

# PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

Abacuy: Videojuego para Fomentar el Aprendizaje de la Aritmética Básica Mediante un Entorno Gamificado

## **Autor/es:**

Cingolani, Bruno Gabriel - LU: 1064755  
Ibar, Camila - LU: 1049730

## **Carrera:**

Ingeniería en Informática

## **Tutor/es:**

Ares, Mara

## **Año:**

2025

# **PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA**

## **ABACUY: VIDEOJUEGO PARA FOMENTAR EL APRENDIZAJE DE LA ARITMÉTICA BÁSICA MEDIANTE UN ENTORNO GAMIFICADO**

**Cingolani, Bruno Gabriel – LU 1064755**

Ingeniería en Informática

**Ibar, Camila – LU 1049730**

Ingeniería en Informática

Tutora:

**Ares, Mara, Universidad Argentina De la Empresa**

# **UADE**

**2025**

**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

## **Agradecimientos**

Queremos comenzar agradeciendo a nuestra querida tutora, la Profesora Mara Ares, por su acompañamiento constante y por los valiosos aportes que enriquecieron el desarrollo de este proyecto.

Agradecemos también al equipo docente, especialmente a la Ingeniera Alicia Mariela Mogliani, por su dedicación, orientación y compromiso durante las distintas etapas del trabajo.

Finalmente, agradecemos profundamente a nuestras familias, amigos y demás seres queridos, que con su compañía, afecto y apoyo incondicional nos acompañaron en cada etapa de nuestra formación y en la realización de esta tesis.

## Resumen

El deterioro en competencias matemáticas es una problemática persistente en los sistemas educativos de América Latina. La evaluación internacional PISA evidencia que la proporción de estudiantes de 15 años que consigue al menos el umbral mínimo en matemática oscila entre el 27% y el 44% según el país; siendo Argentina y Brasil los más bajos (OECD, 2023b, p. 318).

A su vez, en junio de 2025, la *Secretaría de Educación del Ministerio de Capital Humano* de Argentina dió a conocer los resultados nacionales de la última *Prueba Aprender Secundaria*, y reportó que casi el 86% de los estudiantes de todo el país no alcanzan el denominado “*nivel satisfactorio*” en matemática (Secretaría de Educación, 2025d, p. 24). Quienes no alcanzan este nivel evidencian dificultades para resolver problemas y aplicar conceptos matemáticos en situaciones cotidianas (Secretaría de Educación, 2025b, pp. 24-26).

En respuesta a estas brechas de rendimiento es que surgió Abacuy, un videojuego educativo móvil que promueve el desarrollo del cálculo mental mediante una herramienta milenaria: el ábaco. Inspirado por su aporte pedagógico en otros países (León, Carcelén-Fraile y García-Martínez, pp. 1-4, 10-11; Sarango *et al.*, 2024, p. 3837; Tiwari y Tiwari, 2016, p. 1; Wang, 2020, pp. 1-2) pero adaptado al contexto de Buenos Aires, Argentina, Abacuy combina el uso del ábaco japonés y chino, junto con dinámicas de juego, retroalimentación inmediata y un sistema de progresión accesible para personas sin experiencia previa.

Este Proyecto Final de Ingeniería en Informática apunta a ser una herramienta concreta para abordar la desconexión que muchos jóvenes de edad escolar experimentan con la matemática formal, particularmente en el contexto histórico Post-COVID-19 que se está viviendo en el año 2025.

## Abstract

The decline in mathematical competencies remains a persistent issue within Latin American educational systems. The international PISA assessment shows that the proportion of 15-year-old students who obtain at least the minimum proficiency level in mathematics ranges between 27% and 44% depending on the country, with Argentina and Brazil showing the lowest rates (OECD, 2023b, p. 318).

Also, in June 2025, the argentinian institution *Secretaría de Educación del Ministerio de Capital Humano* released the national results of the latest *Prueba Aprender Secundaria*, reporting that nearly 86% of students nationwide did not reach the so-called “*satisfactory level*” in mathematics (Secretaría de Educación, 2025d, p. 24). Those who fail to reach this level show difficulties in solving problems and applying mathematical concepts in everyday situations (Secretaría de Educación, 2025b, pp. 24-26).

In response to these performance gaps, Abacuy emerged, an educational mobile videogame that promotes the development of mental calculation through a millenary tool: the abacus. Inspired by its pedagogical contribution in other countries (León, Carcelén-Fraile & García-Martínez, pp. 1-4, 10-11; Sarango *et al.*, 2024, p. 3837; Tiwari & Tiwari, 2016, p. 1; Wang, 2020, pp. 1-2) but adapted to the context of Buenos Aires, Argentina, Abacuy combines the use of both Japanese and Chinese abaci with game-based dynamics, immediate feedback, and a progression system accessible to individuals with no prior experience.

This Bachelor’s Thesis of Computer Engineering seeks to offer a concrete tool to address the disconnection that many school-aged students experience with formal mathematics, particularly in the Post-COVID-19 historical context of 2025.

## Contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>8</b>
1.1. Problemática Matemática.....	8
1.2. Objetivo General.....	11
1.3. Objetivos Específicos.....	12
1.4. Alcance.....	12
1.4.1. Funcionalidades.....	13
1.4.2. Funcionalidades Excluidas.....	13
<b>2. Antecedentes.....</b>	<b>14</b>
2.1. Marco Teórico.....	14
2.1.1. ¿Qué es un Ábaco?.....	14
2.1.2. Ábaco de Cuentas Fijas.....	15
2.1.3. ¿Por Qué Usar un Ábaco?.....	15
2.1.4. Aritmética en Ábacos.....	16
2.1.4.1. Suma y Resta.....	17
2.1.5. Videojuegos, Motores y Serious Games.....	23
2.1.6. Unity.....	25
2.2. Estado del Arte.....	25
2.2.1. Tecnología Para el Desarrollo.....	26
2.2.2. Mercado Actual - Competencia Directa.....	28
2.2.2.1. Simple Soroban.....	28
2.2.2.2. Know Abacus.....	29
2.2.2.3. Abacus Lesson.....	30
2.2.2.4. Hamster Force Multimedia.....	30
2.2.2.5. Misceláneas.....	31
2.2.3. Mercado Actual - Competencia Indirecta.....	32
2.2.4. Las 5 Fuerzas de Porter.....	34
2.2.4.1. Baja Amenaza de Competencia.....	34
2.2.4.2. Media Amenaza de Nuevos Entrantes.....	35
2.2.4.3. Media Amenaza de Productos Sustitutos.....	35
2.2.4.4. Bajo Poder de Negociación de los Proveedores.....	35
2.2.4.5. Alto Poder de Negociación de los Clientes.....	35
2.2.5. Análisis FODA.....	36
2.2.6. Análisis de Océano Azul y Rojo.....	39
2.2.6.1. Matriz ERIC.....	39
2.2.7. Cuadro Comparativo.....	42
2.2.8. Conclusión - Estado del Arte.....	43
2.3. User Research.....	44
2.3.1. Entrevistas.....	44
2.3.1.1. Conclusión General de las Entrevistas.....	45
2.3.2. Encuesta: Educación Matemática y Uso del Ábaco.....	46
2.3.2.1. Actitud Hacia la Matemática y Desempeño Percibido.....	46
2.3.2.2. Percepción de la Enseñanza Matemática en Argentina.....	48

2.3.2.3. Conocimiento y Uso del Ábaco.....	51
2.3.2.4. Experiencia de los Usuarios de Ábaco.....	53
2.3.2.5. Conclusión General de la Encuesta.....	55
2.3.3. User Persona.....	55
<b>3. Descripción.....</b>	<b>58</b>
3.1. Análisis Funcional.....	58
3.1.1. Requerimientos del Sistema.....	58
3.1.1.1. Requerimientos Funcionales.....	58
3.1.1.2. Requerimientos No Funcionales.....	59
3.1.2. Historias de Usuario.....	60
3.1.3. Diagrama de Casos de Uso.....	62
3.2. Arquitectura.....	63
3.2.1. Modelo de Datos.....	64
3.2.2. Diagrama de Desarrollo.....	66
3.2.3. Diagrama de Navegación.....	68
3.2.4. Modelo C4.....	69
3.2.4.1. Nivel 1: Diagrama de Contexto.....	70
3.2.4.2. Nivel 2: Diagrama de Contenedores.....	71
3.2.4.3. Nivel 3: Diagrama de Componentes.....	72
3.3. Modelo de Negocio.....	73
3.3.1. Modelo Canvas de Negocio.....	75
3.3.1.1. Asociaciones Clave.....	76
3.3.1.2. Actividades Clave.....	77
3.3.1.3. Recursos Clave.....	77
3.3.1.4. Propuesta de Valor.....	77
3.3.1.5. Relación con Clientes.....	78
3.3.1.6. Canales.....	78
3.3.1.7. Segmentos de Mercado.....	79
3.3.1.8. Estructura de Costos.....	79
3.3.1.9. Fuentes de Ingresos.....	80
3.3.2. Análisis Financiero.....	80
3.3.2.1. Costos Financieros.....	81
3.3.2.2. Proyección de Clientes.....	83
3.3.2.3. Indicadores Financieros.....	85
3.3.3. Discusión Financiera.....	87
3.4. Marca.....	88
3.4.1. Misión.....	89
3.4.2. Visión.....	89
3.4.3. Isotipo.....	89
3.4.4. Tipografía.....	90
3.4.5. Paleta de Colores.....	91
3.5. Descargo de Responsabilidad Legal.....	92
3.6. Marco Legal.....	92
<b>4. Metodologías de Desarrollo.....</b>	<b>94</b>

4.1. Metodología Híbrida Scrumban.....	94
4.2. Herramientas Empleadas.....	95
4.2.1. Trello.....	95
4.2.2. DALL-E 3.....	96
4.2.3. Canva.....	96
4.2.4. Visual Studio Code.....	96
4.2.5. Kenney.....	97
4.2.6. Lucidchart.....	97
4.2.7. Soroban Exam Generator.....	97
4.3. Sistema de Dificultad Dinámica.....	98
4.3.1. Generador Automático de Ejercicios.....	98
4.3.2. Nivelador Automático de Perfiles.....	100
<b>5. Pruebas Realizadas.....</b>	<b>103</b>
5.1. Pruebas Funcionales.....	103
5.2. Pruebas Unitarias.....	108
5.2.1. Demo Adaptativa.....	108
5.3. Pruebas de Usabilidad.....	110
5.4. Discusión de las Pruebas.....	111
<b>6. Conclusión Final.....</b>	<b>114</b>
<b>7. Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>116</b>
<b>8. Anexos.....</b>	<b>123</b>
8.1. Anexo A - Transcripciones de las Entrevistas.....	123
8.1.1. Entrevista 1: Persona Anónima, Docente Universitaria.....	123
8.1.2. Entrevista 2: Paula Aguirre, Docente de Escuela Secundaria.....	131
8.2. Anexo B - Encuesta Realizada.....	148
8.3. Anexo C - Especificaciones de Casos de Uso.....	155
8.4. Anexo D - Términos y Condiciones de Abacuy.....	166
8.5. Anexo E - Modelo de Examen de Ábaco Soroban.....	168
8.6. Anexo F - Modos de Juego.....	170
8.6.1. Aventura Aritmética.....	170
8.6.2. Rondas Rápidas.....	173
8.6.3. Multijugador.....	174
8.6.4. Libre.....	176
8.6.5. Aprender Leyendo.....	178
<b>9. Índice de Figuras.....</b>	<b>181</b>
<b>10. Índice de Tablas.....</b>	<b>184</b>
<b>11. Índice de Ecuaciones.....</b>	<b>186</b>

## 1. Introducción

El uso del ábaco como herramienta pedagógica tiene el potencial de fortalecer habilidades de cálculo mental, memoria de trabajo (especialmente visuoespacial), entre otras funciones cognitivas, particularmente en niños y niñas de edad escolar (Wang, 2020, pp. 1-5). De igual modo, se ha explorado su impacto en estudiantes con trastornos de aprendizaje, como discalculia, donde hubo mejoras notables en aptitudes aritméticas (Sarango *et al.*, 2024, p. 3837). En esta misma línea, existen programas educativos internacionales que promueven el uso del ábaco, de los cuales destaca UCMAS por haber alcanzado 2,5 millones de estudiantes en más de 75 países (UCMAS, 2025).

Sin embargo, la presencia de dicha herramienta y sus instituciones promotoras se encuentran reducidas en Latinoamérica en comparación con Asia, y en menor medida Europa y Norteamérica (UCMAS, 2025; Merriam-Webster Inc, 2025). Este panorama resulta especialmente relevante al considerar la calidad educativa latinoamericana, particularmente en Argentina en lo que respecta a matemática.

### 1.1. Problemática Matemática

Las pruebas PISA (*Programme for International Student Assessment*) coordinadas por la *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico* (OCDE, u OECD por sus siglas en inglés), evalúan cada 3 años las competencias de estudiantes de 15 años en lectura, ciencias y matemática a lo largo de distintos países del mundo, utilizando como métricas una serie de puntajes y niveles que van del 1 al 6. A su vez, existe un nivel de rendimiento considerado como mínimo aceptable (nivel 2), y según el último ciclo publicado en 2023, el 69% de los países participantes lograron alcanzar, en promedio, dicho nivel (OECD, 2023b, p. 26).

Sin embargo, ningún país latinoamericano alcanzó tal rendimiento. Más específicamente, entre el 56% y el 73% de los adolescentes latinoamericanos solo logran interpretar y reconocer, sin instrucciones directas, la forma en que una situación simple se representa matemáticamente (por ejemplo, comparar la distancia total entre dos rutas alternativas o convertir precios a otra moneda) (OECD, 2023a). De hecho, los resultados de

las pruebas PISA muestran que sólo una minoría supera el nivel 2 de competencia en matemáticas, cuyos porcentajes son los siguientes (OECD, 2023b, p. 318):

- El 27% de los alumnos de Argentina y Brasil.
- El 34% de los alumnos de México y Perú.
- El 43% de los alumnos de Uruguay.
- El 44% de los alumnos de Chile.

Esto evidencia una brecha entre los conocimientos matemáticos que los estudiantes deberían tener según su grado escolar, y los que realmente poseen.

TABLA I: Puntaje por países en matemática en las pruebas PISA

País	2003	2006	2009	2012	2015	2018	2022
Argentina	--	381	388	388	--	379	378
Brasil	356	370	386	389	377	384	379
Chile	--	411	421	423	423	417	412
Colombia	--	370	381	376	390	391	383
Costa Rica	--	--	409	407	400	402	385
El Salvador	--	--	--	--	--	--	343
Guatemala	--	--	--	--	--	334	344
México	385	406	419	413	408	409	395
Panamá	--	--	360	--	--	353	357
Paraguay	--	--	--	--	--	326	338

---

Perú	--	--	365	368	387	400	391
Rep. Dominicana	--	--	--	--	328	325	339
Uruguay	422	427	427	409	418	418	409
<b>Promedio OCDE</b>	--	--	--	488	485	--	472

---

Fuente: OECD, 2023b, pp. 333-334

Los puntajes de la TABLA I refuerzan la magnitud de la brecha; mientras que la OCDE promedió 472 puntos en las pruebas PISA del año 2022, los países de la región latinoamericana se ubicaron entre 338 (Paraguay) y 412 (Chile). Del mismo modo, desde 2006, Argentina ha registrado pocas variaciones en sus resultados de matemática comparado con otros países, con un pico en 2009 y 2012 (388 puntos), seguido por una disminución en las ediciones posteriores, alcanzando su mínimo de 378 puntos en 2022. En comparación, el promedio de la OCDE en la última edición registrada representa una diferencia de 94 puntos con respecto al de Argentina. Además, el desempeño del país se encuentra por debajo del 58% de los otros participantes latinoamericanos.

En relación al Cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS4) de las Naciones Unidas, se presentó un reporte llamado “*La encrucijada de la educación en América Latina y el Caribe: informe regional de monitoreo ODS4-Educación 2030*”, donde se analizaron los resultados de la edición 2018 de las pruebas PISA para diez países de América Latina, del cual Argentina formó parte. En el mismo se señala que, si se incorpora a los adolescentes de 15 años que están fuera de la escuela y se asume que no alcanzan los niveles mínimos definidos por el indicador *ODS 4.1.1*, apenas el 21% del total de estudiantes latinoamericanos logra el nivel mínimo esperado de competencias en matemática al final de la secundaria (UNESCO *et al.*, 2022, pp. 8-9; UNESCO, [sin fecha]; Naciones Unidas, [sin fecha]).

