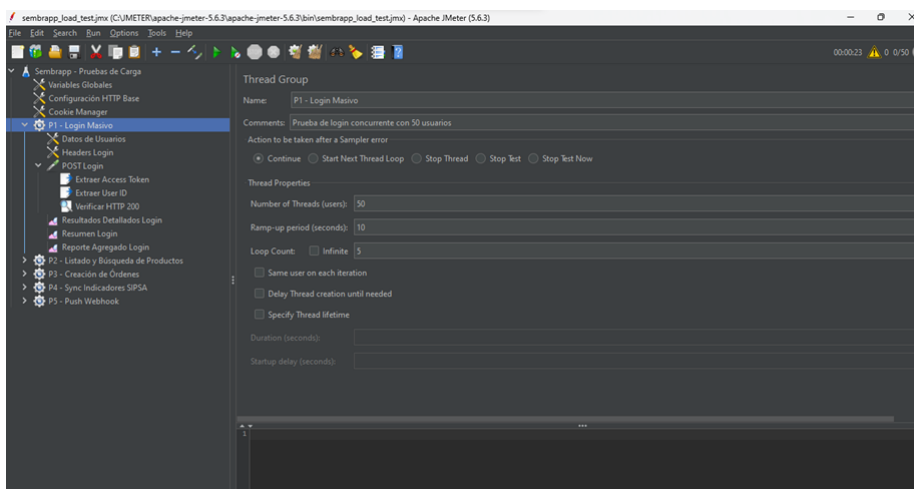
3.5.4.3 Escenarios de prueba

3.5.4.5.1 Prueba 1 - Login masivo. Evaluar la capacidad del servicio de autenticación de Supabase para manejar inicios de sesión concurrentes masivos.

Figura 34.

Configuración de la prueba

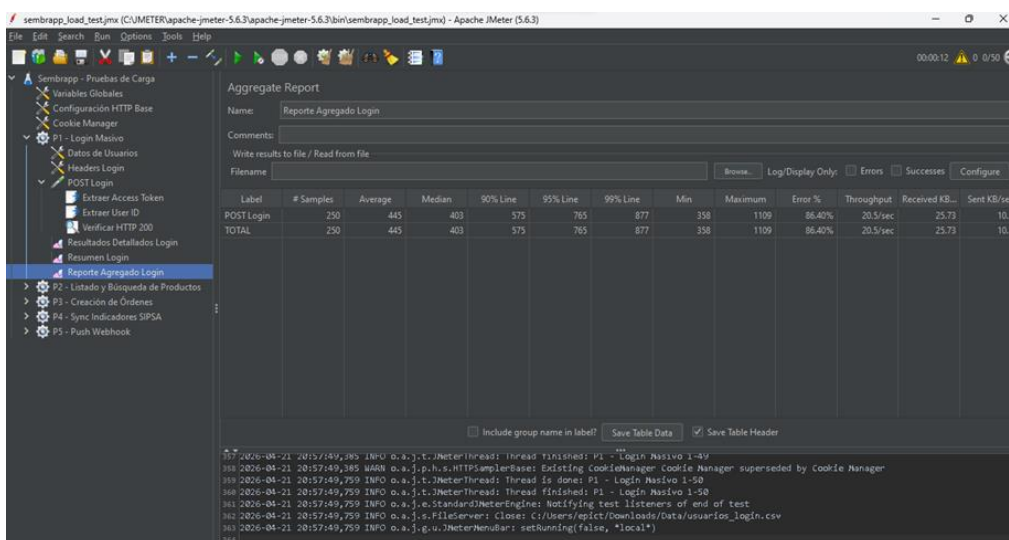
PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN



Cada hilo realiza una petición POST al endpoint `/auth/v1/token?grant_type=password` con las credenciales obtenidas del archivo CSV. Se extraen el `access_token` y el `user_id` de la respuesta JSON mediante JSON Extractors.

Figura 35.

Resultados de la prueba



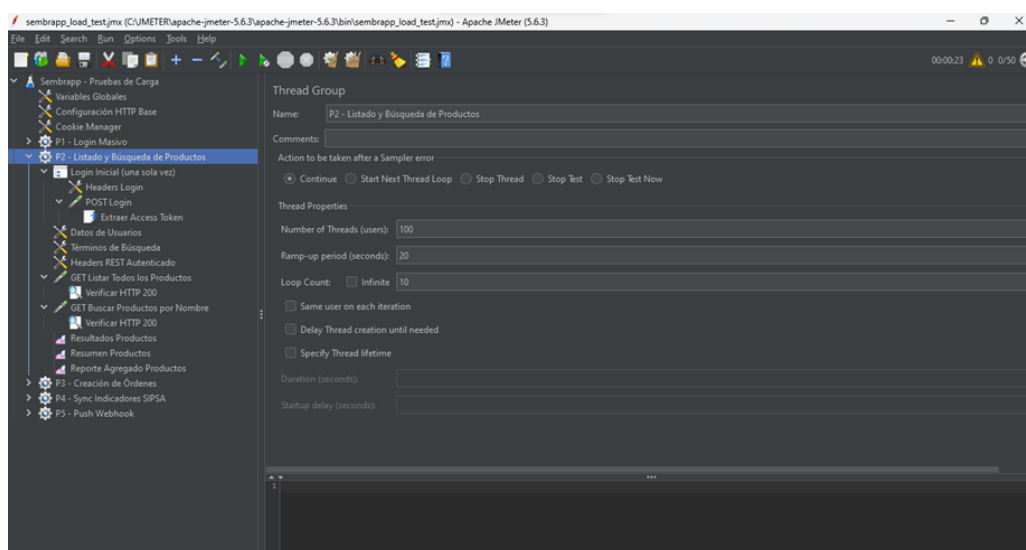
PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

El 86.40% de las peticiones fueron rechazadas con código HTTP 429 (Request rate limit reached). Este comportamiento es inherente al rate limiting del plan gratuito de Supabase Auth, no a un fallo en la lógica de la aplicación. Las peticiones que superaron el límite presentaron tiempos de respuesta aceptables (p95 de 765 ms).

3.5.4.5.2 Prueba 2 - Listado y búsqueda de productos. Evaluar el rendimiento de las consultas REST al catálogo de productos bajo carga concurrente, incluyendo listado completo y búsqueda filtrada por nombre.

Figura 36.

Configuración de la prueba.



Cada hilo primero obtiene un token de autenticación mediante un Once Only Controller (login ejecutado una sola vez por hilo). Posteriormente, en cada iteración se ejecutan dos consultas GET:

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

1. Listado completo: GET

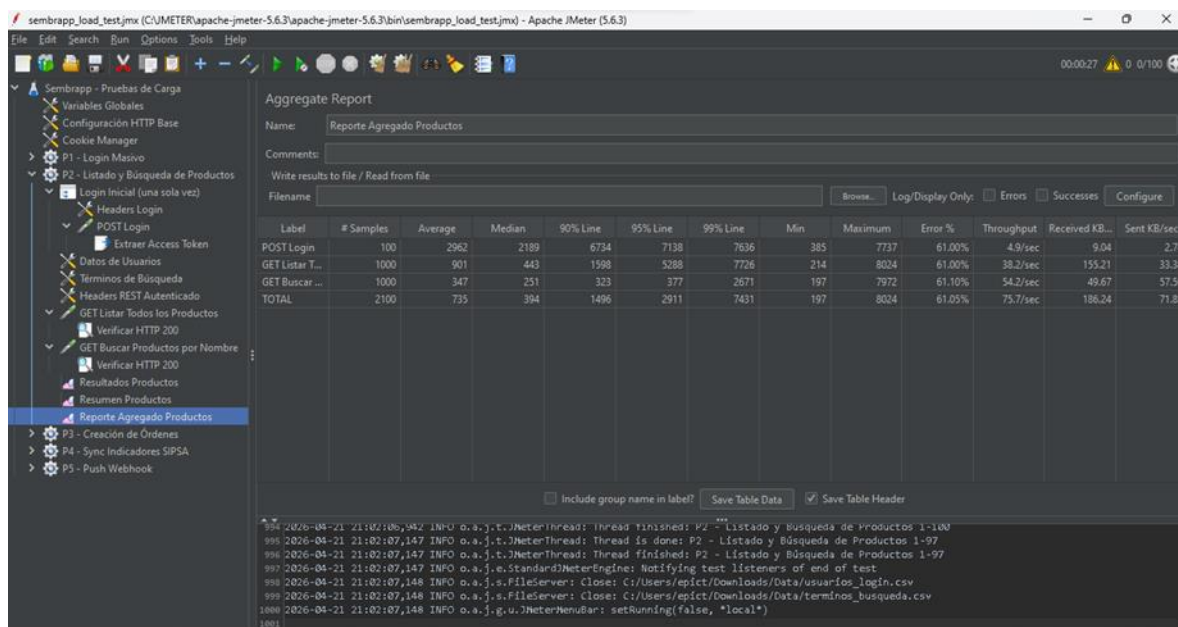
/rest/v1/productos?select=*,profiles(full_name)&order=created_at.desc

2. Búsqueda filtrada: GET

/rest/v1/productos?select=*,profiles(full_name)&nombre=ilike.*{término}*&order=created_at.desc

Figura 37.