También se refleja una tendencia similar en las evaluaciones nacionales. La *Secretaría de Educación del Ministerio de Capital Humano* dio a conocer en junio del 2025 los resultados de la última *Prueba Aprender Secundaria*, donde se evaluó a 379.050 estudiantes

de 5° y 6° año en 11.846 escuelas a lo largo de todo el país en octubre de 2024 (Secretaría de Educación, 2025a; 2025c; 2025d, p. 2). En el mismo, se determinó que en el área de matemática, sólo el 14,2% de los estudiantes alcanza un nivel satisfactorio. Un 31,2% se encuentra en el nivel básico, mientras que la mayoría, el 54,6%, está por debajo de ese umbral (ver Figura 1). Esto implica dificultades para resolver problemas y aplicar conceptos matemáticos en situaciones cotidianas (Secretaría de Educación, 2025b, pp. 24-26). Asimismo, desde la edición *Aprender 2022*, no se han registrado estudiantes en el nivel avanzado (Secretaría de Educación, 2025d, p. 24).

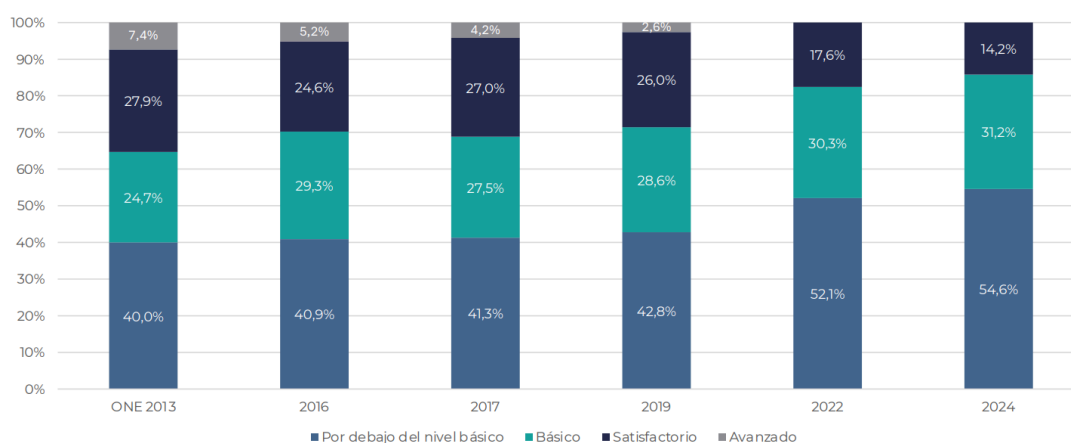


Figura 1: Evolución histórica del nivel de desempeño en Matemática en Aprender Secundaria - Fuente: Secretaría de Educación, 2025d, p. 24

Bajo este contexto es que surge la propuesta Abacuy, un videojuego educativo que promueve el aprendizaje de aritmética básica mediante el uso del ábaco en un entorno digital, combinando elementos pedagógicos, lúdicos y culturales, con enfoque hacia estudiantes tanto de primario como secundario.

## 1.2. Objetivo General

Desarrollar un videojuego educativo en español, que le permita a estudiantes jóvenes manejar y practicar aritmética básica (suma, resta, multiplicación y división) usando un ábaco virtual, a través en un entorno gamificado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, en el año 2025.

### 1.3. Objetivos Específicos

- Diseñar las técnicas de aritmética con ábaco japonés y chino correspondientes a las operaciones de suma, resta, multiplicación y división, para ser implementadas en las mecánicas principales del videojuego.
- Desarrollar un prototipo funcional en Unity para la plataforma Android que implemente todos los modos de juego detallados en el alcance (modo libre, progresivo, duelo, etc). Estos requieren de algoritmos de generación de ejercicios capaces de adaptar la dificultad en base al nivel de aprendizaje del usuario.
- Implementar un sistema de recompensas basado en logros desbloqueables, junto con un tutorial interactivo para cada una de las operaciones aritméticas disponibles.
- Implementar un módulo de métricas que registre factores como precisión, velocidad promedio y cantidad de ejercicios completados, además de diseñar una interfaz visual para su presentación dentro del videojuego.

### 1.4. Alcance

Abacuy se trata de una aplicación educativa interactiva que utiliza el motor de juego Unity, y se orienta al aprendizaje de la aritmética básica mediante el uso del ábaco japonés (soroban) y chino (suanpan) como eje central de enseñanza. El desarrollo está dirigido específicamente a dispositivos con sistema operativo Android, permitiendo su ejecución en teléfonos inteligentes, para garantizar portabilidad, y facilidad de acceso al usuario. Asimismo, permite promover las buenas prácticas en el uso del instrumento gracias a las funcionalidades táctiles que estos ofrecen. El público objetivo son estudiantes jóvenes (de 10 a 17 años), pero cabe destacar que también puede ser utilizado por el público general.

El primer lanzamiento (Release 1) consiste en un prototipo funcional ejecutable en entorno local, es decir, no requiere conexión a Internet para su funcionamiento, priorizando su uso en ámbitos educativos, zonas rurales o espacios con conectividad limitada o nula.

### 1.4.1. Funcionalidades

- Modo Libre, permite acceder al ábaco como si fuera el instrumento físico.
- Modo Tutorial, donde el usuario aprenderá cómo realizar las operaciones aritméticas de suma, resta, multiplicación y división con un ábaco.
- Modo Progresivo, compuesto por una serie de niveles que ponen a prueba las habilidades del usuario para resolver operaciones aritméticas mediante una dificultad escalonada.
- Modo Duelo Local, permite que dos o más jugadores se turnen en un mismo dispositivo para resolver operaciones aritméticas, incorporando un sistema de “*handicap*” que ajuste la dificultad según las preferencias de cada jugador.
- Modos de juego Blitz, Resistencia y Anzan: orientados a la práctica rápida, la precisión y el cálculo mental sin visualización de ábaco, respectivamente.
- Sistema de retroalimentación audiovisual para acompañar la interacción con el ábaco virtual mediante efectos sonoros sincronizados con el movimiento de las cuentas, además de notificaciones visuales para validar la resolución correcta o incorrecta de los ejercicios propuestos.
- Módulo de métricas, permite visualizar el rendimiento del usuario (precisión, velocidad promedio, cantidad de operaciones resueltas).
- Sistema de recompensas mediante logros, insignias y/o rachas de uso (como el total de horas de uso de la aplicación). Busca replicar las recompensas presentes en los videojuegos modernos a través de plataformas como Steam, Playstation, Nintendo, Xbox, etc.

### 1.4.2. Funcionalidades Excluidas

- El desarrollo para iOS, navegadores web o programas de escritorio.
- La implementación de funcionalidades multijugador en línea, tales como competencias en tiempo real (no locales).
- El almacenamiento en la nube y rankings globales.
- Traducción en otros idiomas.
- Integración de otros tipos de ábacos, además de los mencionados.

## 2. Antecedentes

### 2.1. Marco Teórico

En esta sección se exponen los fundamentos conceptuales que sustentan la investigación, definiendo los ejes desde los cuales se aborda el problema y se orienta la construcción de soluciones.

#### 2.1.1. ¿Qué es un Ábaco?

El ábaco es un instrumento de cálculo donde se utilizan fichas (también llamadas “*cuentas*”) que se deslizan a lo largo de una serie de varillas, columnas o ejes dispuestos en un marco para representar las posiciones decimales (ver Figura 2). Es el antecesor de la calculadora digital moderna y fue utilizado en varias culturas a lo largo de la historia, aunque cayó gradualmente en desuso a favor de la aritmética basada en los números *indo-arábigos*. Si bien en Europa dejó de usarse casi por completo después del siglo XVIII, todavía está presente en Medio Oriente, China y Japón (Merriam-Webster Inc, 2025).

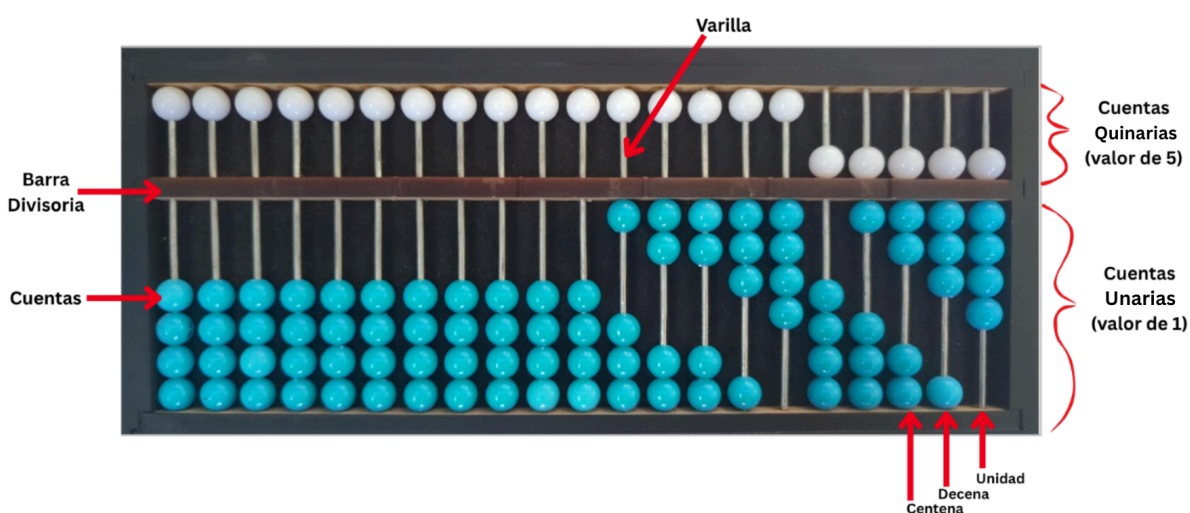


Figura 2: Ábaco soroban y sus partes, mostrando el valor 123.456.789 - Fuente: Elaboración Propia

Se observa que históricamente existieron dos grandes categorías de ábacos, los de *Contadores Libres*, y los de *Cuentas Fijas* (Cabrera-Caño, 2021, p. 16). Sin embargo, este

proyecto se enfoca exclusivamente en el segundo, ya que el primero queda fuera del objeto de estudio.

### 2.1.2. Ábaco de Cuentas Fijas

Estos son ábacos caracterizados por la forma en que se visualizan sus cuentas (usualmente de formas esférica-ovaladas o bicónicas), y se encuentran siempre presentes e integradas dentro de un marco por el cual son desplazadas desde una posición “*inactiva*” a una “*activa*” a lo largo de sus ejes. Esta configuración permite realizar cálculos rápidos, en comparación con los Ábacos de Contadores Libres (Cabrera-Caño, 2021, pp. 16-17).

A su vez, otro factor importante para destacar la prevalencia de los Ábacos de Cuentas Fijas, más específicamente los de variante oriental, es el principio de “*Subitización*”:

*“Término de origen inglés (Subitizing) que representa la apreciación rápida, precisa y segura que podemos hacer del número de una pequeña cantidad de objetos. Podemos hacer tal apreciación si el número de objetos a contar es 4 o 5 como máximo; a partir de ahí, tendremos que invertir tiempo en contar.”* (Cabrera-Caño, 2021, p. 18).

Por esta razón es que en los ábacos más utilizados, como el *soroban* y *suanpan*, (de origen japonés y chino, respectivamente) los ejes están subdivididos en dos regiones. En la superior, cada cuenta individual corresponde a un valor decimal de 5, mientras que la inferior a un valor de 1 (ver Figura 2), permitiendo así una lectura acelerada (Cabrera-Caño, 2021, pp. 16,19).

### 2.1.3. ¿Por Qué Usar un Ábaco?

El ábaco es tradicionalmente utilizado en países asiáticos como China, Japón, Malasia y Corea para mejorar las habilidades matemáticas. Además, se ha documentado que favorece la concentración, el aprendizaje, la memoria, la comprensión, la escucha activa, la observación y el pensamiento analítico, en comparación con los estudiantes de la misma edad que no utilizan un ábaco (Tiwari y Tiwari, 2016, p. 1).

Sus beneficios también se sustentan en los hallazgos de León, Carcelén-Fraile y García-Martínez, donde se demuestra que el entrenamiento con ábaco afecta positivamente no solo en el cálculo matemático, sino también a diversas funciones cognitivas. Su programa de 8 semanas enfocado en enseñanza de matemática en niños de 7 a 11 años mostró mejoras en las capacidades de concentración, memoria auditiva y creatividad (León, Carcelén-Fraile y García-Martínez, 2021, pp. 1-4, 10-11).

Es por esta evidencia, junto con la presentada en la sección Introducción, que el eje pedagógico de enseñanza para cumplir con los objetivos de Abacuy se hará mediante la utilización del ábaco, más específicamente, los ábacos orientales *soroban* y *suanpan*.

#### **2.1.4. Aritmética en Ábacos**

El ábaco permite la realización de las cuatro operaciones aritméticas fundamentales: suma, resta, multiplicación y división. Entre ellas, la suma y la resta constituyen los procedimientos elementales, dado que su dominio es requisito previo para la correcta realización de las operaciones más complejas, como la multiplicación y la división (Kojima, 1954, p. 16). A su vez, los números se representan mediante una disposición de cuentas en columnas, donde cada una equivale a un valor posicional que aumenta de derecha a izquierda mediante acarreo (León, Carcelén-Fraile y García-Martínez, 2021, p. 2).

Complementariamente, para realizar las 4 operaciones básicas de aritmética en un ábaco se utiliza lo que Cabrera-Caño denomina como “*Método Moderno*”, que se basa en la utilización del soroban contemporáneo de 4 cuentas inferiores, y 1 superior. Desde otra perspectiva, los “*Métodos Tradicionales*” aprovechan las cuentas extras que posee el ábaco suanpan (5 cuentas inferiores y 2 superiores), del cual el soroban está basado, (Cabrera-Caño, 2021, p. 3). Sin embargo el enfoque de las explicaciones dentro del marco teórico se hará mediante el primer método mencionado.

En consecuencia, para poder realizar cualquier operación aritmética en un ábaco, primero es necesario comprender las cuentas que componen a cada dígito. Esto es observable en la TABLA II y en la Figura 3, donde se indica el método por el cual cada número decimal es expresado en un soroban mediante la interacción de sus cuentas superiores e inferiores.

TABLA II: Movimiento de cuentas para formar un dígito

Dígito	Cuenta Superior	Cuenta Inferior
1	0	1
2	0	2
3	0	3
4	0	4
5	1	0
6	1	1
7	1	2
8	1	3
9	1	4

Fuente: Cabrera-Caño, 2021, p. 36

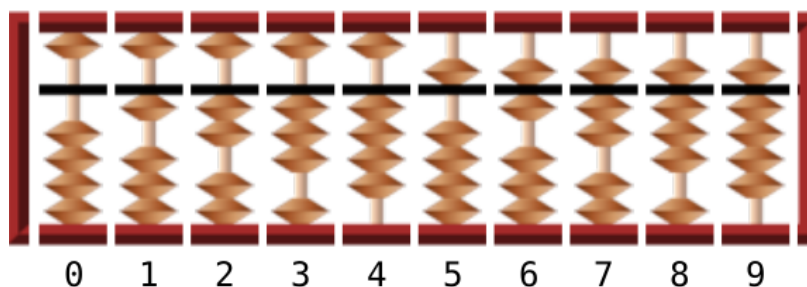


Figura 3: Representación de números en un ábaco moderno soroban  
- Fuente: Cabrera-Caño, 2021, p. 36

### 2.1.4.1. Suma y Resta

Paul Green (2007) define a la suma como el proceso de añadir números; y para lograr esto en el ábaco, establece los siguientes pasos:

- Los números se registran de izquierda a derecha (de la cifra más significativa a la menos significativa)
- Cada cifra debe ser registrada en el eje correcto. Por ejemplo, al añadir dos números de tres cifras cada uno, se comienza registrando el primer número en las tres primeras columnas, y luego se realiza la suma del segundo número, nuevamente en las tres primeras columnas. En la Figura 4 se muestra el ejemplo de la suma de  $231 + 213$

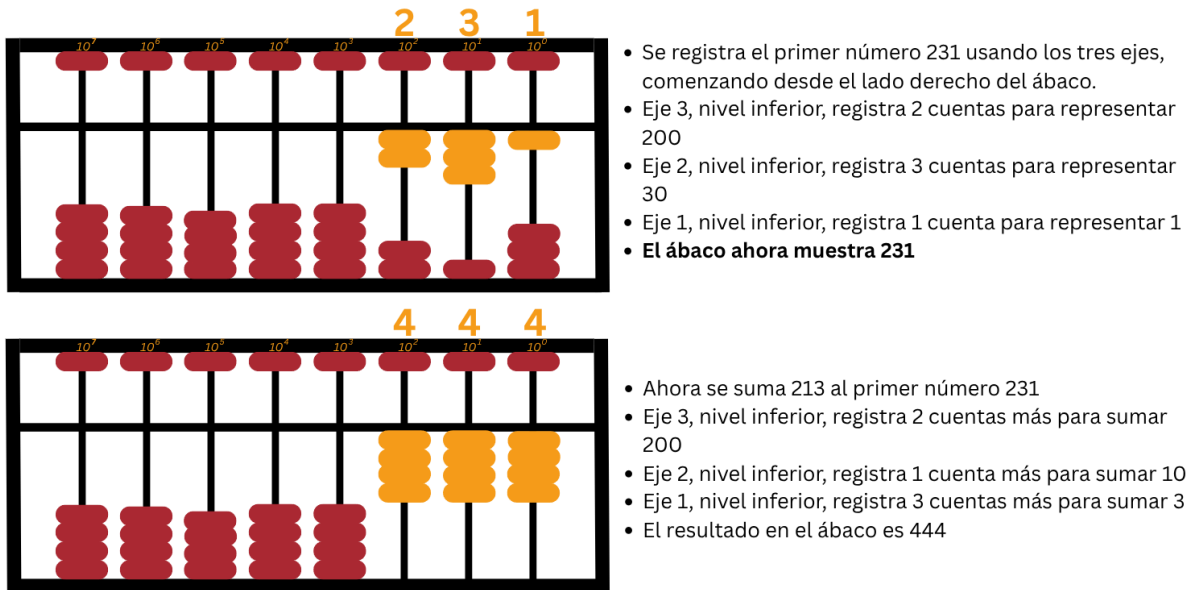


Figura 4: Ejemplo de suma directa - Fuente: Green, 2007, p. 15

Contrario a la forma tradicional, con el ábaco se trabaja de izquierda a derecha durante la suma y resta. Complementando lo anterior, Cabrera-Caño (2021, p. 35) amplía que la suma y resta de un dígito decimal (del 0 al 9) con otro del mismo tipo, requiere integrar en la memoria motora exactamente 180 operaciones elementales. Además agrega que, una vez logrado, sólo será necesario “*iterar este proceso de manera ordenada para todos los dígitos del sumando o sustraendo*”. Sin embargo, indica que para poder realizar dichas operaciones tan sólo hay que memorizar de 3 reglas fundamentales:

1. Las cuentas necesarias para formar un dígito.

Abarca todas las situaciones en donde se puede realizar un cálculo directo, es decir, hay suficientes cuentas disponibles en el eje para llegar a la solución. En la TABLA III se ilustra el procedimiento para la suma, y la resta en la TABLA IV.