Resultados de la prueba



La tasa de error del 61% se debe al efecto cascada del rate limiting de autenticación: los hilos cuyo login fue rechazado (429) recibieron un token inválido, causando que sus consultas GET posteriores fallaran con error PGRST301 (Expected 3 parts in JWT). Las consultas con autenticación exitosa mostraron un rendimiento óptimo, con una mediana de 443 ms para el

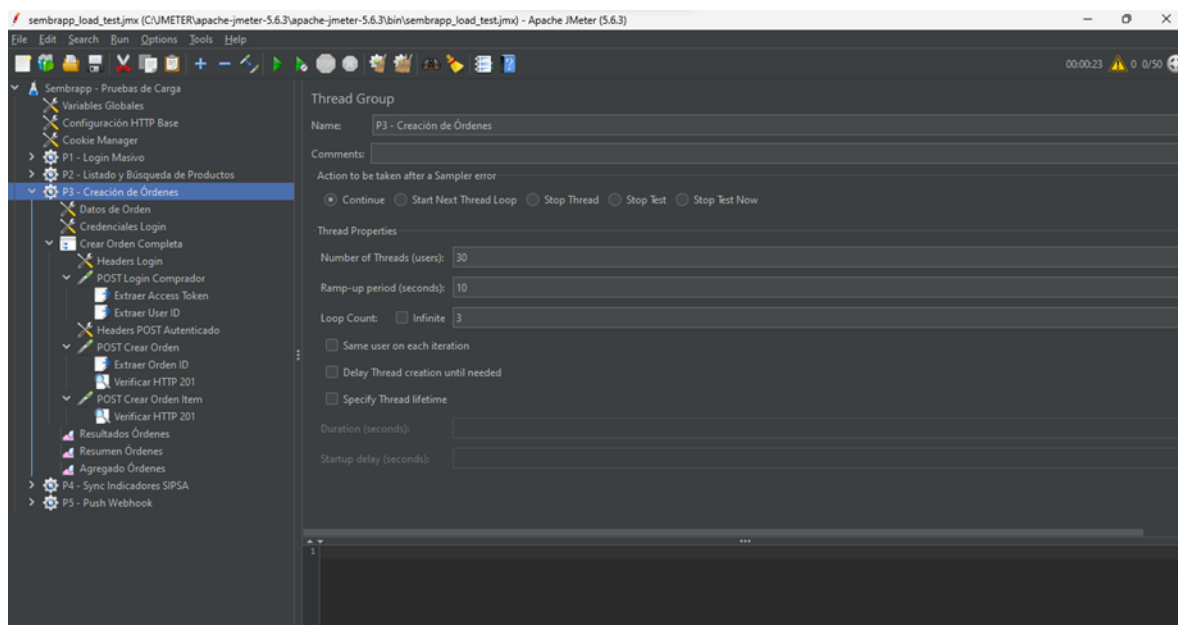
PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

listado completo y 251 ms para la búsqueda filtrada. Esto demuestra que el filtro `ilike` y el `JOIN` con la tabla `profiles` no degradan significativamente el rendimiento.

3.5.4.5.3 Prueba 3 - Creación masiva de órdenes. Evaluar la integridad transaccional y el rendimiento del flujo de creación de órdenes bajo concurrencia, incluyendo la ejecución automática de triggers de base de datos para el decremento de stock.

Figura 38.

Configuración de la prueba



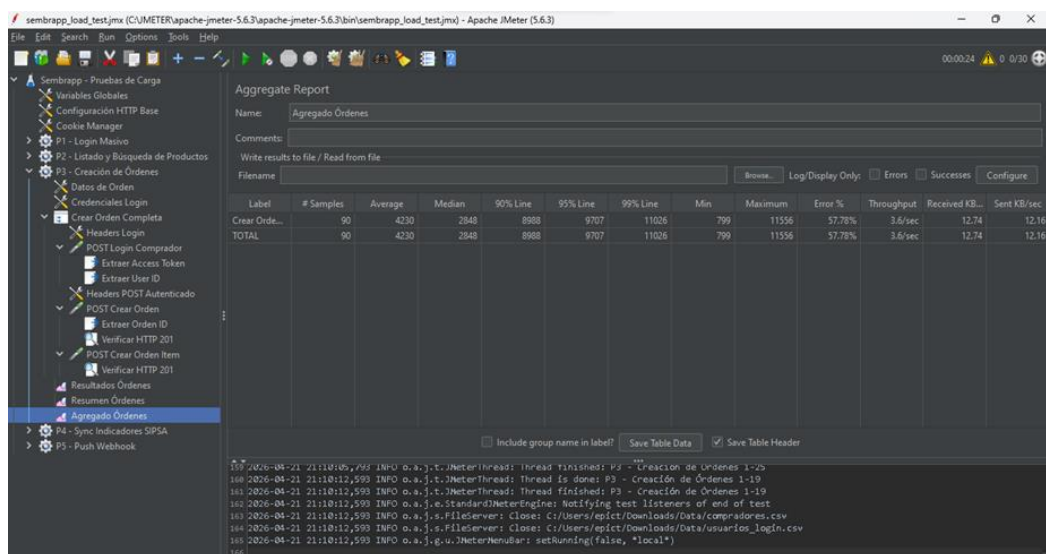
Flujo de la prueba: Cada transacción (medida por un *Transaction Controller*) comprende tres operaciones secuenciales:

1. Autenticación del comprador: `POST /auth/v1/token`
2. Creación de la orden (extracción del `orden_id` generado): `POST /rest/v1/ordenes`
3. Creación del ítem asociado a la orden: `POST /rest/v1/orden_items`

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 39.

Resultados de la prueba



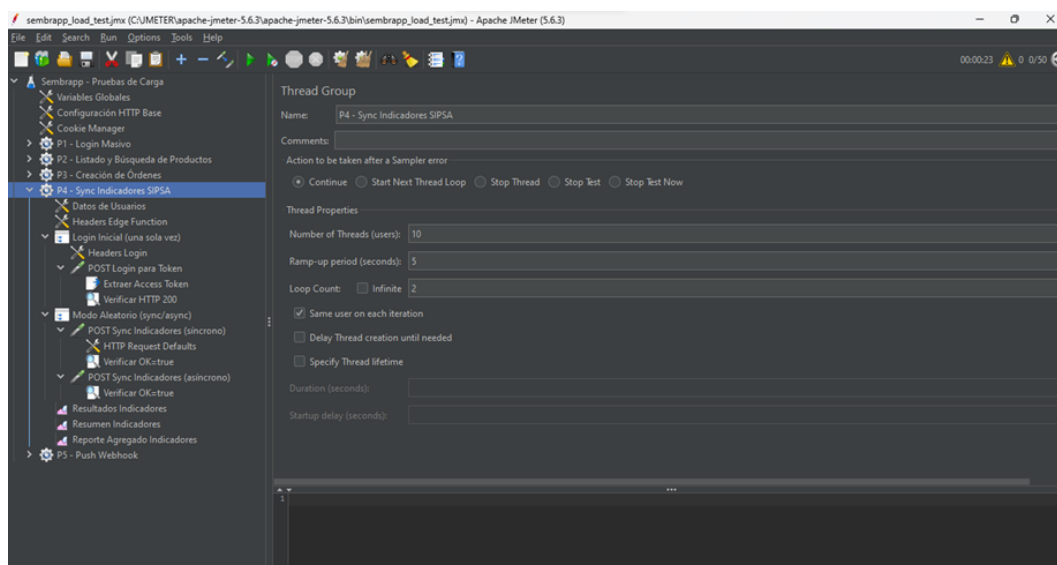
La tasa de error de 57.78% se origina exclusivamente en el rate limiting del servicio de autenticación. Las transacciones que completaron el login exitosamente se ejecutaron sin errores de integridad. No se detectaron race conditions, deadlocks, violaciones de claves foráneas ni conflictos HTTP 409 en el flujo de creación de órdenes. El trigger PostgreSQL de decremento de stock funcionó correctamente bajo concurrencia, sin generar valores negativos en el inventario.

3.5.4.5.4 Prueba 4 - Edge Function: Sincronización de indicadores SIPSA. Evaluar la estabilidad y el rendimiento de la Edge Function sync-indicadores, que integra un servicio SOAP externo (DANE/SIPSA) para la actualización de indicadores de precios de mercado.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 40.

Configuración de la prueba



Nota: Se limitó intencionalmente a 10 hilos para evitar que el servicio externo del DANE bloqueara la dirección IP de origen por exceso de peticiones.

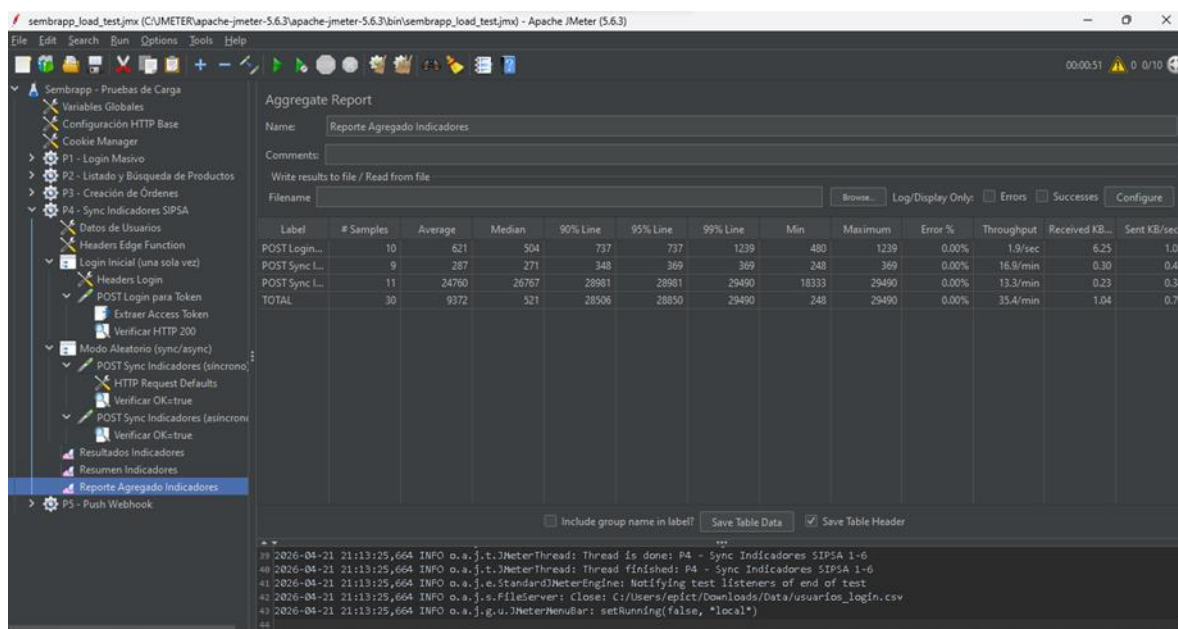
Flujo de la prueba: Tras la autenticación inicial (Once Only Controller), cada hilo invoca aleatoriamente (Random Controller) uno de los dos modos de la función:

1. Modo síncrono ("wait": true): La función espera la respuesta del DANE antes de retornar.
2. Modo asíncrono ("wait": false): La función retorna inmediatamente y procesa en segundo plano.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 41.