TABLA III: Suma Directa

1+1	2+1	3+1	5+1	6+1	7+1	8+1
1+2	2+2	-	5+2	6+2	7+2	-
1+3	-	-	5+3	6+3	-	-

-	-	-	5+4	-	-	-
---	---	---	-----	---	---	---

Fuente: Kojima, 1954, p. 16

TABLA IV: Resta Directa

2-1	3-1	4-1	6-1	7-1	8-1	9-1
-	3-2	4-2	-	7-2	8-2	9-2
-	-	4-3	-	-	8-3	9-3
-	-	-	-	-	-	9-4

Fuente: Kojima, 1954, p. 16

## 2. Los *Complementos a 5* de los dígitos 1 al 5.

Esta situación surge cuando no hay cuentas inferiores suficientes para realizar una suma o resta directa. Los *Complementos a 5* son las parejas de números que dan como resultado 5, y junto con los *Complementos a 10*, forman los pilares que permiten realizar aritmética en el ábaco. Sobre esto, Cabrera-Caño (2021, pp. 36-37) añade: “*Siempre los podemos encontrar mentalmente con nuestro conocimiento de suma y resta, pero con la práctica terminarán sólidamente instalados en nuestra memoria sin la necesidad de ‘calcularlos’ mentalmente*”.

TABLA V: Complementos a 5

<i>Complementos a +5</i>	<i>Complementos a - 5</i>
$+ 4 = + 5 - 1$	$- 4 = + 1 - 5$
$+ 3 = + 5 - 2$	$- 3 = + 2 - 5$
$+ 2 = + 5 - 3$	$- 2 = + 3 - 5$
$+ 1 = + 5 - 4$	$- 1 = + 4 - 5$

Fuente: Elaboración Propia

En resumen, el *Complemento a 5* de 4 es 1, el de 3 es 2, y así sucesivamente. Como indica su nombre, esta regla sólo funciona para los dígitos del 1 al 5. Su razón de existir se remonta nuevamente al concepto de subitización explicado anteriormente. Por lo tanto, debido a la cantidad limitada de cuentas disponibles, es necesario realizar este tipo de operaciones complementarias. En la Figura 5 se puede observar un ejemplo para suma y resta.

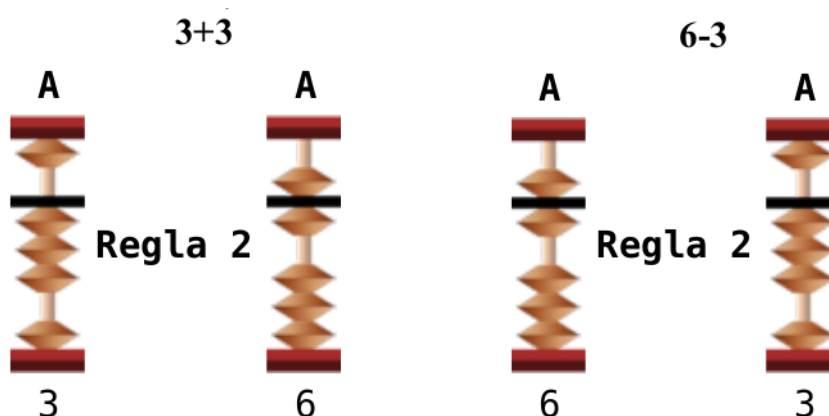


Figura 5: Operación “3+3” seguida por “6-3” usando la regla de Complementos a 5 - Fuente: Cabrera-Caño, 2021, p. 39

### 3. Los *Complementos a 10* de los dígitos 1 al 10.

Al igual que la regla 2, los *Complementos a 10* surgen debido a que no hay suficientes cuentas para realizar la operación en forma directa. Como lo dice el título, se aplica para los dígitos del 1 al 10, sea para la suma o la resta. En la TABLA VI se contemplan todas las permutaciones, tanto para la suma como la resta.

TABLA VI: Complementos a 10

<i>Complementos a +10</i>	<i>Complementos a - 10</i>
$+ 9 = + 10 - 1$	$- 9 = - 10 + 1$
$+ 8 = + 10 - 2$	$- 8 = - 10 + 2$
$+ 7 = + 10 - 3$	$- 7 = - 10 + 3$
$+ 6 = + 10 - 4$	$- 6 = - 10 + 4$

$+ 5 = + 10 - 5$	$- 5 = - 10 + 5$
$+ 4 = + 10 - 6$	$- 4 = - 10 + 6$
$+ 3 = + 10 - 7$	$- 3 = - 10 + 7$
$+ 2 = + 10 - 8$	$- 2 = - 10 + 8$
$+ 1 = + 10 - 9$	$- 1 = - 10 + 9$

Fuente: Elaboración Propia

Otra forma de leer los complementos puede ser la siguiente: para los *Complementos a +10*, “9 es igual que sumar 10 y restar 1”, “8 es igual que sumar 10 y restar 2”, mientras que para el *Complementos a -10* de 7 sería “retirar 7 es igual que retirar 10 y sumar 3”. En la Figura 6 se puede observar un ejemplo de suma y resta.

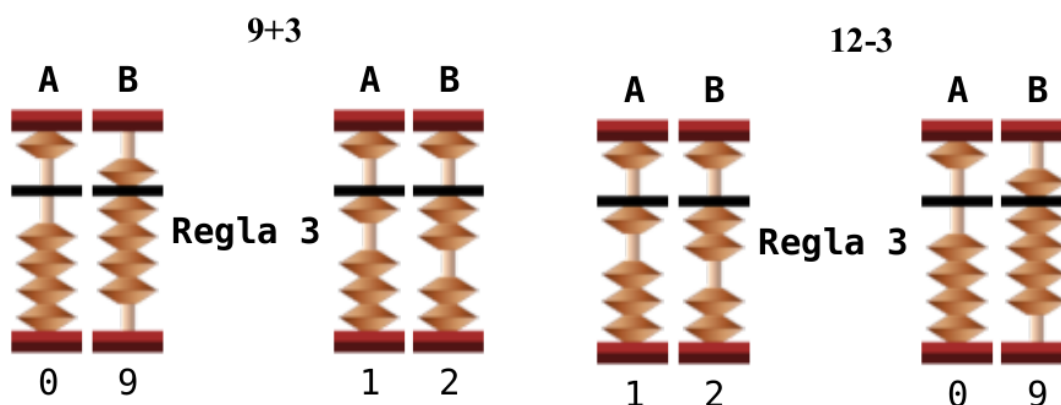


Figura 6: Operación “9+3” seguida por “12-3” usando la regla de Complementos a 10 - Fuente: Cabrera-Caño, 2021, p. 41

Consecuentemente, Cabrera-Caño (2021, pp. 37-38) sintetiza las reglas de suma y resta en forma conjunta, siguiendo el siguiente orden:

- Tratar de **añadir/retirar** las **cuentas necesarias**
- Tratar de **añadir/retirar** 5 (cuenta superior) y **retirar/añadir** el *Complemento a 5* (cuentas inferiores)
- Llevar/acarrear** 1 de la izquierda y **restar/sumar** el *Complemento a 10*

Sin embargo, dicha secuencia es posible considerando una serie de criterios previos:

- Solo en caso de que una regla falle (debido a la falta de cuentas necesarias para completar la operación), se recurre a la siguiente regla disponible.
- La segunda regla es aplicable exclusivamente a los dígitos 1, 2, 3 y 4
- La tercera regla implica una descomposición de la operación en dos partes consideradas “*más simples*”:
  - Un acarreo hacia el eje situado inmediatamente a la izquierda, sea “*llevar*” (sumar 1) o “*tomar prestado*” de ese eje. Esta operación suele resultar trivial.
  - Una operación del tipo opuesto a la original, es decir, una resta si se trataba de una suma, o una suma si se trataba de una resta
    - Se resuelve utilizando las reglas 1 o 2 de la operación contraria (pero nunca con la regla 3). De este modo, el procedimiento concluye en esta etapa.
  - Será necesario decidir en qué orden se harán las dos operaciones anteriores (A y B)

Para culminar, existe un caso especial que surge en situaciones donde se debe realizar una combinación de Complementos de 5 y 10, o una repetición sucesiva de los mismos. A estos se los resume en la TABLA VII, denominada *Complementos Combinados*. En la Figura 7 y 8 se observan ejemplos.

TABLA VII: Complementos Combinados

<i>Complementos Combinados de Suma</i>	<i>Complementos Combinados de Resta</i>
$+ 9 = + 4 - 5 + 10$	$- 9 = -10 + 5 - 4$
$+ 8 = + 3 - 5 + 10$	$- 8 = -10 + 5 - 3$
$+ 7 = + 2 - 5 + 10$	$- 7 = -10 + 5 - 2$
$+ 6 = + 1 - 5 + 10$	$- 6 = -10 + 5 - 1$

Fuente: Elaboración Propia

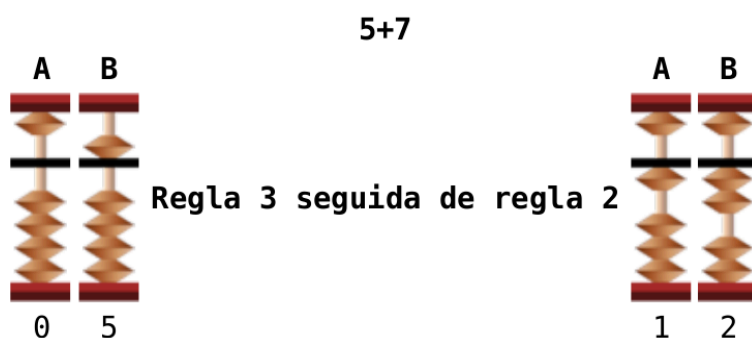


Figura 7: Operación “5+7” usando la regla de Complementos Combinados - Fuente: Cabrera-Caño, 2021, p. 42

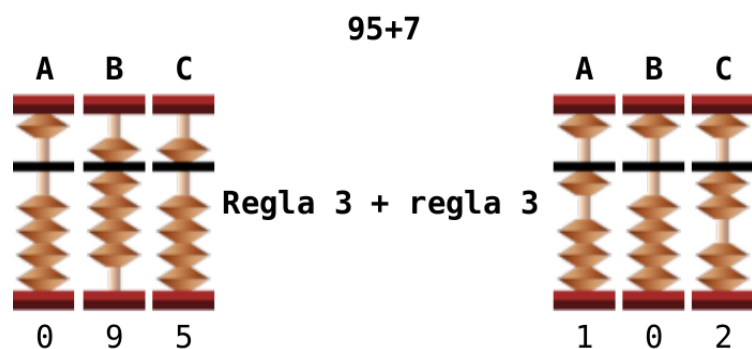


Figura 8: Operación “95+7” usando la regla de Complementos Combinados - Fuente: Cabrera-Caño, 2021, p. 43

Hasta este punto, se ha presentado un abordaje teórico del ábaco para las operaciones elementales de suma y resta, permitiendo una comprensión básica de su estructura y funcionamiento. Este conocimiento conceptual cumple un rol fundamental en las etapas iniciales del aprendizaje, y son necesarias para poder continuar con el resto de las operaciones aritméticas. Sin embargo, estas últimas se encuentran fuera del alcance del marco teórico.

### 2.1.5. Videjuegos, Motores y Serious Games

En lo que respecta al concepto de videojuego, Nicolas Esposito (2005, pp. 2-3) lo define como “*un juego que jugamos gracias a un dispositivo audiovisual y que puede estar basado en una historia.*”, siendo este último un factor opcional, citando *Tetris* como un caso de “*desafío abstracto*”. A su vez, también define al “*aparato audiovisual*” como todo

dispositivo electrónico de entrada y salida (computadoras, consolas portátiles, teléfonos, entre otros) que implica la existencia de una interacción entre el ser humano y la computadora.

En una línea similar, António Andrade (2015) define a los Game Engines (o Motores de Juego) como *“una pieza de software que permite la creación de videojuegos”*, teniendo por objetivo principal la abstracción de funcionalidades comunes, además de la reutilización de código y recursos gráficos en distintos proyectos. Para alcanzar ese propósito, establece que las funcionalidades típicas halladas en dichos motores son:

- Un *“rendering engine”* (motor de renderizado), para gráficos 2D o 3D.
- Gestor de entradas (para teclado y mouse, dispositivos táctiles u otros periféricos).
- *“Game Loop”* (Bucle de Juego), la rutina interna que recalcula los eventos del juego en cada fotograma.
- *“Physics Engine”* (Motor de Físicas), para la detección y respuesta de colisiones.
- Sonido.
- *“Scene-graph”* (Gráfico de escena), para gestionar los elementos gráficos y sus relaciones en la pantalla.
- Animación (para sprites 2D o modelos 3D).
- Gestión de memoria.
- Procesamiento por hilos, que permite múltiples procesos en paralelo.

También destaca que los motores de juego surgieron como respuesta a la evolución del hardware, a la necesidad de ciclos de desarrollo más rápidos, y que su uso va más allá del entretenimiento: *“Curiosamente, los motores de juego también son la herramienta preferida para simulaciones técnicas, visualizaciones y juegos serios. Por eso, los veremos frecuentemente aplicados a entrenamientos en áreas como las fuerzas armadas o la medicina”* (Andrade, 2015, pp. 1-2)

Los *“Serious Games”*, o Juegos Serios, constituyen ambientes de aprendizaje diseñados para propósitos principalmente educativos, donde el conocimiento es adquirido a través de la interacción lúdica. Estos se pueden aplicar en audiencias de múltiples edades, y disciplinas (medicina, negocios, política, comunicación, entre otros). Inicialmente estaban basados en juegos de mesa y cartas, pero hoy en día también se encuentran como videojuegos

desarrollados para diversas plataformas como computadoras o teléfonos inteligentes, y promueven la adquisición de habilidades mediante desafíos que implican cooperación, experimentación o exploración en entornos activos y entretenidos (Din, Baig y Khan, 2023, p. 1).

### **2.1.6. Unity**

Según António Andrade (2015), Unity es un motor de juego originalmente presentado en 2005 durante la *Conferencia Mundial de Desarrolladores de Apple* y, desde entonces, ha provocado cambios significativos en la industria de los videojuegos. Se destaca por su enfoque multiplataforma y por su modelo de distribución que permite su uso de forma gratuita para desarrolladores independientes o pequeñas empresas.

Su entorno de desarrollo está compuesto por un editor visual y un IDE (sistema de software para el diseño de aplicaciones) que facilita la rápida creación de prototipos, incluso sin necesidad de programar. Su arquitectura modular basada en componentes favorece el diseño de mecánicas complejas a partir de piezas funcionales simples. Además, Unity cuenta con una amplia comunidad de usuarios y un marketplace activo, lo que agiliza el desarrollo de proyectos y provee recursos útiles para el aprendizaje. Su versatilidad se refleja en el hecho de que ha sido utilizado tanto en juegos móviles de bajo presupuesto, como en producciones “AAA” (grandes compañías de desarrollo) reconocidas, como *Temple Run*, *Monument Valley* y *Hearthstone* (Andrade, 2015, pp. 2-3).