Resultados de la prueba



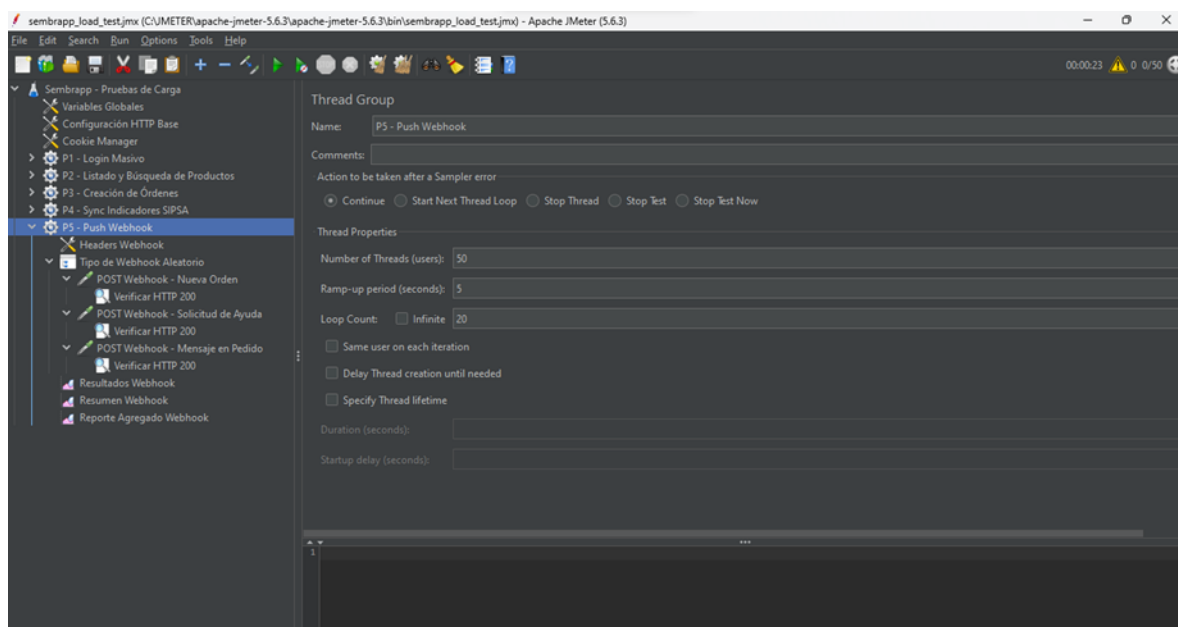
Esta prueba registró 0% de errores en las 30 peticiones totales. El modo asíncrono demostró un rendimiento excelente con una mediana de 271 ms, proporcionando una experiencia de usuario prácticamente instantánea. El modo síncrono presentó tiempos elevados (mediana de 26.8 segundos), lo cual es inherente a la latencia del servicio SOAP del DANE y al procesamiento del XML de respuesta, no a la infraestructura de Supabase. La Edge Function se mantuvo estable sin timeouts ni errores de concurrencia.

3.5.4.5.5 Prueba 5 - Edge Function: Push Webhook. Evaluar la capacidad de la Edge Function push-webhook para procesar ráfagas de eventos de webhook provenientes de la base de datos, simulando la creación masiva simultánea de órdenes, mensajes y solicitudes de ayuda.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 42.

Configuración de la prueba



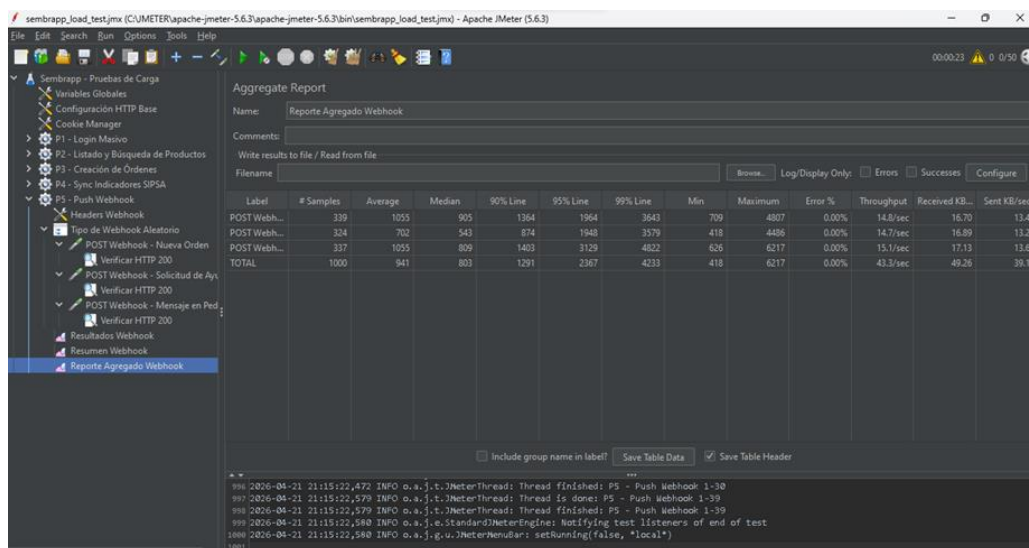
Flujo de la prueba: Cada hilo envía peticiones POST al endpoint `/functions/v1/push-webhook` con payloads que simulan eventos de inserción en tres tablas diferentes, distribuidos aleatoriamente mediante un *Random Controller*:

1. Nueva Orden: Evento INSERT en la tabla ordenes
2. Mensaje en Pedido: Evento INSERT en la tabla orden_mensajes
3. Solicitud de Ayuda: Evento INSERT en la tabla orden_ayuda_solicitud

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura 43.

Resultados de la prueba



Label	# Samples	Average	Median	90% Line	95% Line	99% Line	Min	Maximum	Error %	Throughput	Received KB/sec	Sent KB/sec
POST Webhook - Tipo de Webhook Aleatorio	339	1053	905	1364	1964	3643	709	4807	0.00%	14.8/sec	16.70	13.42
POST Webhook - Nueva Orden	324	702	543	874	1948	3579	418	4486	0.00%	14.7/sec	16.89	13.22
POST Webhook - Solicitud de Ays	337	1055	809	1403	3129	4822	626	6217	0.00%	15.1/sec	17.13	13.67
TOTAL	1000	941	803	1291	2367	4233	418	6217	0.00%	43.3/sec	49.26	38.16

Esta prueba registró 0% de errores en las 1,000 peticiones, demostrando la robustez de la Edge Function bajo alta concurrencia. El throughput total alcanzó 43.3 peticiones por segundo con una mediana de 803 ms. El Random Controller distribuyó equitativamente las peticiones entre los tres tipos de webhook (339, 324, 337). La respuesta `{"ok": true, "skipped": "no recipient"}` confirma que la función procesó correctamente la lógica de cada evento; la omisión del envío push se debe a la ausencia de tokens FCM registrados en los usuarios de prueba, lo cual es el comportamiento esperado en un entorno de pruebas.

Las pruebas de carga realizadas con Apache JMeter permitieron validar que la arquitectura del backend de Sembrapp, construida sobre Supabase, es funcionalmente sólida y capaz de operar correctamente bajo condiciones de concurrencia. Los endpoints REST, los triggers de base de datos y las Edge Functions demostraron estabilidad y rendimiento adecuado. La principal limitación identificada corresponde al rate limiting del servicio de autenticación de

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Supabase en el plan gratuito, que constituye el único cuello de botella del sistema. Este hallazgo permite orientar las decisiones de infraestructura hacia la selección del plan de servicio apropiado según los niveles de concurrencia esperados en producción.

3.5.5 Pruebas de usabilidad

Para medir la usabilidad del prototipo se realizaron pruebas con usuarios reales, los cuales presentaban dos características esenciales para ser evaluados: bajos niveles de alfabetización y problemas para comercializar directamente sus productos agrícolas. A estos usuarios se les presentó la aplicación y se les guió en todo el proceso de uso de esta. Una vez finalizado este proceso se aplicó una encuesta de usabilidad basada en una adaptación del System Usability Scale (SUS), con el fin de evaluar la percepción de los usuarios respecto a la facilidad de uso, comprensión e interacción con el sistema. En el apéndice E se encuentran las evidencias de este proceso.

Los resultados obtenidos se pueden observar en el apéndice F y evidencian una percepción positiva por parte de los usuarios en relación con la facilidad de uso, la comprensión de la interfaz y la utilidad de la aplicación. De manera general. Los participantes manifestaron que la interacción con el sistema fue muy intuitiva y que no hubo gran problema en comprender su funcionamiento. En relación con el módulo de alfabetización, los participantes manifestaron que las actividades son comprensibles y que los recursos visuales y auditivos contribuyen significativamente al aprendizaje.

Particularmente para el módulo de comercialización los resultados evidencian que los usuarios lograron comprender las funciones relacionadas con publicación y consulta de productos,

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

así como la visualización de precios de referencia, la geolocalización de productos y productores y la coordinación de pedidos mediante el chat. Sin embargo, en algunos casos se presentaron dudas especialmente con la coordinación del pedido y la terminación de este.

Así mismo el sistema de gamificación fue percibido como un buen elemento para motivar el uso de la aplicación, lo que indica que la integración de la gamificación contribuye positivamente a la experiencia de uso.

En conjunto, los resultados de la encuesta evidencian que el prototipo presenta un nivel adecuado de usabilidad, siendo comprensible y accesible para los usuarios. La percepción positiva en términos de facilidad de uso y utilidad sugiere que la solución propuesta es pertinente para el contexto rural al que está dirigida.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

4. Conclusiones

El presente trabajo de grado permitió el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil orientado a facilitar el fortalecimiento de las capacidades educativas y comerciales del campesinado, en respuesta a las problemáticas identificadas en el contexto rural colombiano, relacionadas con el analfabetismo funcional y la dependencia de intermediarios en la comercialización de productos agrícolas.

Se identificaron los requerimientos tecnológicos, pedagógicos y funcionales del sistema, permitiendo el diseño de una solución adaptada al contexto rural. Asimismo, se estructuró e implementó un prototipo funcional que incorpora módulos de alfabetización, comercialización y sistema de gamificación, los cuales operan de manera integrada facilitando la interacción del usuario con el sistema.

El trabajo presenta una propuesta tecnológica que no aborda de manera aislada los problemas de educación y comercialización, sino que los integra en un mismo sistema funcional, alineado con un enfoque sistémico. Esta integración permite comprender que el desarrollo educativo y económico del campesinado son procesos interdependientes, cuya articulación puede generar impactos positivos en su entorno.

La elección de Flutter y Supabase como eje tecnológico del prototipo resultó determinante para el desarrollo exitoso del prototipo de la aplicación, dado que ambas plataformas ofrecen un ecosistema amplio de librerías y herramientas que agilizaron la implementación de los distintos módulos funcionales y redujeron la complejidad técnica del proceso de construcción. En complemento, la incorporación de audios guía en la interfaz favoreció significativamente la

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

interacción de los usuarios con la aplicación, al proporcionar una capa de orientación sonora que reduce la dependencia de la lectura y hace más intuitiva y accesible la navegación, especialmente para aquellos usuarios con niveles básicos de alfabetización.

Se logró implementar una solución tecnológica que integra en una misma plataforma procesos de alfabetización básica y herramientas de comercialización directa, evidenciando la viabilidad de articular componentes educativos y económicos en un entorno digital accesible. Este resultado responde a la necesidad de proponer alternativas innovadoras que contribuyan al mejoramiento de las condiciones socioeconómicas del campesinado.

5. Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos durante el desarrollo y validación del prototipo, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a su mejora, escalabilidad y aplicación en contextos reales:

- Incluir un tutorial para orientar al usuario de una mejor manera acerca del funcionamiento de la app y su contenido.
- Implementar audios guía en el módulo de comercialización de la misma manera que se hace con el módulo de alfabetización, de manera que esto facilite la interacción del usuario con este módulo.
- Desarrollar un modo de funcionamiento offline del módulo de alfabetización, de manera que el usuario pueda descargar lecciones y realizarlas sin necesidad de conexión a internet para que una vez restablecida la conectividad los datos locales se sincronicen automáticamente con supabase.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

- Fortalecer el componente de red comunitaria incorporando funcionalidades que faciliten la colaboración entre usuarios, tales como sistemas de reputación, organización de grupos de trabajo o coordinación de actividades productivas.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Referencias Bibliográficas

Acosta-Agudelo, M. M., Giraldo, D. P., Vélez-Acosta, L. M., & Fernández-Ledesma, J. (2021). Análisis del papel de los intermediarios en el mercado agrícola tradicional: caso de Antioquia, Colombia. *Revista Lasallista de Investigación*, *18*(1), 7-24. <https://doi.org/10.22507/rli.v18n1a1>

AgroTIC. (2023). Bridging the gap between farmers, agronomists, and merchants through smartphones and machine learning. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2305.12418>

Andrade Sosa, H. H., Dyner R., I., Espinosa, A., López Garay, H., & Sotaquirá, R. (2001). *Pensamiento sistémico: diversidad en búsqueda de unidad*. Universidad Industrial De Santander.

Cardona S, Escobar García D, Montoya JA. (2021). Isolation typology through accessibility measures considering rurality and armed conflict. A case study in Caldas, Colombia. *Rural and Remote Health*, *21*, 6128. <https://doi.org/10.22605/RRH6128>

Chouhan, V., Pandey, S., Sharma, N., & Prajapati, N. (2022). Fair trading of crops in a trusted and transparent manner using smart contracts. In *Lecture Notes in Electrical Engineering* (Vol. 907, pp. 635-646). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0019-8_52

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023). *Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2022*. Colombia. Recuperado de <https://dle.rae.es/bolet%C3%ADn>

Digiagro. (s/f). *Digiagro.co*. Recuperado de <https://digiagro.co/>

Duolingo. (2012). *Duolingo: la mejor manera de aprender un idioma a nivel mundial*. <https://es.duolingo.com/>

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Eatsy Market. (s/f). *Eatsy Market*. Recuperado de <https://eatsymarket.com/>

Escuelas Digitales Campesinas. (s.f.). *Escuelas Digitales Campesinas: Educación fundamental integral para comunidades rurales*. Acción Cultural Popular (ACPO). <https://www.escuelasdigitalescampesinas.org>

Guzmán Rincón, A., Barragán, S., & Cala Vitery, F. (2023). Rurality and Dropout in Virtual Higher Education Programmes in Colombia. *Sustainability*, *15*(3), 23-29. <https://doi.org/10.3390/su15032329>

Guzmán, A., Barragán, S., & Cala-Vitery, F. (2023). Rural higher education in Colombia: An analysis of public policy evolution. *Latin American Policy*, *14*, 252–266. <https://doi.org/10.1111/lamp.12294>

Javeriana. (2023). *Educación rural en Colombia: retos y oportunidades*. Pontificia Universidad Javeriana. <https://www.javeriana.edu.co/recursosdb/5581483/8102914/Informe-79-Educacio%CC%81n-rural-en-Colombia-%28F%29oct.pdf>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024). *Resultados del programa Agricultura por Contrato 2024*. Gobierno de Colombia. <https://www.minagricultura.gov.co>

Ministerio de Educación. (2021). *Aprender Digital Ligera: Contenidos para todos*. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/salaprensa/Noticias/394002:Estrategia-Aprender-Digital-Contenidos-para-Todos-reune-contenidos-digitales-educativos-en-una-misma-plataforma-para-los-niveles-escolares-en-todas-las-areas-del-conocimiento>

Morapp. (s/f). *Morapp*. Recuperado de <https://www.morapp.co/>

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Sarmiento, I., & Muñoz Ríos, J. D. (2000). Análisis de la accesibilidad vial en la región del occidente colombiano. *IV Congreso de Ingeniería del Transporte*, Valencia, España. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/316128336_Analisis_de_la_Accesibilidad_Vial_en_la_Region_del_Occidente_Colombianoa

Segovia-García, N., Said-Hung, E. y García-Aguilera, F. J. (2024). Abandono en la educación superior virtual colombiana: factores de riesgo para grupos vulnerables. *Revista Colombiana de Educación*, (90), 259-282. <https://doi.org/10.17227/rce.num90-15581>

Williams, T. H., Iriobe, G. O., Ayodele, T. D., & Olasupo, S. F. (2023). Do illiteracy and unemployment affect financial inclusion in the rural areas of developing countries? *Investment Management and Financial Innovations*, *20*(2), 103-114. [https://doi.org/10.21511/imfi.20\(2\).2023.08](https://doi.org/10.21511/imfi.20(2).2023.08)

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Apéndices

Apéndice A. Requerimientos del sistema

En el presente apéndice se presentan con más detalle los requerimientos funcionales y no funcionales del prototipo.

Tabla A1.