## **2.2. Estado del Arte**

Esta sección analiza el panorama actual de soluciones tecnológicas orientadas al aprendizaje de aritmética básica, ya sea mediante el uso de ábacos o a través de otras propuestas educativas complementarias que promueven el desarrollo del conocimiento matemático. El análisis distingue entre competencia directa e indirecta, considerando múltiples variables. Asimismo, se presenta una justificación tecnológica del proyecto basada en la revisión del motor de juego Unity como plataforma base, herramientas de análisis estratégico (5 Fuerzas de Porter, Matriz ERIC y FODA,), un cuadro comparativo de

funcionalidades, y una conclusión que resume los principales desafíos y oportunidades del mercado educativo digital.

### 2.2.1. Tecnología Para el Desarrollo

Existe evidencia del mercado para favorecer al motor de juego Unity como la alternativa que mejor equilibra costo, rapidez de desarrollo y afinidad para el tipo de producto que es Abacuy. Dicha elección posiciona al proyecto dentro de la corriente tecnológica predominante para Serious Games móviles de alcance regional debido a cuatro razones clave que emergen del *Big Game Engine Report 2025*, realizado en base a 13.000 muestras de la plataforma digital de videojuegos conocida como Steam (VGI, 2025, p. 3):

#### 1. Dominio en volumen de títulos lanzados.

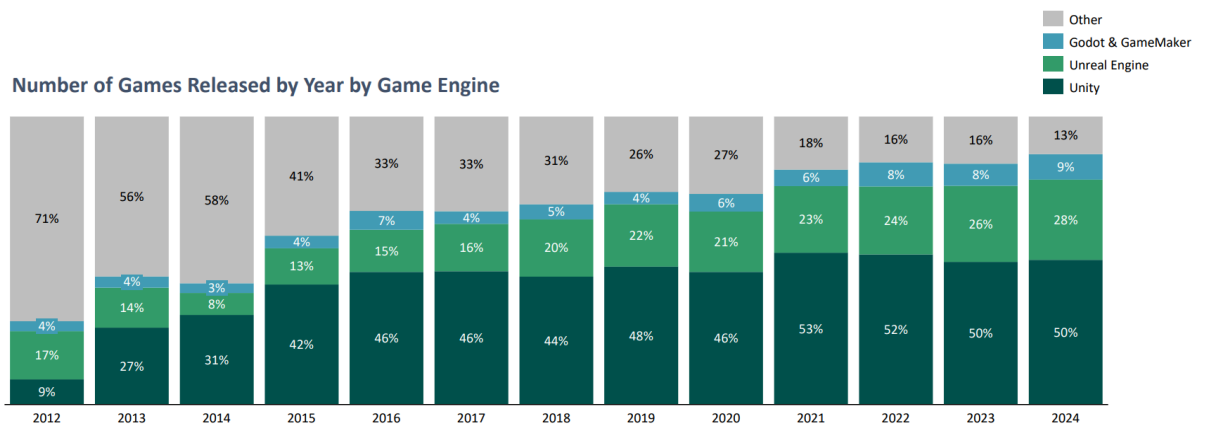


Figura 9: Porcentaje de juegos lanzados por año según el motor de juego - Fuente: VGI, 2025, p. 9

Más de la mitad de los videojuegos publicados en Steam entre 2021 y 2022 se desarrollaron en Unity (53% y 52%, respectivamente), y la mitad desde el año 2023. También se mantuvo dominante desde 2013, sin contar el total de motores de juego de uso interno (*in-house*). En consecuencia, cuando el objetivo es lanzar proyectos, Unity se presenta como la opción de preferencia por los desarrolladores de videojuegos.

#### 2. Popularidad en videojuegos de baja escala.

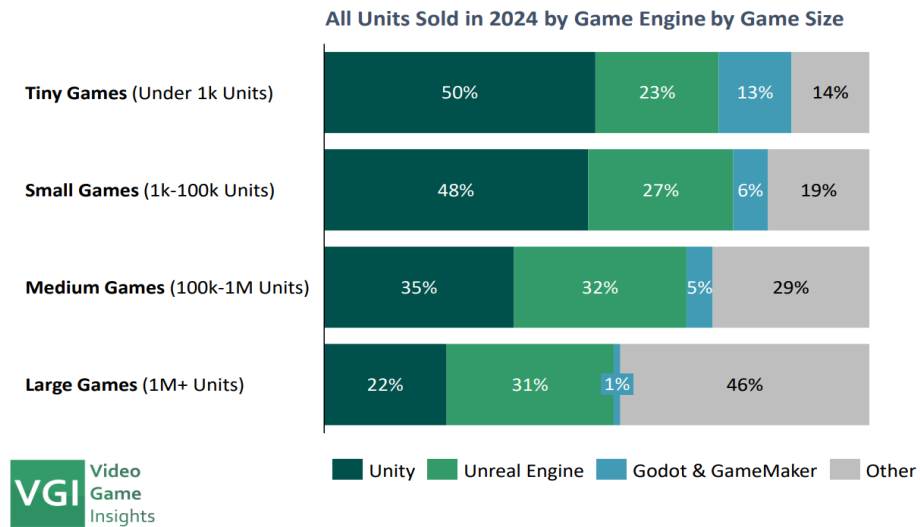


Figura 10: Total de unidades vendidas en 2024 por motor de juego según su tamaño - Fuente: VGI, 2025, p. 7

El reporte muestra que los títulos con menos de 100.000 unidades vendidas se inclinan hacia Unity, mientras que Unreal y los motores internos de grandes compañías se concentran principalmente en el segmento de juegos de gran presupuesto. El hecho de que Unity sea usado en juegos móviles de baja escala y producciones de nivel industrial demuestra su versatilidad (Andrade, 2015, p. 3). Por lo tanto, elegir este motor sitúa a Abacuy dentro de la corriente tecnológica dominante para su escala de producto.

### 3. Barrera de entrada baja.

Unity ofrece una licencia personal sin coste inicial para el umbral financiero de hasta \$200.000 dólares dentro de los últimos 12 meses (Unity Technologies, 2024). Al ser un motor público, también posee mayor documentación y materiales de entrenamiento en comparación con los motores internos de calidad similar (VGI, 2025, p. 12). Para un proyecto educativo de presupuesto ajustado, minimizar gastos de licencias y tener acceso al conocimiento es crítico.

### 4. Reducción de riesgo y Time-to-Market.

*Video Game Insights* resalta que, a diferencia de un motor interno, los motores públicos “*permiten empezar el día 1*” sin tener que construir la tecnología base necesaria, y evitar costos de mantenimiento (VGI, 2025, p. 12).

Sumado al hecho de que Unity brinda soporte para el desarrollo de videojuegos en Android, lo convierte en una opción estratégica para Abacuy. Esto se ve respaldado por su posicionamiento en la industria: más de la mitad de los nuevos juegos móviles se desarrollan con Unity, que además impulsa el 72% de los 1.000 títulos móviles más populares, y está detrás de más del 75% de los juegos con mayores ingresos en Google Play Store (Unity Technologies, [sin fecha]).

### **2.2.2. Mercado Actual - Competencia Directa**

Durante el proceso de investigación se identificaron aproximadamente 15 aplicaciones en forma de competencia directa (desde el aspecto del ábaco japonés), y todas se encuentran disponibles en la tienda *Google Play Store* para dispositivos Android.

#### **2.2.2.1. Simple Soroban**

*Simple Soroban* es una aplicación gratuita desarrollada de forma independiente por el estudio *BTCO* de Bruno Oliveira. Está centrada en la práctica de aritmética básica con ábaco japonés de tipo 1:4 (soroban), formato que tienen en común todos los productos analizados. Con más de 1 millón de descargas, 4.9 estrellas en promedio (9.81 mil reseñas) y 10 años de evolución (publicada el 8 agosto de 2014, y actualizada por última vez el 11 de agosto de 2024), se posiciona como la más popular en su categoría. También destaca por no contener anuncios ni compras integradas, y su última versión tampoco recolecta datos personales (BTCO, 2024; Bruno Oliveira, 2024).

Esta aplicación posee múltiples modos de práctica:

- Relax: resolución de operaciones para desbloquear insignias.
- Anzan: uso del soroban de forma mental.

- Challenge y Custom Challenge: series de ejercicios configurables con temporizador.
- Free Mode: ábaco virtual.
- Un tutorial interactivo para el aprendizaje de las operaciones básicas de suma, resta, multiplicación y división.

A diferencia de muchas otras aplicaciones analizadas, Simple Soroban está en español, siempre y cuando el dispositivo esté configurado en dicho idioma.

### 2.2.2.2. Know Abacus

Diseñado y desarrollado por *Kittipong.M* mediante el framework *cocos2d-X-4.0*, *Know Abacus* es la segunda aplicación más popular en lo que respecta a la educación centrada en ábacos. Utiliza únicamente el ábaco japonés, posee más de 1 millón de descargas, 6.65 mil reseñas con un puntaje de 4.3 estrellas en promedio, y fue publicada el 10 de mayo de 2013 en Google Play Store, con su última actualización el 18 de agosto de 2024 (Kittipong.M, 2024a). A diferencia de *Simple Soroban*, la aplicación ofrece una experiencia de aprendizaje acotada en términos del rango numérico, ya que las operaciones (suma, resta, multiplicación y división) se limitan a resultados inferiores a cinco cifras.

Otro factor relevante en el análisis son las percepciones de los usuarios, según se evidencia en las reseñas de Google Play Store. En la misma, se expresan puntos de dolor respecto a la interfaz gráfica, la lentitud del programa, y por sobre todo, sus anuncios. Estos últimos están integrados, y la forma en que son desplegados han sido calificados como intrusivos por sus usuarios, aunque pueden ser omitidos pagando una única suma de 3 dólares dentro de la aplicación. Sin embargo, destaca en lo que respecta a su sistema de logros para cada operación aritmética, y por ser la única de las observadas en estar disponible en 8 idiomas distintos. Cabe aclarar que su traducción al español utiliza términos literales del inglés, lo que dificulta el entendimiento. Un ejemplo son las “Tablas de Tiempo” (la traducción literal de “*Times Tables*”), a pesar de que en español debería estar bajo el término “Tablas de Multiplicar” (Kittipong.M, 2024b).

### 2.2.2.3. Abacus Lesson

Abacus Lesson es otra aplicación centrada en el uso del ábaco japonés, y es la única desarrollada en el motor Unity, por el estudio japonés *Hirokuma.App*. Fue publicada el 21 de diciembre de 2021 en la tienda Google Play Store, cuenta con más de 100.000 descargas y ofrece un conjunto de funcionalidades básicas de forma gratuita, aunque requiere un pago aproximado de 5 dólares para desbloquear la versión completa (Hirokuma.App, 2024). Entre sus características se incluye un tutorial que explica la resolución de operaciones aritméticas, un sistema de logros en forma de trofeos y funcionalidades avanzadas disponibles únicamente pagando el producto.

### 2.2.2.4. Hamster Force Multimedia

Hamster Force Multimedia Ltd. es una compañía de Hong Kong centrada en software y juegos educativos (Hamster Force Multimedia Ltd, 2025b). Durante la investigación, se destacaron sus proyectos especializados en el aprendizaje autodidacta y el entrenamiento con ábaco. Posee una suite de aplicaciones disponibles para Android denominada “*Mental Abacus Tutorial App Series*”, separada en dos grandes categorías, una enfocada en ejercitación (*Mind Maths Trainer* x *Abacus Trainer*), y otra en tutoriales (*Mental Abacus* del 1 al 3) (Hamster Force Multimedia Ltd, 2025c).

Se distinguen por sobre otras de su rubro gracias a dos factores importantes en su modelo de negocio: En una parte, todas las aplicaciones son pagas, con un valor de entre 5 y 13 dólares (Hamster Force Multimedia Ltd, 2024), y por otra, la segmentación del contenido.

*Mental Abacus* es una serie de aplicaciones educativas que enseñan el uso del ábaco japonés paso a paso, desde operaciones sumas y restas simples, hasta multiplicación y división. La dificultad progresa de forma gradual: *Mental Abacus 1* cubre fundamentos de suma/resta, y versiones posteriores extienden a multiplicación, división y técnicas avanzadas, asegurando que el alumno construya una base sólida antes de avanzar. Cabe destacar que *Mental Abacus* no incorpora gamificación explícita en su contenido principal; se presenta más como un curso estructurado que como un juego debido a que no ofrece ejercitaciones, sino

guías para usuarios cuyos perfiles cumplan el rol de tutor y/o autodidacta (Hamster Force Multimedia Ltd, 2025d).

Por otro lado, *Abacus Trainer* adopta un enfoque centrado en la práctica activa y la retroalimentación inmediata. Está alineada con técnicas específicas del cálculo con ábaco a través de su generador de cuestionarios que ofrece variedad de opciones para ajustarse a distintos niveles de conocimiento (Hamster Force Multimedia Ltd, 2025a).

### **2.2.2.5. Misceláneas**

Dentro de esta categoría se ubica todo software que posee menos funcionalidades en lo que respecta a la enseñanza de aritmética básica usando un ábaco, en comparación con las anteriores. Esto se debe a que, más allá de un ábaco virtual, no brindan una estructura de aprendizaje guiado con la robustez que presentan los productos ya mencionados. Sin embargo, forman parte de la competencia.

Si se toman como conjunto, es posible encontrar funcionalidades que brindan un diferencial. Por ejemplo, “*Abacus*” de la compañía *Kids World* es la única aplicación de todas las analizadas en ofrecer distintas configuraciones de ábacos, tales como el ábaco chino (*suanpan*), el ábaco ruso (*schoty*), entre otros. Mientras tanto, *KoAbacus* posee una opción de personalización para ajustar la cantidad de ejes que tendrá su ábaco virtual.

Desde el punto de vista holístico, ofrecen otras perspectivas a la hora de complementar y enriquecer el ecosistema de aprendizaje digital. Aunque no lideran en términos de descargas, sus aportes específicos pueden considerarse valiosos dentro de una propuesta educativa más amplia y diversa.

A continuación se nombran todas las aplicaciones investigadas que caen dentro de dicha categoría: *Ábaco Vertical/Horizontal* (Rarepeak), *Abacus* (Makinsoft), *Abacus* (Kids World), *Abacus-Tutorials and Exercises*, *Abacus App*, *Digital Abacus* (Gopal & Rajesh), *KoAbacus*, *Touch Abacus* y *Mr.Abacus*. Todas se encuentran disponibles en la tienda Google Play Store.

### 2.2.3. Mercado Actual - Competencia Indirecta

La competencia indirecta de Abacuy la conforman aquellas soluciones que involucran la enseñanza de matemáticas a través de alternativas no tradicionales. Dentro de este grupo se pueden distinguir, principalmente, dos grandes categorías:

#### 1. Plataformas de práctica general:

- a. Kumon: Es un programa global de aprendizaje acelerado que propone paquetes de fichas de ejercicios diarios y un seguimiento individualizado para estudiantes desde jardín de infantes, hasta el secundario. Posee una red consolidada de centros en Buenos Aires, y otras provincias. Incluye enseñanza en el área de matemáticas, y refuerza la práctica sistemática promoviendo la autonomía del alumno. A pesar de no proveer un sistema centrado en el ábaco, continúa siendo un programa presencial de refuerzo matemático estandarizado con amplia cobertura nacional (Kumon América del Sur Instituto de Educación Ltda., [sin fecha]).
- b. Fundación Argentina María Montessori: *“El método Montessori se caracteriza por proveer un ambiente preparado: ordenado, estético, simple, real, donde cada elemento tiene su razón de ser en el desarrollo de los niños. El aula Montessori integra edades agrupadas en periodos de 3 años, lo que promueve naturalmente la socialización, el respeto y la solidaridad.”*. Abarca el aprendizaje desde los 3 años hasta los 18, posee sedes en múltiples provincias, e incluye currículos en varias áreas de estudio (incluyendo matemática) (Fundación Argentina María Montessori, [sin fecha]).
- c. Centros de clases particulares y academias de apoyo escolar: organizados en red, algunos usan su propia metodología, pero operan a escala local y sin una estandarización nacional.

#### 2. Plataformas de aprendizaje en línea (*e-learning*):

- a. Khan Academy: ofrece ejercicios interactivos y videos explicativos para

múltiples áreas de matemática, con un sistema de insignias y puntos que motiva al usuario a progresar. A su vez, es una organización sin fines de lucro que busca brindar educación gratuita de calidad, y se encuentra respaldada por diversos patrocinadores internacionales tales como *College Board*, *Bill and Melinda Gates Foundation*, *Bank of America*, entre otros (Khan Academy Inc, 2025).

- b. YouTube: los canales educativos en español, como *Matemovil*, *Math2me* y *Derivando* ofrecen explicaciones sobre numerosos temas matemáticos en forma gratuita. Estos pueden incluir contenido desde aritmética básica hasta cálculo avanzado.
- c. Plataformas de cursos en línea pagas (*Udemy*, *Coursera* en español, *Crehana*, etc.): Ofrecen videoclases y ejercicios descargables en español sobre matemáticas, al igual que las anteriores. Aunque no incluyen gamificación, le permiten al usuario acceder a contenidos avanzados bajo demanda y con certificación opcional.