Descripción de los requerimientos funcionales

IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN DEL REQUERIMIENTO
RFG01	El sistema deberá permitir el registro de nuevos usuarios mediante el ingreso de información básica requerida para su identificación dentro de la aplicación.
RFG02	El sistema deberá permitir que el usuario seleccione su rol dentro de la aplicación (campesino o comprador) durante el proceso de registro.
RFG03	El sistema deberá permitir a los usuarios autenticarse mediante credenciales previamente registradas.
RFG04	El sistema deberá permitir al usuario cerrar sesión de manera segura.
RFG05	El sistema deberá permitir al usuario recuperar o restablecer sus credenciales en caso de olvido.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RFG06	El sistema deberá restringir el acceso a funcionalidades internas si el usuario no se encuentra autenticado.
RFG07	El sistema deberá permitir al usuario visualizar su información personal registrada.
RFG08	El sistema deberá permitir al usuario modificar su información personal básica.
RFA01	El sistema deberá permitir al usuario acceder al módulo de alfabetización desde el menú principal.
RFA02	El sistema deberá mostrar los submódulos disponibles (lectura y escritura).
RFA03	El sistema deberá organizar los contenidos en niveles progresivos de dificultad.
RFA04	El sistema deberá permitir al usuario seleccionar e iniciar una lección.
RFA05	El sistema deberá impedir que el usuario acceda o complete una lección de nivel superior si no ha completado previamente la lección de nivel inmediatamente anterior.
RFA06	El sistema deberá permitir repetir actividades sin penalización acumulativa por errores.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RFA07	El sistema deberá indicar al usuario cuando haya completado una lección y mostrar un resumen básico del desempeño.
RFA08	El sistema deberá asignar puntos al usuario por la finalización de lecciones.
RFA09	El sistema deberá almacenar el progreso del usuario dentro del módulo.
RFA10	El sistema deberá permitir al usuario repetir lecciones previamente completadas.
RFA11	El sistema deberá permitir regresar al menú del módulo de alfabetización en cualquier momento.
RFA12	El sistema deberá permitir la reproducción de audio asociado al contenido mostrado.
RFA13	El sistema deberá validar las respuestas del usuario e indicar si son correctas o incorrectas.
RFL01	El sistema deberá mostrar letras, sílabas, palabras o frases simples en pantalla utilizando tipografía clara y legible.
RFL02	El sistema deberá presentar actividades donde el usuario identifique correctamente letras, sílabas, palabras o frases entre múltiples opciones.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RFL03	El sistema deberá permitir actividades de asociación entre imágenes y palabras correspondientes.
RFE01	El sistema deberá permitir al usuario ingresar texto mediante el teclado del dispositivo móvil.
RFE02	El sistema deberá presentar ejercicios donde el usuario complete letras, sílabas, palabras o frases incompletas.
RFE03	El sistema deberá comparar el texto ingresado por el usuario con la respuesta esperada y determinar si es correcto o incorrecto.
RFE04	El sistema deberá mostrar la forma correcta de escritura en caso de respuesta incorrecta.
RFE05	El sistema deberá incluir actividades donde el usuario escriba palabras o frases relacionadas con situaciones cotidianas.
RFC01	El sistema deberá permitir al usuario acceder al módulo de comercialización desde el menú principal.
RFC02	El sistema deberá mostrar un listado de productos agrícolas disponibles publicados por los campesinos.
RFC03	El sistema deberá mostrar para cada producto la siguiente información mínima: nombre, descripción corta, precio, cantidad disponible y productor.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RFC04	El sistema deberá permitir activar la visibilidad destacada de productos, priorizándolos en la visualización, cuando el usuario cumpla con los puntos requeridos del módulo de alfabetización.
RFC05	El sistema deberá mostrar información referencial sobre precios promedio o rangos de precios de productos agrícolas con fines informativos.
RFC06	El sistema deberá permitir la actualización periódica de la información básica de mercado disponible en la aplicación.
RFC07	El sistema deberá asociar cada producto publicado a una ubicación geográfica aproximada del campesino productor.
RFCV01	El sistema deberá permitir al campesino registrar y publicar productos agrícolas indicando nombre, descripción corta, precio y cantidad disponible.
RFCV02	El sistema deberá permitir al campesino modificar la información de sus productos publicados.
RFCV03	El sistema deberá permitir al campesino retirar productos previamente publicados.
RFCV04	El sistema deberá permitir al campesino visualizar el listado de los productos que ha publicado.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RFCV05	El sistema deberá mostrar al campesino los beneficios asociados a su participación en el módulo de alfabetización.
RFCC01	El sistema deberá permitir al comprador realizar búsquedas básicas de productos por nombre.
RFCC02	El sistema deberá permitir al comprador seleccionar un producto para visualizar su información detallada.
RFCO01	El sistema deberá permitir al comprador agregar uno o varios productos a una orden dentro de la aplicación.
RFCO02	El sistema deberá permitir al comprador visualizar el resumen de la orden creada.
RFCO03	El sistema deberá habilitar un canal de comunicación directa entre comprador y campesino asociado a cada orden.
RFRC01	El sistema deberá permitir a los campesinos visualizar otros productores registrados dentro de la aplicación.
RFRCO2	El sistema deberá permitir al campesino compartir una orden dentro de la red comunitaria cuando no disponga de todos los productos solicitados.
RFRC03	El sistema deberá permitir que otros campesinos respondan a una orden compartida indicando disponibilidad de productos.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RFRC04	El sistema deberá permitir la coordinación mediante un chat entre campesinos para cumplir una orden de manera conjunta.
RFCE01	El sistema deberá integrar el sistema de puntos del módulo de alfabetización con el módulo de comercialización.
RFCE02	El sistema deberá calcular los puntos del usuario obtenidos en las lecciones de alfabetización.
RFCE03	El sistema deberá aplicar beneficios funcionales derivados del sistema de puntos sin restringir el acceso del campesino a la comercialización.
RFCE04	El sistema deberá actualizar automáticamente los beneficios comerciales del campesino cuando complete actividades de alfabetización.

Tabla A2.

Descripción de requerimientos no funcionales

IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN DEL REQUERIMIENTO
RNFU01	La interfaz debe ser navegable por usuarios con nula o baja alfabetización digital, priorizando iconos visuales y mínimo texto en menús.
RNFU02	Los botones y elementos táctiles deben tener un tamaño mínimo de 48x48 píxeles para facilitar la interacción.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RNFU03	La relación de contraste entre texto y fondo debe ser de al menos 4.5:1 según estándares WCAG 2.1.
RNFU04	El tamaño de fuente mínimo debe ser de 16pt para texto principal y 20pt para contenido de aprendizaje.
RNFU05	El sistema debe utilizar español con vocabulario contextualizado al ámbito rural y agrícola colombiano, evitando tecnicismos innecesarios.
RNFU06	Las instrucciones críticas deben estar disponibles en formato de audio además de texto.
RNFU07	El sistema deberá minimizar la transferencia de datos mediante compresión de recursos y almacenamiento local de contenido frecuentemente accedido.
RNFR01	El sistema deberá cargar las pantallas principales en menos de 2 segundos y responder a las interacciones del usuario en un tiempo máximo de 3 segundos, bajo condiciones de conectividad estable (3G o superior).
RNFS01	El sistema deberá almacenar las credenciales de autenticación de forma segura mediante mecanismos de encriptación provistos por el servicio de backend.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RNFS02	El sistema deberá restringir funcionalidades según el rol del usuario (campesino o comprador).
RNFS03	El sistema deberá proteger la información personal de los usuarios mediante mecanismos de control de acceso y encriptación en almacenamiento y transmisión.
RNFD01	El sistema deberá estar disponible para los usuarios la mayor parte del tiempo según el uptime del proveedor de infraestructura cloud o mantenimientos programados.
RNFD02	El sistema deberá mantener el estado de la sesión activa ante interrupciones breves de conexión y sincronizar automáticamente el progreso del usuario cuando la conexión se restablezca.
RNFE01	La arquitectura del sistema deberá utilizar servicios cloud gestionados que permitan escalamiento horizontal ante aumento de usuarios y datos.
RNFC01	El sistema deberá funcionar en dispositivos Android, adaptándose diferentes tamaños de pantallas, manteniendo legibilidad y funcionalidad.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

RNFC02	El sistema deberá estar optimizado para funcionar en dispositivos con recursos limitados, incluyendo gestión eficiente de memoria y procesamiento.
RNFM01	El sistema deberá estar estructurado en módulos (alfabetización y comercialización) para facilitar mantenimiento y actualización.
RNFM02	El sistema deberá permitir la actualización de contenidos educativos sin afectar el funcionamiento general.
RNFI01	El sistema deberá garantizar que la información de productos, órdenes y progreso educativo se mantenga consistente en todo momento.
RNFI02	El sistema deberá almacenar de manera persistente los datos de usuario, progreso y transacciones.
RNFES01	El sistema deberá mantener una integración coherente entre el módulo de alfabetización y el módulo de comercialización.
RNFES02	El sistema deberá garantizar que los incentivos derivados del sistema de puntos no excluyan a los campesinos del acceso a la comercialización.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Apéndice B. Diagramas de actividades del sistema

Figura B1.

Diagrama de actividades del proceso de obtención de puntos

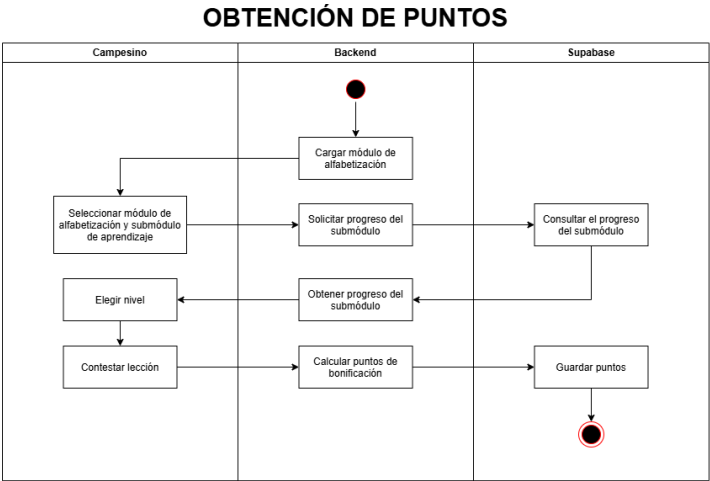
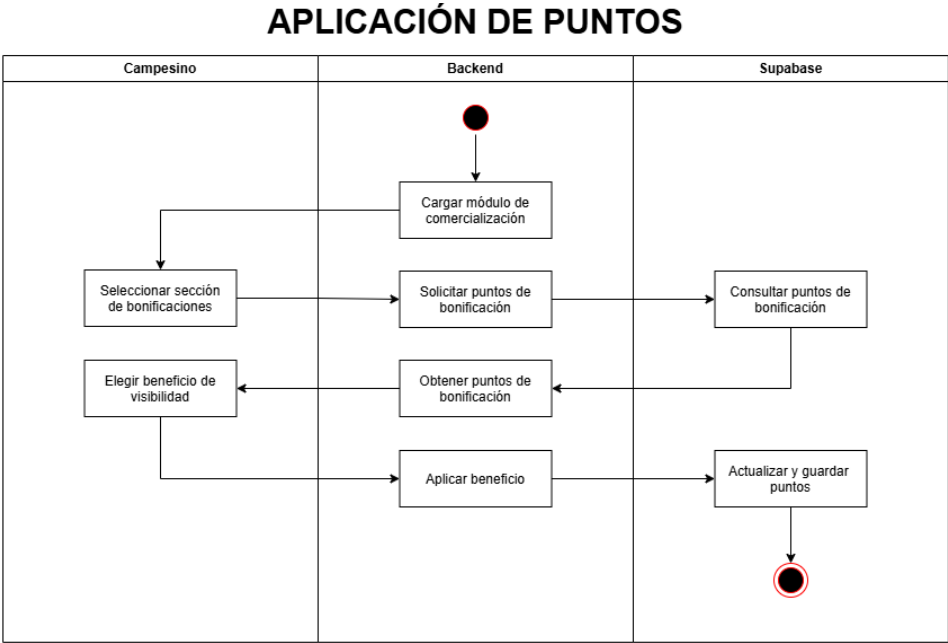


Figura B2.

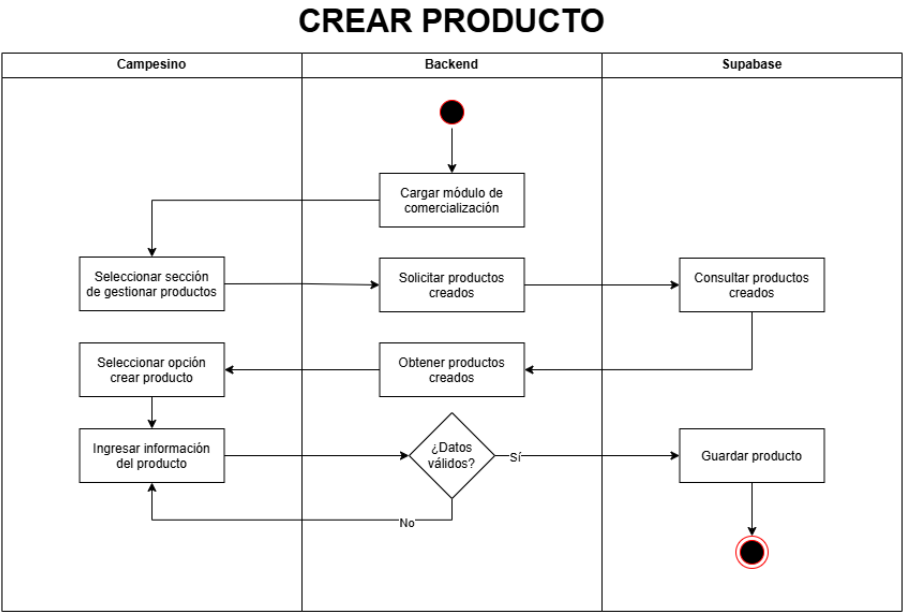
Diagrama de actividades del proceso de aplicación de puntos



PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura B3.

Diagrama de actividades de crear producto



PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura B4.

Diagrama de actividades de editar producto

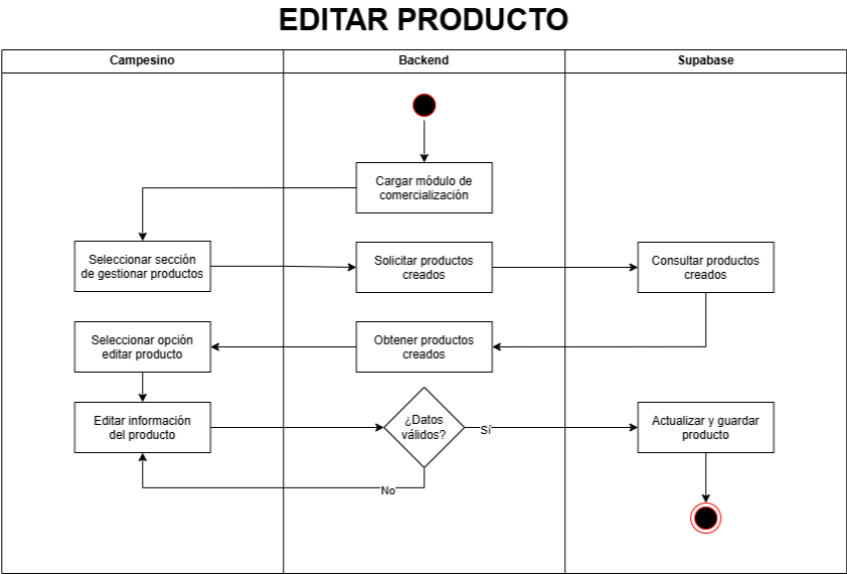
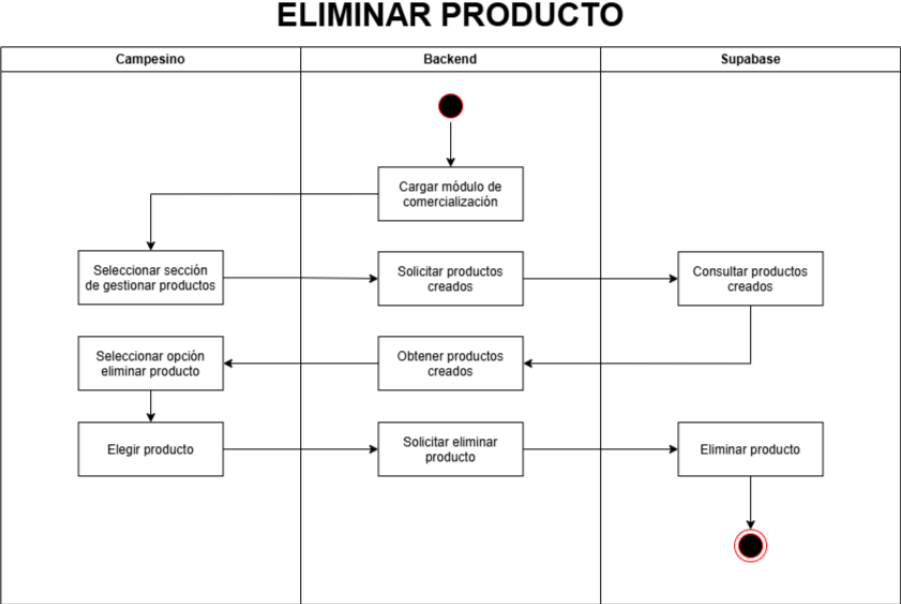


Figura B5.

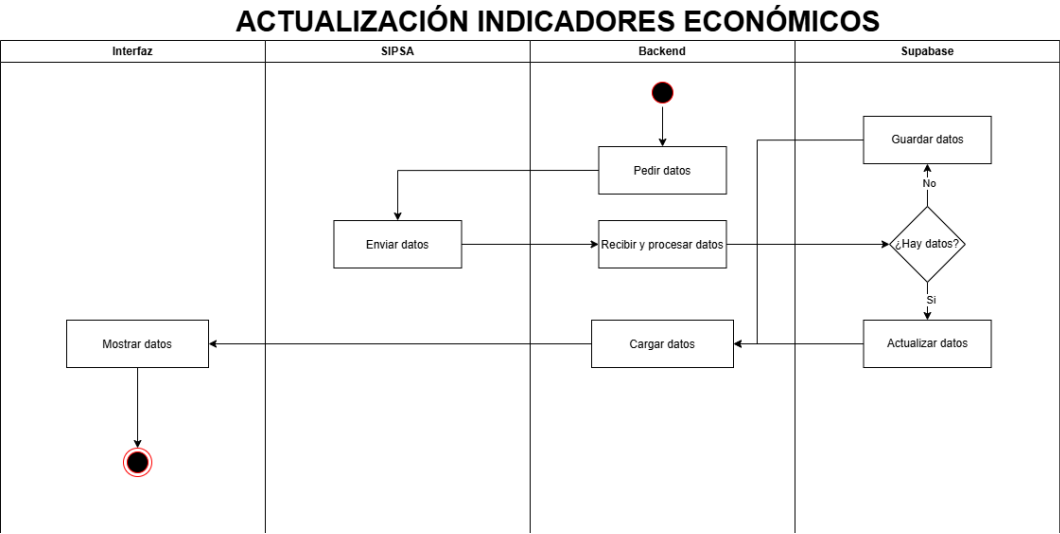
Diagrama de actividades de eliminar producto



PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura B6.

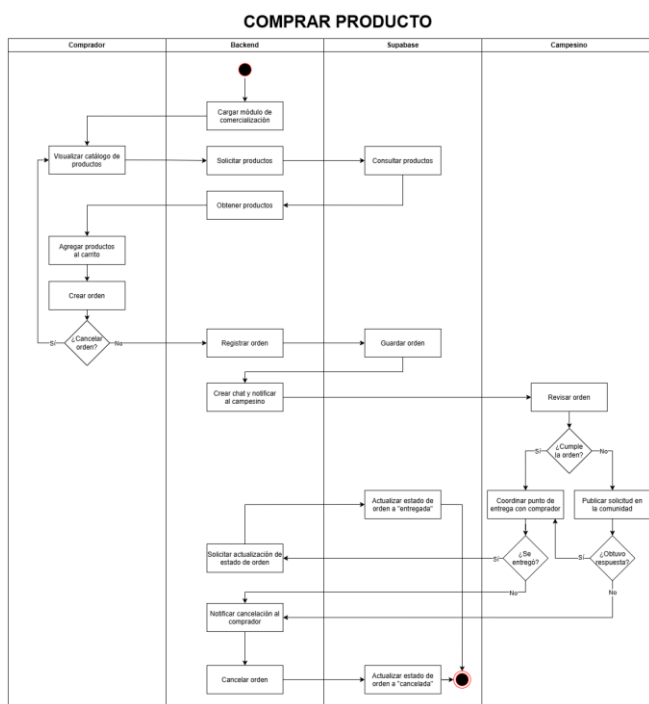
Diagrama de actividades de actualizar indicadores económicos



PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura B7.