## 2.2.4. Las 5 Fuerzas de Porter

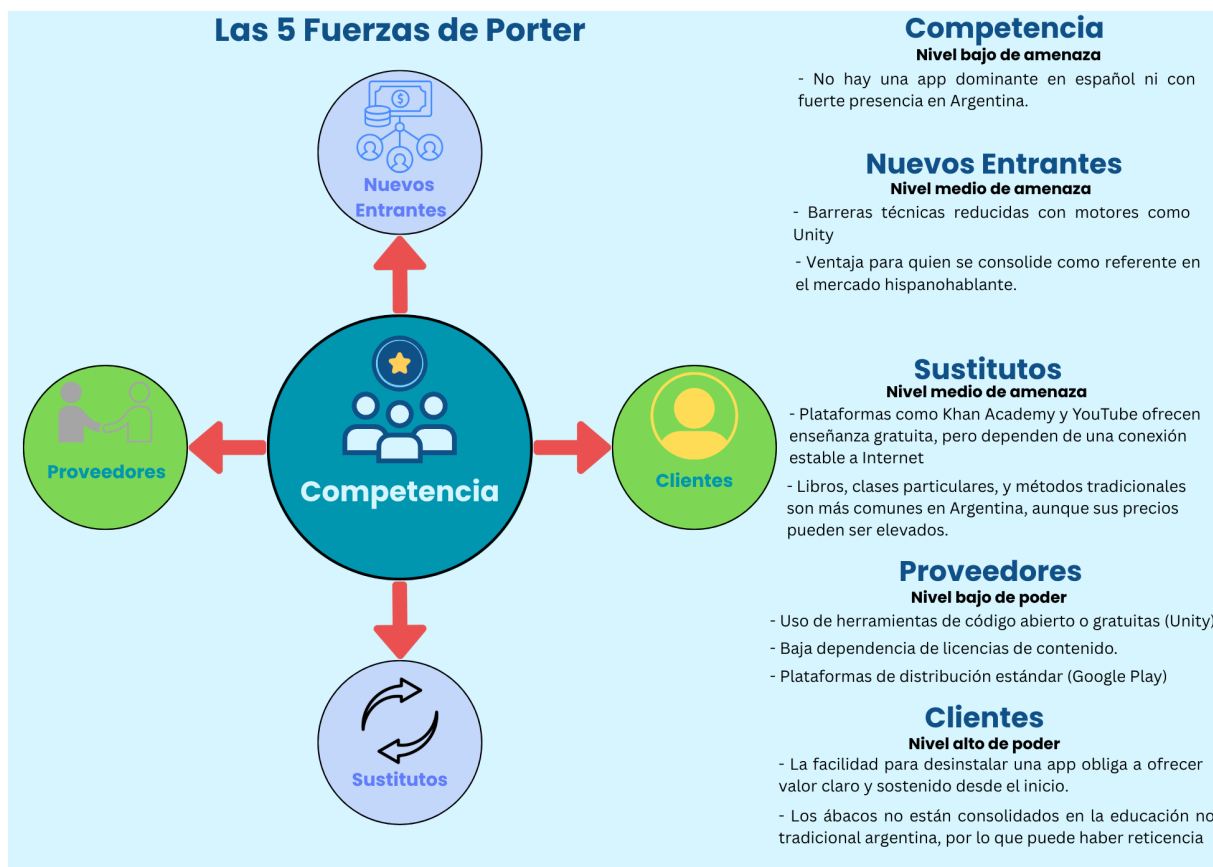


Figura 11: Las 5 Fuerzas de Porter - Fuente: Elaboración Propia

Gracias al análisis de las 5 Fuerzas de Porter, es posible evaluar el nivel de competitividad de Abacuy en el mercado de aplicaciones educativas para la enseñanza de matemáticas. Esto se logra estudiando el poder de negociación de los proveedores y clientes, el nivel de amenaza que presentan los proveedores, nuevos entrantes, y sustitutos, además de la rivalidad competitiva. El factor de medición para cada fuerza es una escala bajo, media y alta, respectivamente.

### 2.2.4.1. Baja Amenaza de Competencia

Aunque existen alternativas como *Simple Soroban* o *Abacus Lesson*, ninguna domina el segmento local ni ofrece la misma combinación de gamificación, soporte cultural y modos

de juego que propone Abacuy. Esto reduce la presión competitiva directa y permite que Abacuy se posicione como una opción de referencia.

#### **2.2.4.2. Media Amenaza de Nuevos Entrantes**

El desarrollo de aplicaciones móviles con motores como Unity no presenta barreras técnicas avanzadas. Sin embargo, crear una propuesta educativa sólida y validada pedagógicamente puede requerir inversión en investigación, pruebas de campo y alianzas institucionales. Por tanto, aunque el costo de entrada es moderado, la consolidación rápida de un producto creíble y de calidad le ofrece cierta protección a Abacuy.

#### **2.2.4.3. Media Amenaza de Productos Sustitutos**

Existen múltiples opciones gratuitas en lo que respecta al aprendizaje de matemáticas, desde Khan Academy y canales de YouTube, hasta métodos presenciales como Kumon, que compiten indirectamente. Aunque ninguna sustituye exactamente las técnicas de aprendizaje lúdico de Abacuy, la facilidad de acceso a contenidos online gratuitos y, el arraigo de los métodos tradicionales de enseñanza elevan la presión de sustitución.

#### **2.2.4.4. Bajo Poder de Negociación de los Proveedores**

Abacuy emplea, en lo posible, herramientas y licencias gratuitas (como Unity Personal), además de la posibilidad de distribuir el producto a través de plataformas estandarizadas como Google Play Store. Sin embargo, algunos insumos clave de proveedores especializados (tipografías, paquetes de sonidos o assets gráficos) pueden imponer precios rígidos y condiciones de licencia, lo que les otorga grados de poder de negociación. Aún así, al ser recursos puntuales y complementarios (no infraestructurales), ese poder se modera y se clasifica como medio.

#### **2.2.4.5. Alto Poder de Negociación de los Clientes**

Los clientes (estudiantes, docentes y familias) tienen a su disposición numerosas herramientas digitales y presenciales para reforzar el aprendizaje matemático, muchas de ellas sin costo. La facilidad para probar y descartar una aplicación significa que Abacuy debe demostrar valor desde el primer uso.

A su vez, el prestigio institucional y las recomendaciones de docentes juegan un papel decisivo en la adopción, por ende, los clientes decisores tienen un alto poder de negociación.

### 2.2.5. Análisis FODA

Dada la información presentada hasta el momento, sumado a datos obtenidos por el INDEC respecto al acceso y uso de tecnologías de la información y la comunicación en Argentina, se realizó también un análisis estratégico mediante la Matriz FODA para identificar las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del proyecto. Este análisis toma en cuenta tanto factores internos vinculados al producto, como aspectos del contexto tecnológico, educativo y cultural en Argentina, con especial énfasis en la viabilidad de Abacuy como herramienta de aprendizaje en dispositivos móviles.

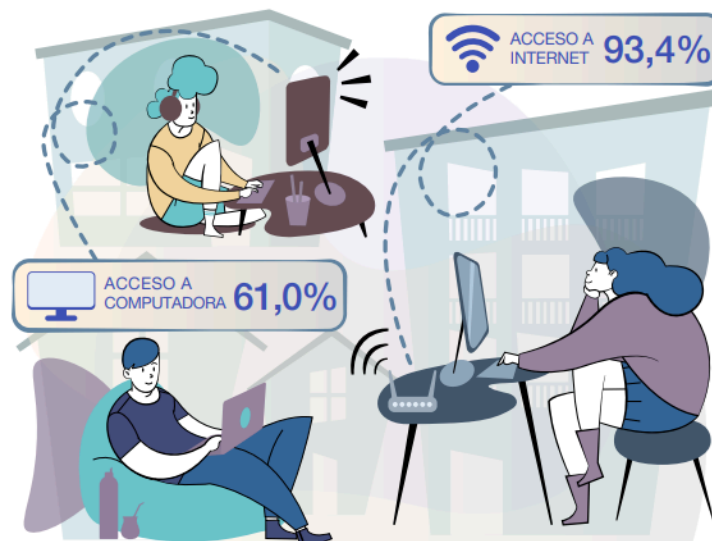


Figura 12: Hogares con acceso a computadora e Internet, total 31 aglomerados urbanos - Fuente: INDEC, 2024,

p. 3

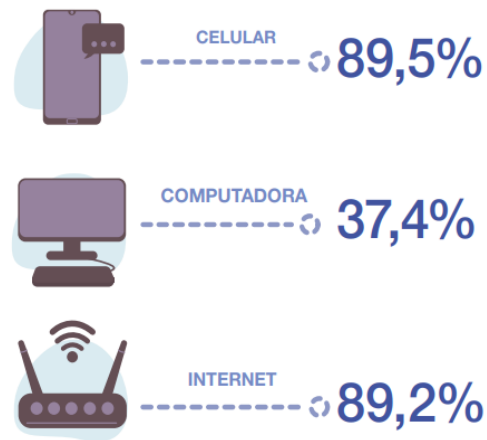


Figura 13: Población de 4 años y más, por utilización de bienes y servicios de las TIC, total 31 aglomerados urbanos - Fuente: INDEC, 2024, p. 3

Ambas figuras (12 y 13), fueron obtenidas gracias a la *Encuesta Permanente de Hogares* (EPH), realizada por INDEC, e indican el acceso al uso de tecnologías de la información y la comunicación, a lo largo de 31 aglomerados urbanos para múltiples regiones del territorio argentino (Gran Buenos Aires, Cuyo, Noreste, Noroeste, Pampeana y Patagonia). En el informe detalla lo siguiente:

*“Se presenta información básica sobre los accesos a computadora e Internet en los hogares urbanos, así como sobre el uso de telefonía móvil, computadora e Internet por las personas residentes en dichos hogares [...]. El objetivo de este módulo es relevar las características de acceso a tecnologías en hogares y su uso por parte de la población de 4 años y más.*

*En el cuarto trimestre de 2023, se registró que el 61,0% de los hogares urbanos tiene acceso a computadora (sean de escritorio, portátiles o tabletas electrónicas) y el 93,4%, a Internet (sea red fija o móvil). Estos valores representan, en relación con el año anterior, un incremento en el acceso al uso de Internet en los hogares y una disminución en el acceso al uso de las computadoras en los hogares. Además, los datos muestran que, en la Argentina, 90 de cada 100 personas usan teléfono celular y 89 de cada 100 utilizan Internet” (INDEC, 2024, p. 3).*

**Matriz FODA - Análisis Estratégico**

FACTORES INTERNOS DEL PROYECTO		FACTORES EXTERNOS DEL PROYECTO	
<b>Debilidades (-)</b>		<b>Amenazas (-)</b>	
<b>1</b>	Requiere tiempo de aprendizaje inicial para familiarizarse con el uso del ábaco	<b>1</b>	Prejuicios sobre la enseñanza no tradicional
<b>2</b>	Limitada presencia institucional o alianzas formales en su etapa de lanzamiento	<b>2</b>	Entidades educativas no suelen trabajar con videojuegos
<b>3</b>	No es un tipo de juego de uso masivo en Argentina	<b>3</b>	Los ábacos propuestos poseen baja adopción en Argentina, comparado con Asia
<b>Fortalezas (+)</b>		<b>Oportunidades (+)</b>	
<b>1</b>	Distinción por sobre otros videojuegos debido a su enfoque educativo	<b>1</b>	Gran cantidad de usuarios con dispositivos móviles
<b>2</b>	Estudios que refuerzan los beneficios que brinda la enseñanza con ábacos	<b>2</b>	Las aplicaciones móviles son de fácil distribución y uso, además de requerir bajos recursos de hardware
<b>3</b>	Fomenta la formación competitiva y de talento en disciplinas de tipo STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, y Matemáticas)	<b>3</b>	Los videojuegos tienen cada vez más adopción a nivel global

Figura 14: Matriz FODA - Fuente: Elaboración Propia

Entre las fortalezas más relevantes se destaca el enfoque pedagógico diferencial, respaldado por estudios que avalan el uso del ábaco en el desarrollo de habilidades matemáticas. En contrapartida, se reconocen desafíos asociados a la escasa masividad de esta metodología en Argentina y a la falta de alianzas institucionales en etapas iniciales. En cuanto a las oportunidades, se observa un contexto favorable por la alta penetración de dispositivos móviles y la creciente aceptación de los videojuegos como recurso educativo, como el caso de *Minecraft Education* (Microsoft, [sin fecha]). Sin embargo, persisten amenazas culturales como el escepticismo frente a métodos no tradicionales y la baja familiaridad del público local con el ábaco, en comparación con regiones como Asia. La matriz FODA, en conjunto con las 5 Fuerzas de Porter, permite identificar posibles estrategias de posicionamiento y diferenciación en el mercado educativo digital de Argentina.

### 2.2.6. Análisis de Océano Azul y Rojo

Kim y Mauborgne distinguen dos tipos de espacios de mercado: los denominados “*océanos rojos*”, que corresponden a las industrias existentes, y los “*océanos azules*”, que representan aquellas aún no creadas. En palabras de los autores: “*los océanos rojos representan a todas las industrias existentes en la actualidad. Es el espacio conocido del mercado. Los océanos azules representan a todas las industrias que no existen actualmente. Es el espacio desconocido del mercado*” (W. Chan Kim y Renée Mauborgne, 2005, p. 5).

El mercado de las aplicaciones educativas presenta actualmente características propias de un océano rojo, marcado por una alta competencia y una oferta extensa de productos orientados al aprendizaje en línea, y a través de aplicaciones. Existen numerosas plataformas y juegos educativos que abordan contenidos similares, diferenciándose principalmente por su diseño visual y modelos de negocio. En este contexto, las propuestas tienden a concentrarse en la enseñanza a bajo costo (*Simple Soroban*), lo que genera un entorno competitivo saturado y de bajo margen de diferenciación.

En contraposición, Abacuy busca desplazarse hacia un océano azul, explorando un espacio de valor poco explotado dentro del ámbito educativo argentino: la enseñanza mediante el uso del ábaco como instrumento híbrido entre lo lúdico y lo pedagógico, y ofreciendo múltiples tipos de licencias destinadas a reforzar competencias matemáticas en un entorno accesible e inclusivo para los estudiantes que asisten a escuelas de primario y secundario dentro de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

#### 2.2.6.1. Matriz ERIC

La matriz ERIC (Eliminar, Reducir, Incrementar y Crear) es una herramienta estratégica desarrollada por Kim y Mauborgne que le permite a las organizaciones crear una nueva curva de valor al cuestionar y rediseñar los factores sobre los que tradicionalmente compite una industria. Al responder qué aspectos deben eliminarse o reducirse por no aportar valor, y cuáles deben incrementarse o crearse por su potencial diferenciador, las empresas pueden lograr simultáneamente sobresalir y reducir los costos.

Esta matriz no solo favorece decisiones estratégicas más innovadoras y enfocadas, sino que también facilita su comprensión en todos los niveles de una organización, y obliga a evaluar críticamente los supuestos establecidos del sector (W. Chan Kim y Renée Mauborgne, 2005, pp. 50-52).

Para materializar esta diferenciación estratégica del producto, y redefinir su propuesta de valor frente a las soluciones existentes, se elaboró dicha matriz (ver Figura 15), para identificar los atributos que deben eliminarse, reducirse, incrementarse y crearse en relación con la competencia.