Diagrama de actividades de comprar producto



Apéndice C. Repositorio de GitHub

A continuación, se presenta el repositorio de GitHub con todo el código implementado para el prototipo:

<https://github.com/Lutright/Sembrapp>

Apéndice D. Pruebas de integración del sistema

Las tablas presentadas a continuación representan la totalidad de las pruebas de integración realizadas para el prototipo. Estas pruebas fueron realizadas para las funcionalidades más importantes del proyecto.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Tabla D1.

Prueba de validación de publicar producto

#	Usuario	Software	Datos	Revisar
1		mostrar sección de mis productos		que se carguen los productos creados por el usuario
2	seleccionar crear nuevo productos	mostrar campos a rellenar		que se puedan llenar de forma correcta los campos
3	Agregar foto del producto		foto del producto	
4	Añadir nombre del producto		"Platano"	
5	Añadir descripción corta del producto		"Platano verde sin quimicos"	
6	Añadir precio del producto		3000	

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Elegir			
unidad de peso del			
7	producto	kg	
Que no deje			
avanzar sin haber			
completado todos			
8	Guardar	los datos	
Mostrar			
producto publicado en			
la sección de productos			
disponibles			
9		Verificar que se haya guardado el producto en bd	
#	Errores-Descripción	Corregido	Fecha de corrección
La app permitia elegir valor 0 para			
1	el producto	Si	4/4/2026

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Tabla D2.

Prueba de validación de hacer lección de alfabetización

#	Usuario	Software	Datos	Revisar
1		Mostrar niveles disponibles		Que solo aparezcan disponibles los niveles respectivos
2	escoge nivel	carga lecciones disponibles		
3	escoge leccion	carga leccion escogida		Que se reproduzca el audio guia
4	esucha y repite	escucha respuesta y valida	comando de voz dicho por el usuario	que el sistema haga la correcta validación de lo escuchado
5	usuario responde preguntas de seleccion	muestra preguntas y valida respuesta		que la respuesta correcta concuerde

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

		recibe	que los puntos
	termina	realimentación y	se hayan guardado en
6	leccion	puntos	bd correctamente
#	Errores-Descripción	Corregido	Fecha de corrección
	Los audios no se reproducían al		
1	omitirlos	Si	3/4/2026
2	Los audios presentaban delay	Si	7/4/2026
	Al seleccionar una respuesta		
	incorrecta y luego correcta no dejaba		
3	avanzar	Si	7/4/2026

Tabla D3.
Prueba de validación de chat en tiempo real

	Produc	Compra		
:	tor	dor	Software	Datos
				Revisar
			mostrar	
		ver	detalles de	Aguacate,\$5
		producto	producto	000
		seleccion		
:		ar cantidad		3kg

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

				mostrar
		confirmar	pop up de	
		pedido y abrir	confirmación de	
:		chat	pedido	
				notificar
			a productor de	
,			nuevo pedido	
				mostrar
:			chat	
				Que los
				mensajes esten
			Intercam	llegando de
Escribir	Escribir	bíar mensajes en		manera correcta
(mensaje	) mensaje	tiempo real		y en tiempo real
				Que el
	Marcar			pedido cambie
pedido como		Cerrar		de estado en bd
' completado		pedido		y en la app
:	Errores-Descripción	Corregido	Fecha de corrección	

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

No se podía marcar como completado el		16/04/2
pedido ni se actualizaba el estado en bd	Si	024

Tabla D4.

Prueba de validación de comunidad

Produc	Produc	Compra	Software	Datos	Revisar
tor 1	tor 1	dor			
			notifica a		
		realiza	productor e	100 kg	
		pedido	inicia chat	de papa	
				"Necesi	
				to entregar	
				100kg de papa	
			Lanzar	pero tengo	
			notificación de	60kg,alguien	Que la
			pedido de ayuda	me podría	solicitud de
Solicita			y agregarla en	ayudar a cubrir	ayuda aparezca
ayuda de			sección de	el resto por	en la sección
productores			comunidad	favor"	de comunidad

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Acepta la solicitud de ayuda		Redirección a chat entre productores	
Errores-Descripción		Corregido	Fecha de corrección
No aparecía la solicitud de ayuda en la sección de comunidad		Si	13/04/2024
El chat no se enlazaba correctamente con los productores involucrados		Si	13/04/2024

Tabla D5.

Prueba de validación de ubicación geográfica

#	Usuario	Software	Datos	Revisar
1	inicia sesión	pide permiso de ubicación	ubicación del usuario	
	visualizar modulo de comercialización	mostrar productos disponibles y rango de distancia máxima		

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

		que se	
		actualizen los	
modificar		productos disponibles	
rango de		acorde al valor de	
distancia		distancia máxima	
3	máxima	5km	elegido
#	Errores-Descripción	Corregido	Fecha de corrección
1	Los productos no se actualizaban	Si	15/4/2026

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Apéndice E. Evidencia de pruebas de usabilidad

En este apéndice se muestran algunas fotografías que se tomaron el día en que se realizaron las pruebas de usabilidad con los 4 campesinos, quienes concedieron su consentimiento y autorización para hacer uso de estos retratos.

Figura E1. *Integrantes del proyecto dando la presentación y explicación inicial a los usuarios*



Apéndice F. Resultados obtenidos de las pruebas de usabilidad

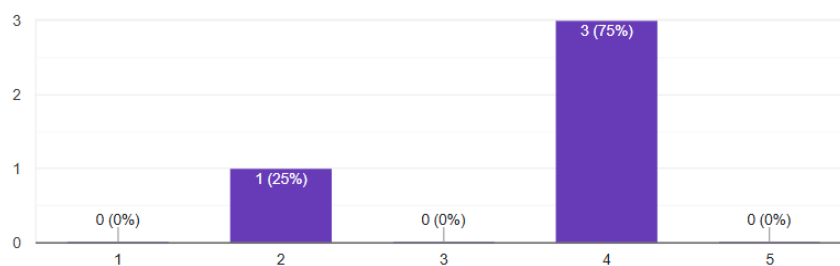
El cuestionario SUS adaptado se llevó a cabo con 10 preguntas presentadas en Google forms, este cuestionario contó con 14 preguntas, 11 de ellas cerradas y las 3 restantes abiertas.

La figura F1 corresponde a la primera pregunta, ‘la aplicación fue facil de usar’. En esta se presentó un 75% de respuestas ‘de acuerdo’.

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura F1.

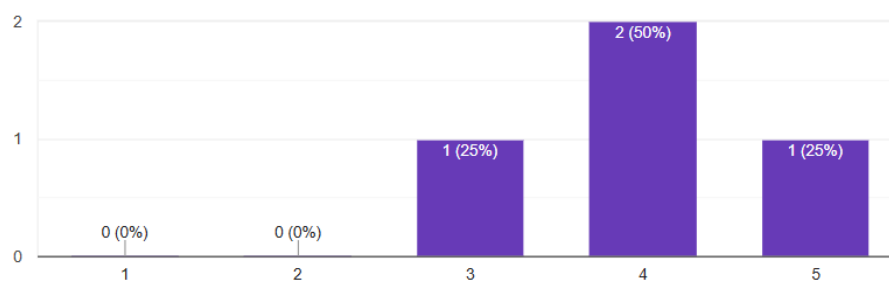
Pregunta #1 encuesta de usabilidad.



La figura F2 presenta la segunda pregunta ‘Entendí como utilizar la aplicación rápidamente’ donde la mayoría tuvieron respuestas ‘de acuerdo’ y ‘muy de acuerdo’.

Figura F2.

Pregunta #2 encuesta de usabilidad.



La figura F3 muestra la pregunta 3 ‘La navegación dentro de la aplicación fue clara’. Se aprecia una mayoría en las respuestas para ‘de acuerdo’ y ‘muy de acuerdo’.

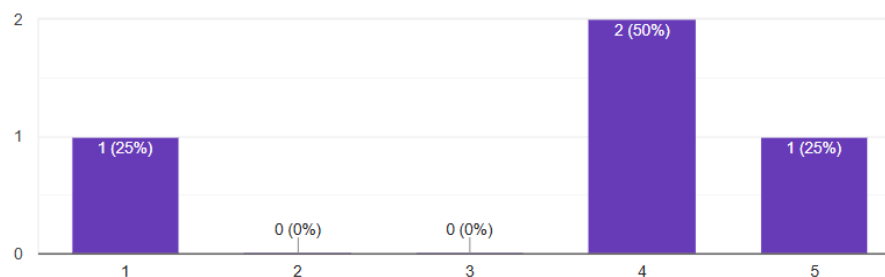
PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Figura F3.

Pregunta #3 encuesta de usabilidad.

La navegación dentro de la aplicación fue clara

4 respuestas



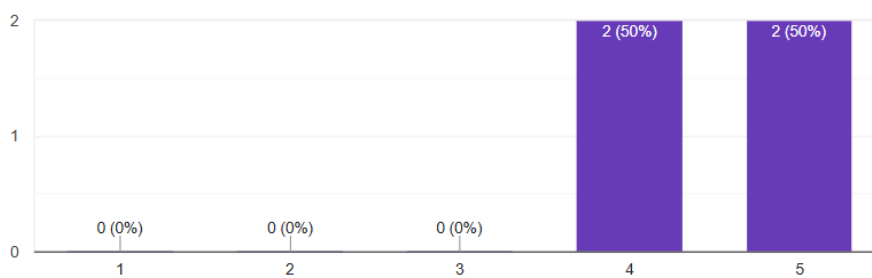
La figura F4 muestra la pregunta 4 'Las actividades de aprendizaje fueron fáciles de entender'. Presentándose una distribución 50/50 entre 'de acuerdo' y 'muy de acuerdo'

Figura F4.

Pregunta #4 encuesta de usabilidad.