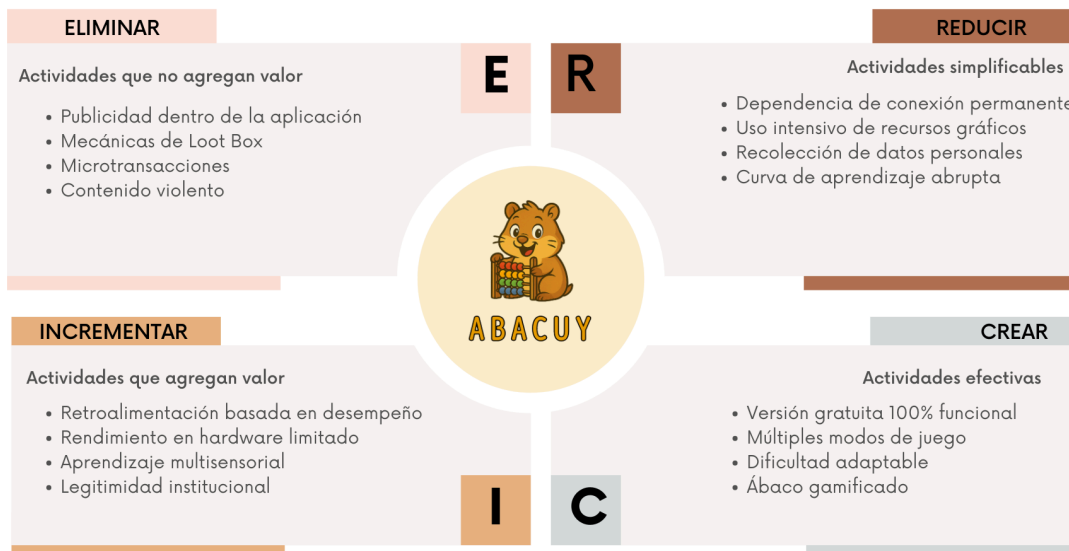


Figura 15: Matriz ERIC - Fuente: Elaboración Propia

- Eliminar
  - Se optó por eliminar prácticas que contradigan los principios de una aplicación educativa dirigida a menores de edad. La publicidad, las microtransacciones y las mecánicas de Loot Box son intrusivas, promueven hábitos de consumo inapropiados y pueden distraer o confundir al usuario. Además, el contenido violento, aunque común en otros géneros de videojuegos, no tiene lugar en un entorno que busca incentivar el aprendizaje de forma positiva, segura y pedagógica.
- Reducir

- Se busca minimizar todo aquello que pueda suponer una barrera para el acceso, la usabilidad o la ética del producto. La dependencia de conexión permanente es reducida para permitir el uso sin Internet, algo especialmente relevante en contextos de desigualdad digital. El uso excesivo de recursos gráficos puede comprometer el rendimiento en dispositivos de gama baja, por lo que se optimiza el diseño sin sacrificar la claridad. Asimismo, se reduce la recolección de datos personales para respetar la privacidad infantil. Por último, se simplifica la curva de aprendizaje inicial, evitando frustraciones tempranas y mejorando la retención de usuarios.
- Incrementar
  - La retroalimentación incentiva a la mejora continua del estudiante, mientras que incrementar el rendimiento del producto en hardware limitado refuerza la compatibilidad con celulares de todas las gamas. También se beneficia del aprendizaje multisensorial gracias a los diversos estímulos intrínsecos del ábaco (visuales, auditivos y táctiles) para elevar el entendimiento. Además, se busca fortalecer la legitimidad institucional a través de alianzas estratégicas con docentes, centros educativos y otras entidades, con el fin de aumentar la adopción y reputación del producto.
- Crear
  - Una versión gratuita totalmente funcional permite expandir la barrera de entrada hacia nuevos usuarios, mientras que los múltiples modos de juego (tutoriales, modo aventura, multijugador, rondas rápidas) ayudan a mantener el interés y brindan opciones diferentes en base a distintos estilos de aprendizaje. El módulo dificultad adaptable asegura una experiencia personalizada con el objetivo de evitar puntos de dolor durante la práctica. Finalmente, el uso de un ábaco gamificado introduce una herramienta pedagógica tradicional (en Asia) dentro de un entorno digital moderno, integrando juego y aprendizaje.

### 2.2.7. Cuadro Comparativo

TABLA VIII: Cuadro comparativo (✓ = Presente, ○ = Parcial y ✗ = Ausente)

Características	Abacuy	Simple Soroban	Know Abacus	Abacus Lesson	Mental Abacus 1-3	Khan Academy
<b>Tipos de Ábacos</b>	Soroban & Suanpan	Soroban	Soroban	Soroban	Soroban	✗
<b>Ábaco Virtual</b>	✓	✓	✓	✓	○	✗
<b>Modo Aventura</b>	✓	✓	○	○	○	✗
<b>Práctica Cronometrada</b>	✓	✓	✓	✓	✗	✗
<b>Ábaco Invisible</b>	✓	✓	✗	✓	✗	✗
<b>Modo Duelo</b>	✓	✗	✗	✗	✗	✗
<b>Métricas Detalladas</b>	✓	○	○	○	✗	✓
<b>Funcionamiento Fuera de Línea</b>	✓	✓	○	✓	✓	✗
<b>Libre de Anuncios</b>	✓	✓	○	✓	✓	✓
<b>Idioma Español</b>	✓	✓	○	○	✗	✓
<b>Modelo de Negocio</b>	Videojuego Comercial	Videojuego No Comercial	Videojuego Comercial	Videojuego Comercial	Videojuego Comercial	Servicio No Comercial

Fuente: Elaboración Propia

### **2.2.8. Conclusión - Estado del Arte**

El análisis del Estado del Arte permite concluir que, si bien existen ofertas de propuestas educativas no tradicionales, tanto gratuitas como pagas, ninguna integra de forma articulada una serie de componentes clave: métricas de seguimiento, modos de juego diversos, y un enfoque didáctico estructurado que contemple el contexto argentino. Estas características, cuando aparecen, suelen estar fragmentadas o dirigidas a mercados globales sin atención específica a las particularidades regionales.

Por otra parte, tanto la competencia directa (otras aplicaciones educativas con enfoque lúdico) como la competencia indirecta (plataformas de *e-learning* y servicios de apoyo escolar) presentan limitaciones importantes: no utilizan el ábaco como recurso didáctico central, ni ofrecen una solución de bajo costo y accesible sin conexión.

En este escenario, Abacuy se perfila como una alternativa pedagógica diferencial; al proponer una aplicación nativa en español, con diseño gamificado, fundamentación didáctica adaptada al entorno educativo local, lo cual representa una oportunidad concreta de innovación en el ámbito de la enseñanza en la región.

## **2.3. User Research**

Con el fin de validar la problemática identificada, se realizaron encuestas y entrevistas como método de investigación directa para la recolección de datos tanto cuantitativos, como cualitativos.

La encuesta tuvo un enfoque cuantitativo, alcanzó un total de 155 participantes y se encuentra disponible en el Anexo B. El tamaño de la muestra se debe a la necesidad de representar equitativamente a los diferentes grupos etarios, además de mantener un margen de error y nivel de confianza adecuado. Sus preguntas estuvieron orientadas a relevar percepciones sobre el aprendizaje de matemática, la calidad de la educación en Argentina y el conocimiento del ábaco como herramienta de enseñanza.

Complementariamente, se llevaron a cabo entrevistas estructuradas a individuos con experiencia en la docencia dentro del país (disponibles en el Anexo A), con el objetivo de obtener una perspectiva cualitativa sobre el estado de la educación y los recursos de aprendizaje.

A partir del análisis de ambas fuentes, se construyeron perfiles arquetípicos de usuarios en la subsección User Persona, con el objetivo de guiar el diseño conceptual, el desarrollo de funcionalidades clave y la definición de criterios de validación.

### **2.3.1. Entrevistas**

Dentro del proceso de investigación cualitativa, se entrevistó a dos docentes con amplia trayectoria en distintos niveles del sistema educativo argentino. El objetivo fue conocer, desde la experiencia directa, las principales dificultades que enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de matemática, así como explorar la percepción sobre el uso de herramientas didácticas no tradicionales, como el ábaco.

En la primera entrevista participó una persona de identidad anónima con 40 años de experiencia en la docencia universitaria, habiendo dictado materias del área contable en instituciones como la Universidad de Buenos Aires (UBA), la Universidad Argentina de la

Empresa (UADE) y el Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA). Su testimonio permitió reflexionar sobre la brecha entre el egreso del nivel secundario y las exigencias del nivel superior, particularmente en lo relativo al dominio de la aritmética básica y el razonamiento lógico.

La segunda entrevista fue con una docente de nivel secundario, recientemente jubilada, con trayectoria en escuelas públicas y privadas de la Provincia de Buenos Aires. Su aporte permite comprender los cambios que ha experimentado el sistema educativo en las últimas décadas y su impacto en la motivación, atención y rendimiento del alumnado.

Ambas entrevistas señalan un bajo dominio de la aritmética básica al finalizar la escuela secundaria y una fuerte dependencia de la calculadora, lo que obliga a los docentes universitarios a retomar contenidos elementales y limita las trayectorias académicas posteriores. También describen un deterioro en la exigencia y en el tiempo efectivo de estudio, especialmente en el sector público, acompañado por desinterés, baja tolerancia a la frustración y dificultades para sostener la atención en clases extensas. A la vez, las dos personas entrevistadas destacan el potencial de los recursos lúdicos y tecnológicos (juegos, dinámicas competitivas y aplicaciones interactivas) para captar el interés del estudiantado.

El ábaco aparece como un instrumento conocido pero prácticamente ausente de la práctica escolar local; se lo percibe como una herramienta útil para el desarrollo del cálculo y del razonamiento si se introduce en la niñez, aunque no ha sido incorporado de forma sistemática en el sistema educativo argentino. Estos testimonios permiten afinar el diagnóstico de la problemática y respaldan la pertinencia de una propuesta que combine videojuego, práctica de aritmética básica y uso del ábaco como recurso didáctico.

### **2.3.1.1. Conclusión General de las Entrevistas**

Ambas entrevistas se realizaron entre mayo y junio de 2025, fueron transcritas con el consentimiento de las personas entrevistadas y se incluyen en el Anexo A. Los testimonios coinciden en señalar una brecha entre los conocimientos matemáticos que se espera al finalizar la escuela secundaria y los que los estudiantes efectivamente demuestran, especialmente en aritmética básica y razonamiento lógico.

También destacan dificultades vinculadas a la motivación, la atención y el tiempo de estudio, así como el potencial de recursos lúdicos y tecnológicos (entre ellos el ábaco) para favorecer el compromiso con la materia.

### **2.3.2. Encuesta: Educación Matemática y Uso del Ábaco**

Se encuestó a un total de 155 personas, con una distribución demográfica variada. Aproximadamente un tercio (32.3%) de la muestra tiene entre 16 y 25 años, otro tercio (32.9%) entre 26 y 40, y el resto más de 40 años. La mayoría, compuesta por el 82%, reside en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el Área Metropolitana de Buenos Aires, un 15.5% en el interior del país y el resto del extranjero (2.6%).

Predominan las respuestas de participantes femeninos, conformando el 57.4% , y una minoría del 1.3% fue compuesta por público no binario. El 89.7% cuenta al menos con educación secundaria completa, el 62.6% posee estudios universitarios (completos o en curso), y una fracción minoritaria del 9.7% con estudios de posgrado. Esta variedad de edades, ubicaciones y niveles educativos aporta a la encuesta una visión amplia a la hora de brindar datos cuantitativos a la investigación.

Si bien en términos geográficos la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) forma parte del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), en la encuesta ambas opciones se presentaron por separado. Sin embargo, la posible ambigüedad no afectó el resultado final de la investigación.

#### **2.3.2.1. Actitud Hacia la Matemática y Desempeño Percibido**

Se exploró cómo se sienten los encuestados respecto a la matemática y cómo evalúan su propio desempeño en esa materia:

- Agrado hacia la matemática.

Aproximadamente el 59% de los encuestados afirmó que *“le gusta”* la matemática, mientras que casi un 29% se mostró indiferente (*“no me gusta ni*

*disgusta*”) y un 12% dijo “*no me gusta*”. Es decir, alrededor de 6 de cada 10 personas encuestadas tienen una actitud positiva hacia la matemática, mientras que 1 de cada 10 reportó rechazo por la misma.

- Desempeño auto-reportado.

La mitad exacta de los participantes (50%) considera que “*se le daba bien*” la matemática en sus estudios, logrando buen desempeño. Un tercio (32%) evaluó su rendimiento como “*más o menos (ni bien ni mal)*”, y el 18% admitió que “*le costaba*” o tuvo dificultades en matemática durante su formación.

Estos resultados indican una correlación entre el agrado por la matemática y la percepción del propio desempeño. Entre quienes señalan que no les gusta la asignatura, predominan los casos de rendimiento regular o bajo: el 59% de quienes estudiaron en el país y residen en Argentina refiere haberse enfrentado a obstáculos frecuentes. Asimismo, se observa que quienes declaran que la matemática les gusta, reportan resultados académicos positivos.

En conjunto, los datos permiten plantear la hipótesis de que niveles más elevados de interés o motivación hacia la matemática se asocian con mejores experiencias de aprendizaje, mientras que una menor disposición podría vincularse con mayores dificultades.

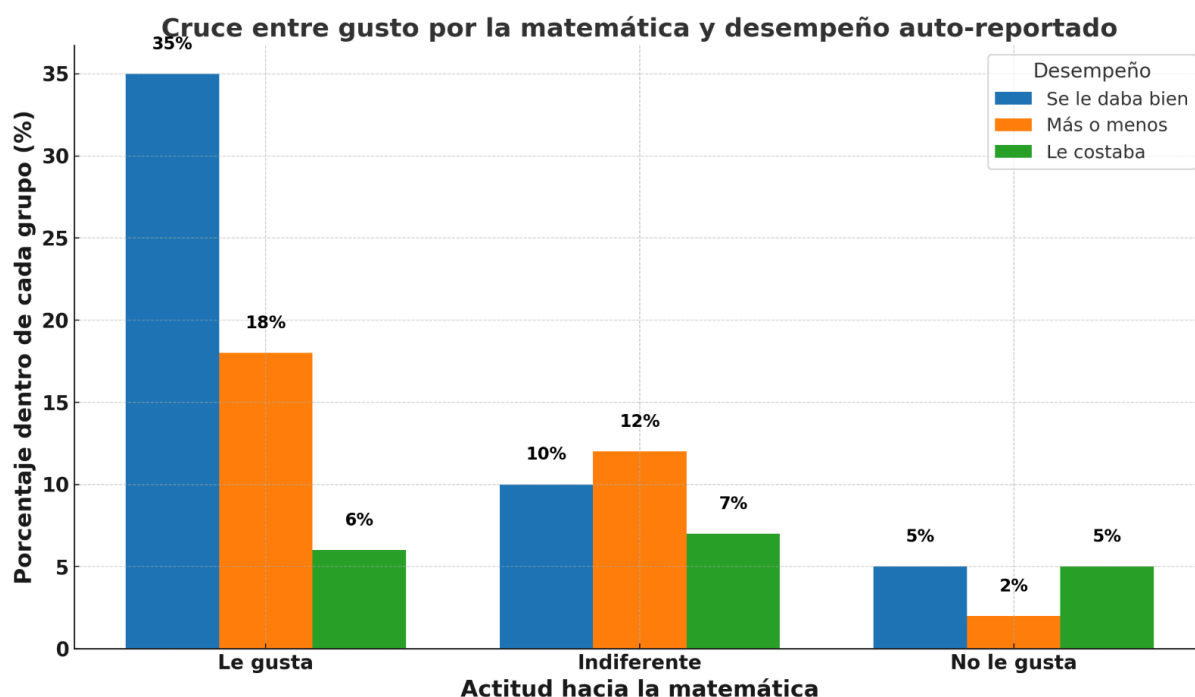


Figura 16: Cruce entre actitud hacia la matemática y desempeño auto-reportado (% dentro de cada grupo) -

Fuente: Elaboración Propia

La Figura 16 muestra la distribución porcentual del desempeño auto-reportado dentro de cada categoría de actitud hacia la materia. Entre quienes manifestaron agrado por la matemática, la mayor proporción indicó que “*se le daba bien*” (35%), seguida por quienes se consideraron con un desempeño regular (18%) y, en menor medida, por quienes tuvieron dificultades (6%). En el grupo “*indiferente*”, los porcentajes se distribuyen de forma más equilibrada: 12% reportó desempeño regular, 10% positivo y 7% con dificultades.

Por último, entre quienes declararon “*no gustar*” de la matemática, las respuestas se concentraron en extremos bajos: 5% indicó buen desempeño, 2% desempeño regular y otro 5% manifestó dificultades.

### 2.3.2.2. Percepción de la Enseñanza Matemática en Argentina

Se indaga cómo evalúan los encuestados la enseñanza de matemática en Argentina, tanto en comparación con otros países, como en cuanto al nivel de conocimientos con el que egresan los estudiantes de la escuela secundaria:

- Comparación internacional.

Aproximadamente el 73% respondió “no noto grandes diferencias / no sabría decir” respecto a la enseñanza de la matemática en comparación con otros países, es decir, no están seguros de cómo se posiciona Argentina en la enseñanza de matemática a nivel global, o no lo consideran significativo. Entre quienes sí opinaron, se observa que el 17% considera que la enseñanza de matemática en Argentina es “peor que en otros países”, mientras que el 10% la considera “mejor que en otros países”. Por lo tanto, las opiniones reflejan que un mayor número de personas percibe un rezago de Argentina en matemática respecto del mundo, frente a los que no. Sin embargo, predomina la ausencia de una valoración clara comparativa.