Las actividades de aprendizaje fueron fáciles de entender

4 respuestas

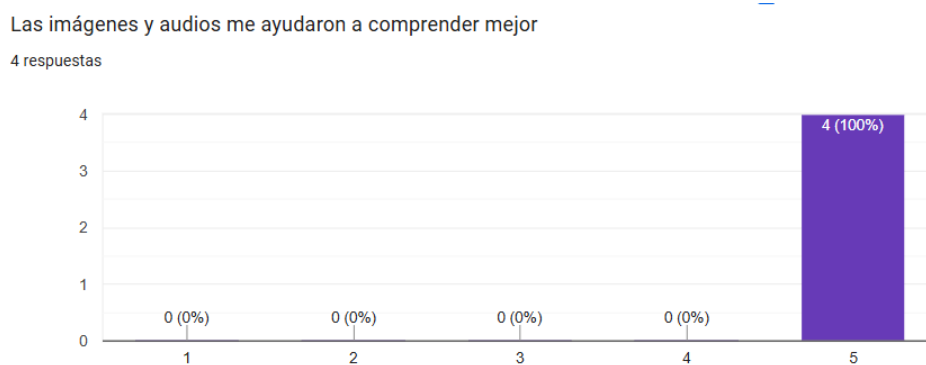


PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

La figura F5 muestra la pregunta 5 ‘las imágenes y audios me ayudaron a comprender mejor’ observándose un 100% ‘muy de acuerdo’ con esto.

Figura F5.

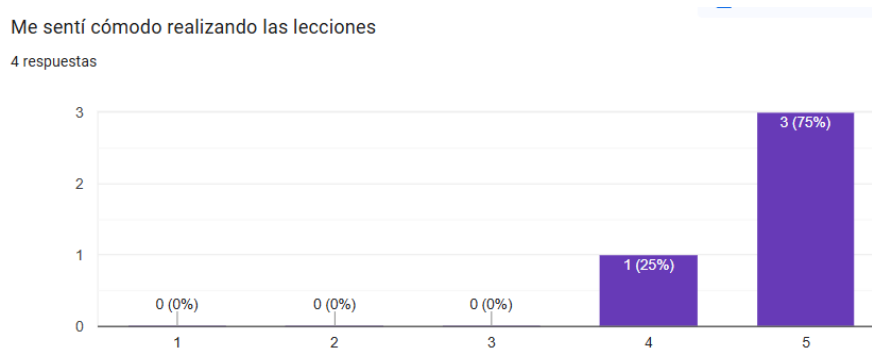
Pregunta #5 encuesta de usabilidad.



La figura F6 muestra la pregunta 6 ‘Me sentí cómodo realizando las lecciones’ mostrándose en su mayoría ‘muy de acuerdo’.

Figura F6.

Pregunta #6 encuesta de usabilidad.



PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

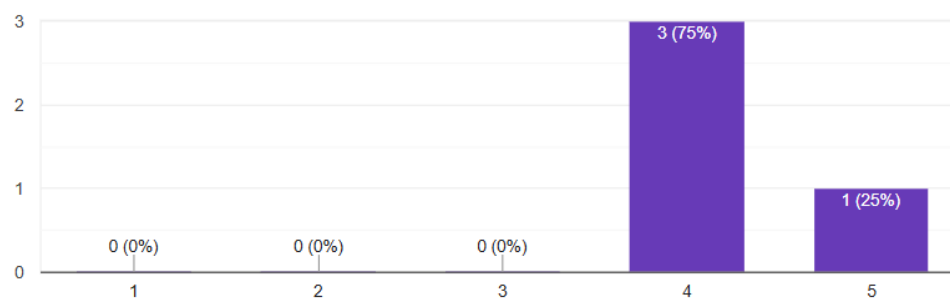
La figura F7 muestra la pregunta 7 ‘Me resultó fácil publicar un producto’ donde en un 75% respondieron estar ‘de acuerdo’ y el resto ‘muy de acuerdo’

Figura F7.

Pregunta #7 encuesta de usabilidad.

Me resultó fácil publicar un producto

4 respuestas



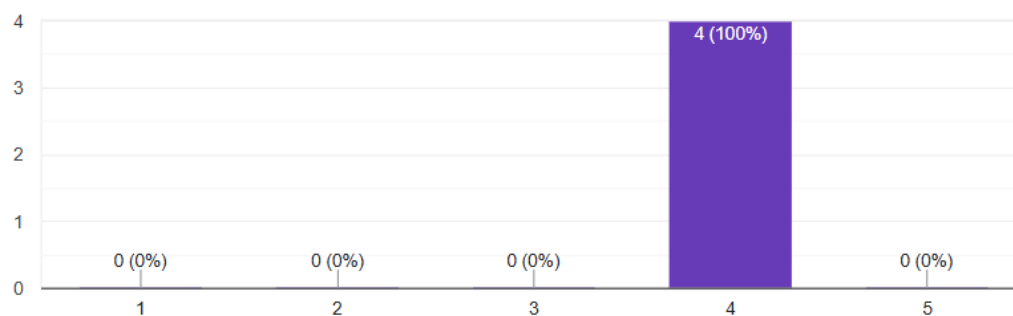
La figura F8 representa la pregunta 8 ‘Entendí como ver los productos disponibles’, la cual todos los usuarios están ‘de acuerdo’

Figura F8.

Pregunta #8 encuesta de usabilidad.

Entendí cómo ver los productos disponibles

4 respuestas



PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

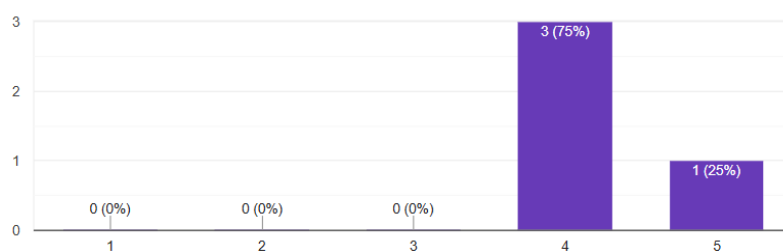
La figura F9 muestra la pregunta 9 ‘La aplicación facilita la comunicación con otros usuarios’, observándose un 75% ‘de acuerdo’ y un 25% ‘muy de acuerdo’

Figura F9.

Pregunta #9 encuesta de usabilidad.

La aplicación facilita la comunicación con otros usuarios

4 respuestas



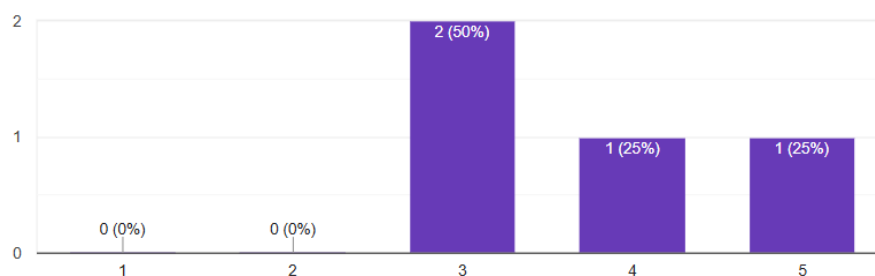
La figura F10 muestra la pregunta 10 ‘Los puntos o recompensas me motivaron a usar la aplicación’, observándose un 50% neutral, 25% ‘de acuerdo’ y un 25% ‘muy de acuerdo’.

Figura F10.

Pregunta #10 encuesta de usabilidad.

Los puntos o recompensas me motivaron a usar la aplicación

4 respuestas



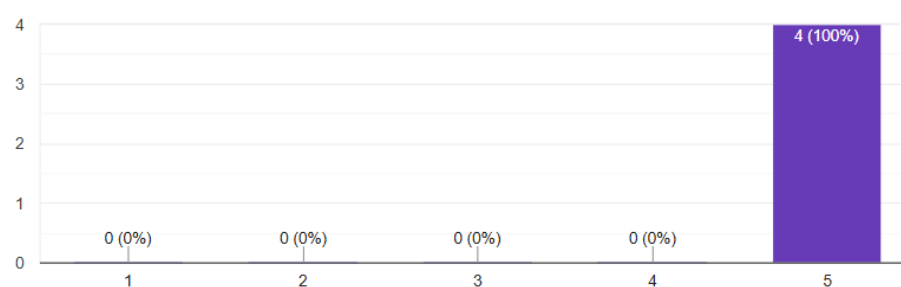
PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

La figura F11 muestra la pregunta 11 ‘La aplicación me parece útil’, observándose un 100% estar ‘muy de acuerdo’.

Figura F11.

Pregunta #11 encuesta de usabilidad.

La aplicación me parece útil
4 respuestas



La figura F12 muestra las diversas respuestas a la pregunta abierta 12 de la encuesta.

Figura F12.

Pregunta #12 encuesta de usabilidad.

¿Qué fue lo más fácil de usar en la aplicación?
4 respuestas

La lección de alfabetización

En general le pareció fácil todo

La forma de aprender

La parte de las ventas y las lecciones de aprendizaje

PROTOTIPO PARA ALFABETIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

La figura F13 muestra las diversas respuestas a la pregunta abierta 13 de la encuesta.

Figura F13.

Pregunta #13 encuesta de usabilidad.

¿Qué fue lo más difícil de usar?

4 respuestas

Publicar un producto
No vio ninguna dificultad
La forma de vincular
Publicar producto

La figura F14 muestra las diversas respuestas a la pregunta abierta 14 de la encuesta.

Figura F14.

Pregunta #14 encuesta de usabilidad.

¿Qué mejoraría de la aplicación?

4 respuestas

Poder enviar audios a través del chat
La calificación de los compradores y que la distancia de los compradores cubra más
Tener más medidas o presentaciones de productos
Todo bien, no mejoraría nada