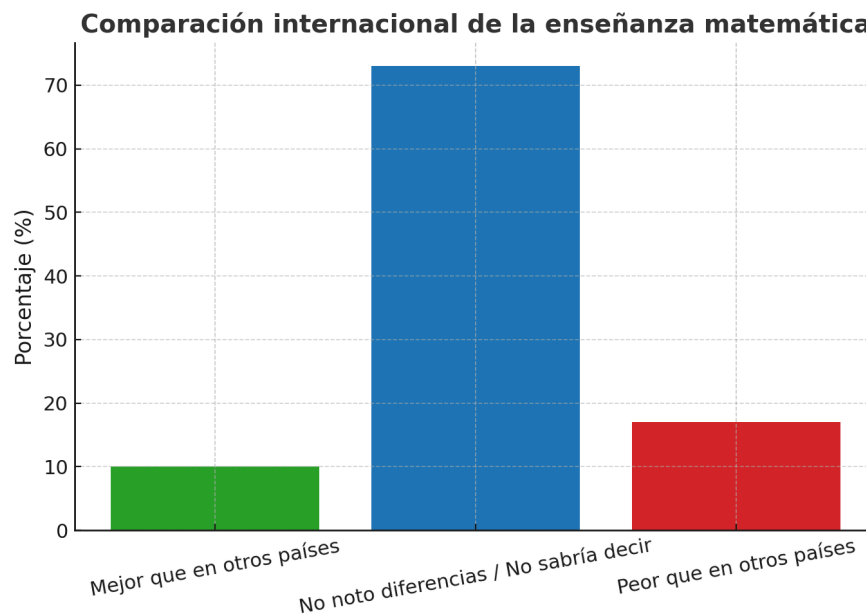


Figura 17: Comparación internacional de la enseñanza matemática - Fuente: Elaboración Propia

- Nivel al finalizar la secundaria.

Los resultados reflejan una percepción mayoritaria de bajos niveles de conocimiento matemático al finalizar la educación secundaria. Casi dos tercios de los encuestados (63%, 95 personas) opinaron que dicho nivel “les parece bajo, con muchas dificultades”. Un 35% (53 personas) lo calificó como “aceptable, de nivel intermedio”. Por otro lado, el 1% de las personas (de 150 que estudian y viven en el

país) creen que los estudiantes terminan la secundaria con un nivel “alto, con buen dominio de los contenidos”.

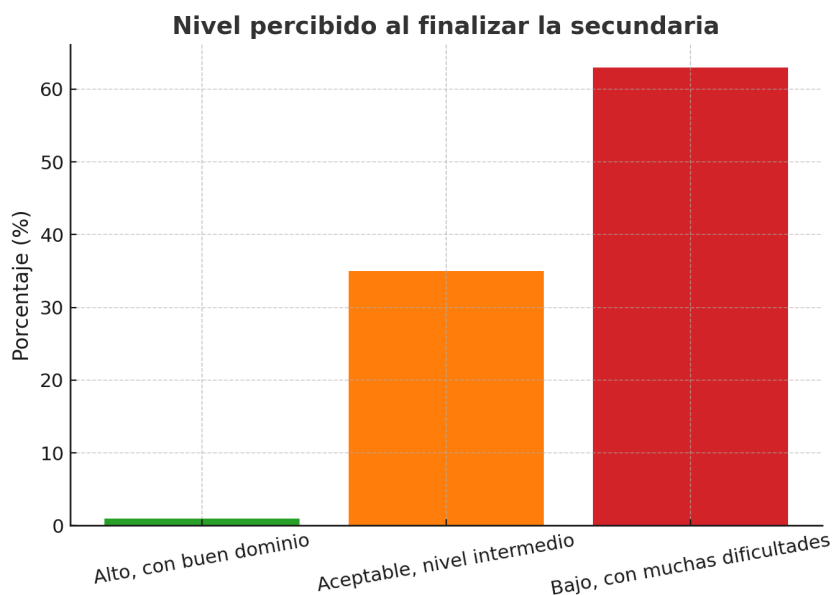


Figura 18: Nivel de conocimientos matemáticos percibido al finalizar la escuela secundaria (cantidad de respuestas por categoría) - Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Figura 18, la mayoría percibe deficiencias en el conocimiento matemático de los graduados del nivel secundario, lo que sugiere una preocupación generalizada por la eficacia de la enseñanza actual. Prevalece la opinión de que los alumnos egresan con dificultades en matemáticas, o con un nivel intermedio. Este dato indica una posible necesidad de mejoras desde la perspectiva de la muestra.

En línea con el panorama previamente descrito, la mayoría de los participantes manifestó estar a favor de realizar cambios en la enseñanza de la matemática en las escuelas argentinas. Como se observa en la Figura 19, a la pregunta de “en qué medida sería necesario modificar la enseñanza actual”, el 94% respondió que algún cambio es necesario.

En detalle, la mitad de la muestra (49%, 74 personas) cree que “podrían hacerse algunos cambios”, mientras que un porcentaje mayoritario (45%, 67 personas) afirma que “debería modificarse bastante o en profundidad”. Un 6% (9 encuestados) “no considera necesario cambiarla” y está conforme con el estado actual.

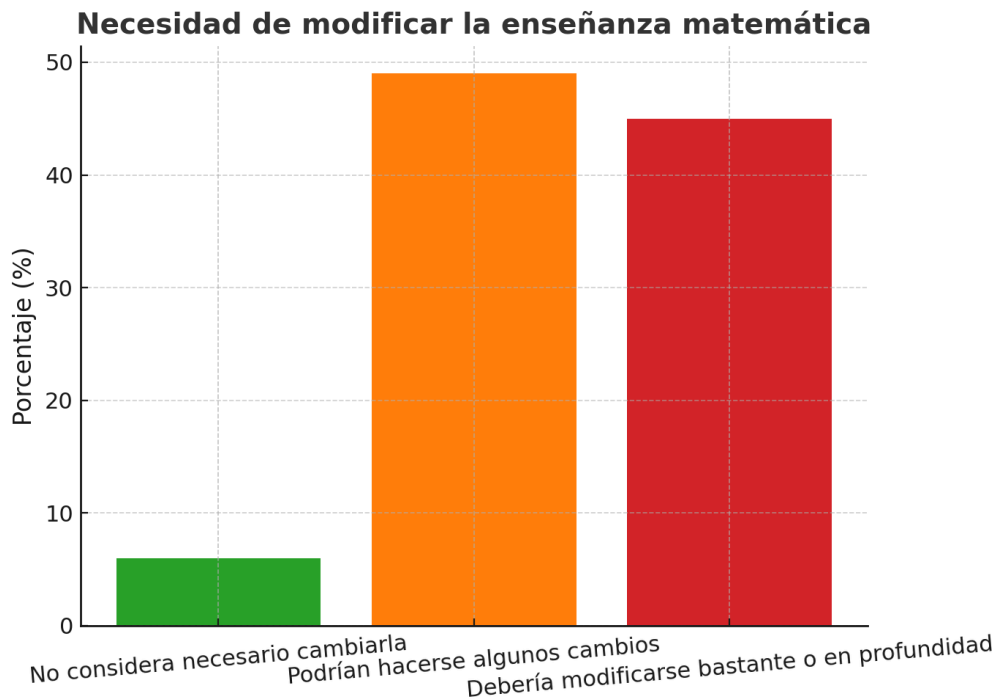


Figura 19: Necesidad de modificar la enseñanza - Fuente: Elaboración Propia

La mayoría de las respuestas apuntan hacia una demanda de reformas en la enseñanza de matemática: aproximadamente 9 de cada 10 personas encuestadas considera necesario implementar modificaciones en la metodología o el enfoque actual, muchas de ellas en profundidad. Existe, por tanto, una disposición hacia la introducción de nuevas herramientas o técnicas que busquen mejorar la enseñanza de matemática en el país.

### 2.3.2.3. Conocimiento y Uso del Ábaco

En el contexto de herramientas alternativas de enseñanza, la encuesta exploró el grado de familiaridad con el ábaco entre los participantes, dado que el proyecto se orienta a “gamificar” la enseñanza con este instrumento. Los resultados revelan que, si bien la mayoría conoce qué es un ábaco, una minoría la ha utilizado en la práctica.

- Conocimiento del ábaco.

El 74% de los encuestados (111 personas) respondió “Sí” a la pregunta “¿Sabés qué es un ábaco?”, evidenciando familiaridad conceptual con el instrumento.

No obstante, un 26% (39 personas) indicó no saber qué es un ábaco. Adicionalmente, dentro del grupo etario comprendido entre 16 y 25 años, el 43.75% afirmó no saber qué es un ábaco (21 personas), lo que representa la mayor proporción de desconocimiento entre todos los grupos (Figura 20).

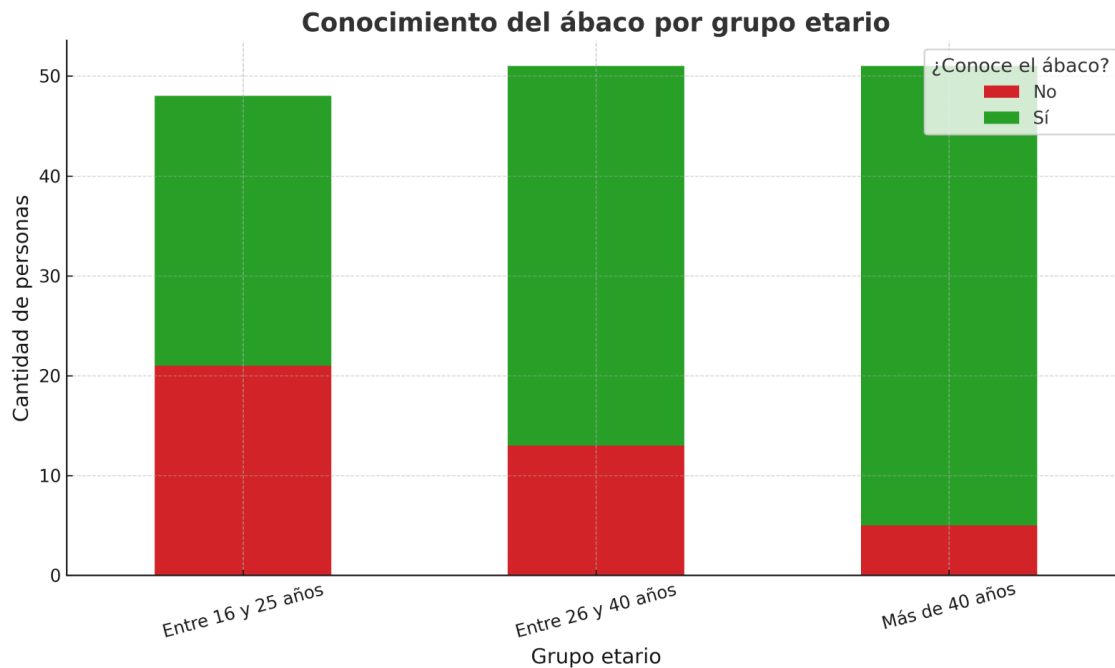


Figura 20: Cantidad de encuestados que conocen el ábaco y su grupo etario correspondiente - Fuente: Elaboración Propia

- Experiencia de uso.

El 24% de todos los encuestados (36 personas) ha usado personalmente un ábaco alguna vez, y el 76% restante nunca lo ha utilizado. Por ende, 3 de cada 4 personas no posee experiencia práctica con el ábaco, aunque el 74% sabe qué es. Esto refleja que para las nuevas generaciones, el ábaco no forma parte del conjunto de conocimientos educativos en la escuela tradicional y en el hogar promedio.

En la Figura 21 se ilustran ambas proporciones. Este hallazgo sugiere una oportunidad: existe un terreno por explorar en la introducción del ábaco a nuevas generaciones que no lo usaron durante su formación.

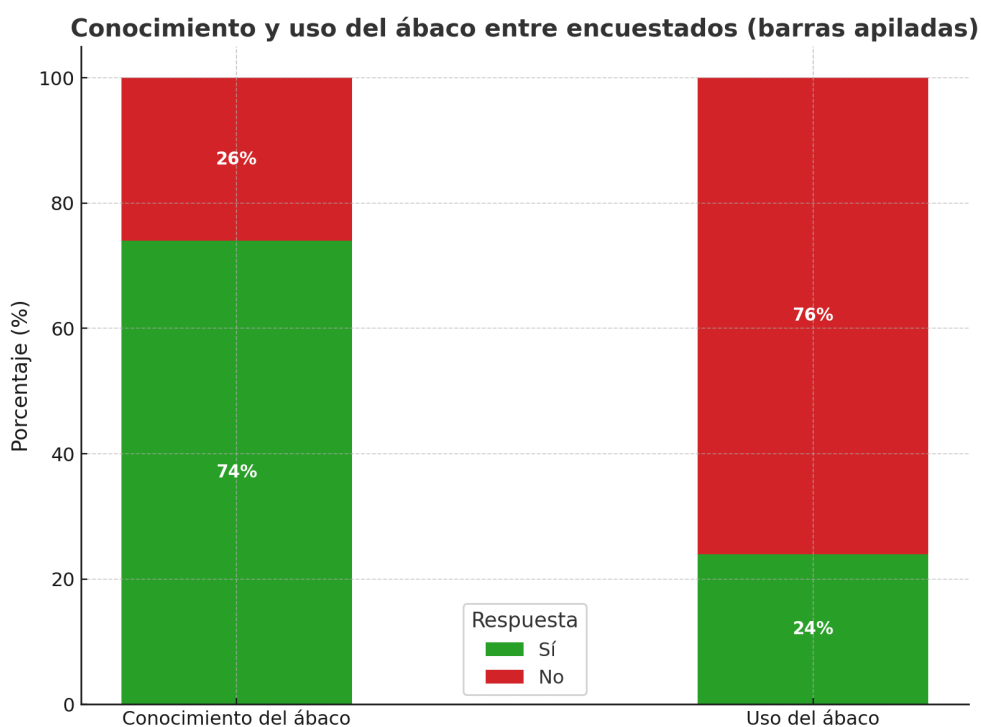


Figura 21: Proporción de encuestados que conocen el ábaco y su grupo etario correspondiente - Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.2.4. Experiencia de los Usuarios de Ábaco

Esta subsección profundiza sobre el subgrupo de 36 encuestados que admitieron tener experiencia con el ábaco, para entender cómo y con qué resultado lo utilizaron:

- Contexto de aprendizaje.

De los 36 encuestados, la mayoría aprendió a usar el ábaco en la escuela (22 personas, aproximadamente el 61%). Un 28% (10 personas) lo aprendió en el hogar, mientras que alrededor del 11% (4 personas) fueron autodidactas y aprendieron por su cuenta. Es decir, la escuela ha sido históricamente la vía principal de contacto con el ábaco para quienes lo conocen, seguida del entorno familiar. La transmisión autodidacta o extracurricular ha sido menor.

- Ámbitos de uso.

Aproximadamente 25 de los 36 usuarios mencionan haber usado el ábaco “*en la escuela*”, ya sea durante la primaria o en algún taller. Una proporción menor (11 personas) también lo empleó “*en su casa*”, reforzando la idea de una práctica doméstica pero no generalizada. La minoría dio uso del ábaco en “*forma autodidacta*” (aquellos 4 aprendices independientes). Cabe notar que algunos encuestados reportan múltiples contextos (ej. primero en la escuela y luego en casa), por lo que la suma excede 36; esto indica que quienes optaron por el instrumento lo utilizaron en diversos ámbitos.

- Comparativa de dificultad (ábaco vs lápiz y papel).

Se le pidió a los usuarios con experiencia previa (36 personas) que comparen qué tan difícil o fácil les resultaba calcular con el ábaco frente a los métodos tradicionales de lápiz y papel. Un 31% (11 personas) afirmó: “*me resultó más fácil con el ábaco*”. Mientras tanto, otro 31% (11 personas) no notó diferencias, es decir, “*les resultó igual de fácil o difícil*” que el método convencional. Un grupo menor, el 11% (4 personas), encontró el ábaco más difícil que el método de lápiz y papel. Finalmente, un 28% (10 personas) respondió “*no recuerdo*”.

En conjunto, quienes sí recuerdan su uso, los resultados se inclinan a que el ábaco fue igual o más sencillo que los cálculos tradicionales, lo cual sugiere un potencial didáctico: al menos para una parte, el ábaco puede facilitar el cálculo aritmético.

- Utilidad percibida.

Se preguntó a los usuarios qué tan útil consideran el ábaco para el aprendizaje de la matemática. Las respuestas de este grupo fueron mayoritariamente favorables: 15 personas (42% de los usuarios) lo califican “*muy útil*”, 20 personas (56%) lo ven “*medianamente útil*”, y solo 1 persona (3%) indicó “*es poco útil*”. Ninguno de los encuestados con experiencia previa dijo que el ábaco careciera totalmente de utilidad.

En otras palabras, la mayoría de las personas que han usado un ábaco reconocen algún valor educativo en él, y cerca de la mitad opinan que es beneficioso como herramienta de aprendizaje.

- Inclusión en la currícula escolar.

Dos tercios de los usuarios de ábaco (67%, 24 personas) consideran que *“el uso del ábaco debería incluirse en el contenido escolar”*. Este apoyo mayoritario sugiere que quienes están familiarizados con el instrumento, ven mérito en incorporarlo formalmente en la enseñanza. Un 28% (10 personas) respondió *“no tengo una opinión definida o depende”*, mientras que 2 personas de 36 (alrededor del 6%) se manifestaron en contra, diciendo que *“no debería incluirse”* el ábaco en el contenido escolar. En promedio, la percepción general de los conocedores del ábaco es positiva hacia su adopción en las aulas.

### **2.3.2.5. Conclusión General de la Encuesta**

Los resultados de la encuesta nuevamente evidencian una percepción generalizada de debilidades en la formación matemática al finalizar la secundaria, así como una disposición a reformar su enseñanza. Si bien la mayoría manifestó interés por la materia, se observó una correlación entre la actitud positiva y el desempeño percibido.

En cuanto al ábaco, aunque su uso práctico fue limitado, especialmente entre los más jóvenes, predominó la creencia de que podría tener valor pedagógico. En este contexto, su incorporación mediante propuestas lúdicas o gamificadas aparece como una alternativa potencialmente relevante dentro de las estrategias de innovación didáctica.

### **2.3.3. User Persona**

A partir del análisis de la información obtenida a lo largo del User Research, se definieron cuatro *“User Personas”* distintivos, es decir, individuos arquetípicos de un producto o servicio (Anvari *et al.*, 2017, p. 325). Cada arquetipo posee cualidades, objetivos, frustraciones, motivaciones e intereses propios, y funciona como herramienta para identificar los potenciales clientes, tanto usuarios consumidores como decisores.



**MATEO PADILLA**

**EDAD: 12**

**UBICACIÓN: FLORES**

**SOBRE MATEO**

Mateo está terminando la primaria. Le cuesta seguir el ritmo en matemática, sobre todo al resolver operaciones largas o problemas con mucho texto. Siente ansiedad cuando hay cuentas, pero con explicaciones claras y ejemplos prácticos logra avanzar. Quiere empezar el secundario con más seguridad.

**OBJETIVOS**

- No quedarse atrás en las clases
- Tener tiempo para divertirse
- Terminar ejercicios sin ayuda

**INTERESES**

- Videojuegos creativos como Minecraft
- Armar cosas con sus manos
- Jugar con sus amigos

**MOTIVACIONES**

- Sorprender a sus familiares y amigos con lo que aprende
- Superar desafíos como en los videojuegos
- Demostrar que es inteligente

**FRUSTRACIONES**

- Le cuesta pedir ayuda porque tiene miedo de sonar "tonto".
- Se bloquea cuando algo le parece complicado.
- Que el secundario sea muy difícil

**Características:** Imaginativo, Espontáneo, Amable

Figura 22: User Persona 1 - Fuente: Elaboración Propia



**NICOLÁS ESPÓSITO**

**EDAD: 17**

**UBICACIÓN: LANÚS**

**SOBRE NICOLÁS**

Nicolás es un adolescente en su último año del secundario. Posee discalculia, por lo que le cuesta el ritmo de aprendizaje escolar, y lo sufrió aún más en la pandemia, pero con ayuda de docentes y familiares está logrando grandes avances. Ahora muestra interés en seguir una carrera para continuar sus estudios.

**OBJETIVOS**

- Encontrar su vocación
- Vencer su ansiedad hacia las matemáticas
- Ser una persona independiente

**INTERESES**

- Videojuegos
- Universo Cinemático de Marvel
- Cómic de Spiderman
- Fanático de Racing

**MOTIVACIONES**

- Ayudar a las personas
- Las historias de superación
- No dejarse vencer por sus dificultades de aprendizaje

**FRUSTRACIONES**

- Tiene a evitar situaciones que involucren números y cálculos.
- Depende mucho de una calculadora para hacer cuentas
- Baja autoestima académica

**Características:** Perspicaz, Empático, Neurodivergente

Figura 23: User Persona 2 - Fuente: Elaboración Propia

**VALENTINA MÁRQUEZ**



**EDAD: 20**  
**UBICACIÓN: CABA**

**SOBRE VALENTINA**

Valentina vive con su mejor amiga en un departamento en el barrio de Almagro. Da clases particulares de matemática para alumnos de primaria, pero se dedica a estudiar para su carrera. Tiene una beca completa de Lic. en Biotecnología en UADE.

**OBJETIVOS**

- Graduarse con honores
- Dedicarse al área de investigación
- Convertirse en una mujer STEM

**INTERESES**

- Aprender japonés
- Influencers de YouTube
- Novelas románticas
- La ciencia y tecnología
- La cultura japonesa

**MOTIVACIONES**

- Ser el cambio que quiere ver en el mundo
- Vivir una vida sana
- El feminismo

Autodidacta


Analítica      Paciente

**FRUSTRACIONES**

- Que las “ciencias duras” sean vistas como algo rígido, difícil y aburrido.
- Cuando dicen que las materias técnicas no permiten la creatividad
- Se da cuenta que la matemática está mal enseñada en los colegios.

Figura 24: User Persona 3 - Fuente: Elaboración Propia

**LAURA BENAVIDEZ**



**EDAD: 47**  
**UBICACIÓN: CASEROS**

**SOBRE LAURA**

Laura es una mujer de 45 años comprometida con la educación. Es madre, docente y se involucra activamente en el aprendizaje de la juventud. La matemática nunca fue su fuerte, pero entiende su valor.

**OBJETIVOS**

- Mejorar el aprendizaje de matemática en los chicos.
- Incorporar herramientas didácticas efectivas.
- Le interesa fomentar el razonamiento y las metodologías modernas de enseñanza

**INTERESES**

- Educación de calidad para sus hijos y alumnos
- Herramientas educativas visuales y prácticas
- Interés por el desarrollo emocional y la autoestima de los chicos

**MOTIVACIONES**

- Ver progreso real en el aprendizaje de los chicos
- Encontrar soluciones de aprendizaje que funcionen
- Contribuir a una educación más moderna y efectiva actualizando los metodos tradicionales.

Cálida

Curiosa      Pragmática

**FRUSTRACIONES**

- Bajo nivel de matemática en los chicos al egresar del colegio.
- Falta de interés y atención de los estudiantes.
- Siente que las herramientas actuales no conectan con las necesidades ni con la forma de aprender de los estudiantes de hoy.

Figura 25: User Persona 4 - Fuente: Elaboración Propia

### 3. Descripción

En esta sección se presenta el desarrollo de la solución, abarcando los procedimientos seguidos, además de las decisiones técnicas y legales adoptadas para la realización del proyecto. Esto incluye el análisis funcional, la arquitectura del sistema, y los aspectos relacionados al modelo de negocio del producto.

#### 3.1. Análisis Funcional

El análisis funcional tiene por finalidad describir de manera concisa las funcionalidades que el sistema debe ofrecer, y cómo responde ante ellas. Más específicamente, se presentan los requerimientos de Abacuy, con el objetivo de asegurar que la solución propuesta se ajuste a las necesidades educativas y sienta las bases para su diseño e implementación.

##### 3.1.1. Requerimientos del Sistema

Según la norma ISO/IEC/IEEE 29148:2018, los requerimientos funcionales describen las funciones o tareas que el sistema o sus elementos deben ejecutar, mientras que los requerimientos no funcionales especifican las condiciones bajo las cuales el sistema debe operar o existir, así como las propiedades que definen cómo debe ser (ISO, IEC, y IEEE, 2011, pp. 13-14). Los mismos se encuentran descritos en las siguientes subsecciones:

##### 3.1.1.1. Requerimientos Funcionales

- **RF01:** El sistema debe permitir la creación, edición y eliminación de hasta cuatro perfiles de usuario por dispositivo, incluyendo datos de apodo, avatar, género y fecha de nacimiento.
- **RF02:** El sistema debe proporcionar un ábaco virtual que responda a los gestos táctiles del usuario, actualizando el valor mostrado de acuerdo con los movimientos realizados.

- **RF03:** El sistema debe ofrecer diferentes modos de práctica en base a las necesidades del usuario.
- **RF04:** El sistema debe registrar métricas de desempeño en cada ejercicio, incluyendo aciertos, errores y tiempo de resolución.
- **RF05:** El sistema le debe mostrar al usuario retroalimentación inmediata sobre el resultado de cada ejercicio, indicando si fue correcto o incorrecto.
- **RF06:** El sistema debe ajustar dinámicamente la dificultad de los ejercicios en función del rendimiento del usuario.
- **RF07:** El sistema debe otorgar trofeos y logros al cumplir objetivos relacionados con operaciones aritméticas.
- **RF08:** El sistema debe ofrecer tutoriales para el aprendizaje de aritmética básica con ábaco.
- **RF09:** El sistema debe permitir que entre dos y cuatro jugadores participen en un modo multijugador local, alternando turnos entre ellos y determinando un ganador al final de la partida.

### **3.1.1.2. Requerimientos No Funcionales**

- **RNF01:** El sistema debe permitir que la interacción táctil con el ábaco tenga una latencia máxima de 500 milisegundos por gesto para garantizar fluidez.
- **RNF02:** El sistema debe funcionar en dispositivos móviles con sistema operativo Android, utilizando Unity como motor de desarrollo.
- **RNF03:** El sistema debe ser usable por estudiantes de nivel primario y secundario, garantizando interfaces simples, intuitivas y consistentes.

- **RNF04:** El sistema debe consumir recursos de manera eficiente, priorizando su uso en celulares de gama media y baja, cuya resolución de referencia corresponda a 1080x1920 pixeles.
- **RNF05:** El sistema debe garantizar la privacidad de los usuarios, almacenando únicamente datos mínimos y anónimos: género, fecha de nacimiento y apodo.
- **RNF06:** El sistema debe mantener la consistencia visual en todas sus pantallas, incluyendo colores, tipografías y branding definidos.
- **RNF07:** El sistema debe almacenar de forma local; progresos, configuraciones y métricas del perfil de usuario en archivos estructurados.
- **RNF08:** El sistema debe funcionar completamente fuera de línea, garantizando la persistencia de datos en el dispositivo sin requerir conexión a Internet.

### 3.1.2. Historias de Usuario

*“Una historia de usuario es una descripción breve y sencilla de una funcionalidad, contada desde la perspectiva de quien desea esa nueva capacidad, generalmente un usuario o cliente del sistema. Las historias de usuario suelen seguir un formato simple: Como < tipo de usuario >, Quiero < algún objetivo > Para que < alguna razón >.”*(Cohn, [sin fecha]).

A continuación se lista el conjunto de historias de usuario (HU) que el sistema debe implementar para satisfacer las necesidades del usuario final dentro del contexto del producto:

- HU1: Práctica con Ábaco Virtual
  - Descripción: **Como** estudiante de primario o secundario **quiero** practicar operaciones aritméticas utilizando un ábaco virtual interactivo **para** desarrollar mis habilidades matemáticas de forma visual y dinámica.
  - Criterios de aceptación:
    - El sistema debe permitir resolver ejercicios manipulando un ábaco con gestos táctiles.

- El sistema debe poder adaptar la dificultad según el rendimiento del usuario.
- HU2: Seguimiento del Progreso y Logros
  - Descripción: **Como** estudiante que da uso sostenido de Abacuy **quiero** ver mi progreso y recibir logros por mis avances **para** mantenerme motivado y conocer mi nivel de aprendizaje.
  - Criterios de aceptación:
    - El sistema debe mostrar métricas de desempeño como aciertos, errores y tiempo de resolución.
    - El sistema debe otorgar logros en forma de insignias o trofeos al alcanzar hitos predefinidos.
- HU3: Gestión de Perfiles de Usuarios
  - Descripción: **Como** estudiante que comparte el dispositivo con otros **quiero** crear, editar o eliminar mi perfil **para** poder ajustar la experiencia en base a mis preferencias.
  - Criterios de aceptación:
    - El sistema debe permitir crear y gestionar hasta cuatro perfiles por dispositivo.
    - El sistema debe permitir guardar datos personalizados y persistentes de cada perfil.
- HU4: Acceso a Tutoriales de Uso del Ábaco
  - Descripción: **Como** estudiante principiante **quiero** acceder a tutoriales interactivos sobre el uso del ábaco **para** aprender a resolver operaciones aritméticas desde cero.
  - Criterios de aceptación:
    - El sistema debe incluir tutoriales guiados y accesibles desde el menú principal.
    - El sistema debe incluir una jerarquía de tutoriales para evitar el acceso a aquellos que requieran conocimientos previos necesarios.
- HU5: Modo Multijugador

- Descripción: **Como** estudiante que da uso de Abacuy **quiero** poder participar en partidas multijugador locales **para** aprender y competir en persona con mis compañeros.
- Criterios de aceptación:
  - El sistema debe permitir crear partidas de dos a cuatro jugadores.
  - El sistema debe validar el desempeño de todos los jugadores para determinar un ganador.

### 3.1.3. Diagrama de Casos de Uso

Según Jacobson, *“Un caso de uso es una forma específica de utilizar el sistema a través de parte de su funcionalidad. Cada caso de uso constituye un curso completo de eventos iniciado por un actor y especifica la interacción que ocurre entre dicho actor y el sistema.”* (Jacobson et al., 1992, p. 175).

El siguiente Diagrama de Casos de Uso (Figura 26) presenta las principales interacciones entre los actores y el sistema, representando las funcionalidades claves ofrecidas por la aplicación. Cada Caso de Uso refleja una actividad principal, y responde a los objetivos pedagógicos y técnicos definidos para Abacuy.

El diagrama busca proporcionar una visión general comprensible de lo que el sistema permite hacer, desde la perspectiva del usuario. En el Anexo C se describen las Especificaciones de Casos de Uso correspondientes.

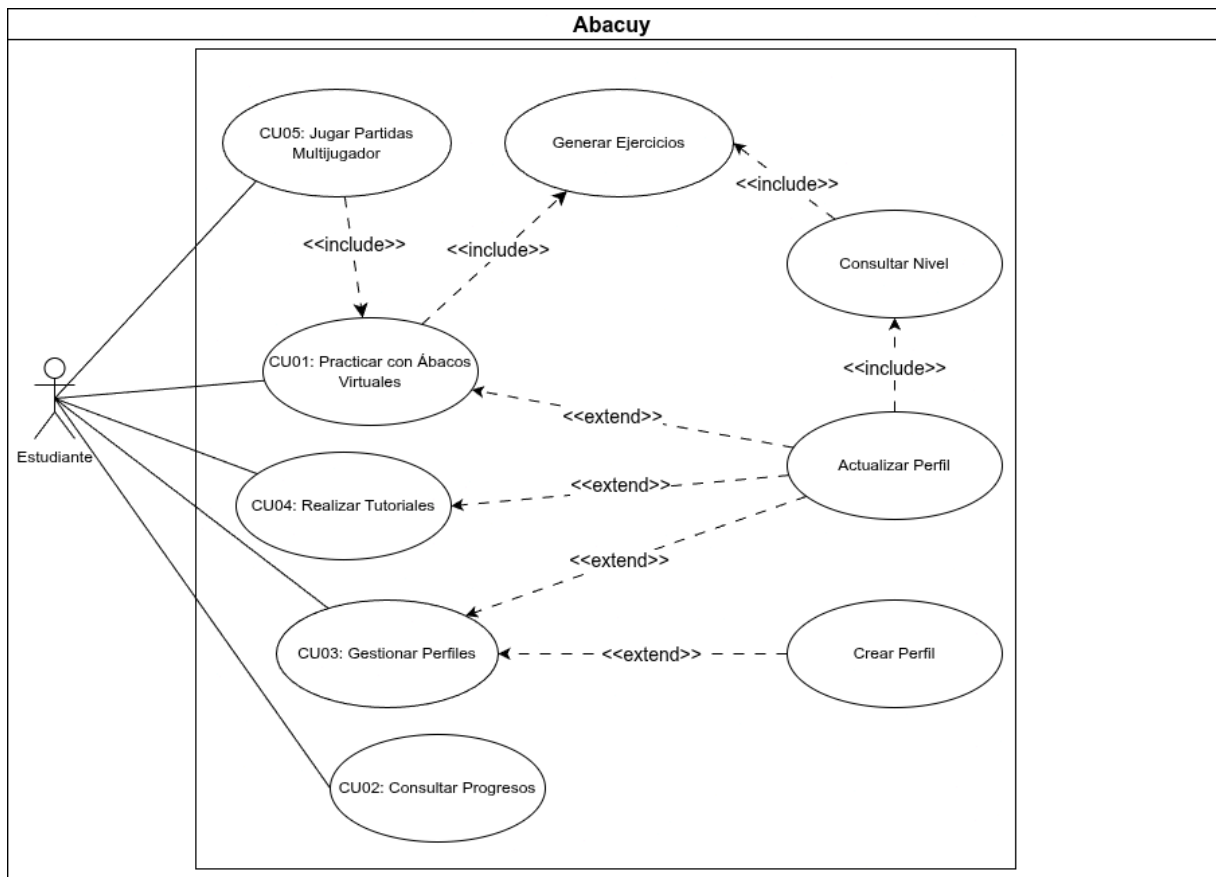


Figura 26: Diagrama de Casos de Uso - Fuente: Elaboración Propia

### 3.2. Arquitectura

Esta subsección presenta la arquitectura del sistema a través de modelos y diagramas que permiten comprender su estructura, funcionamiento e interacciones clave.

### 3.2.1. Modelo de Datos

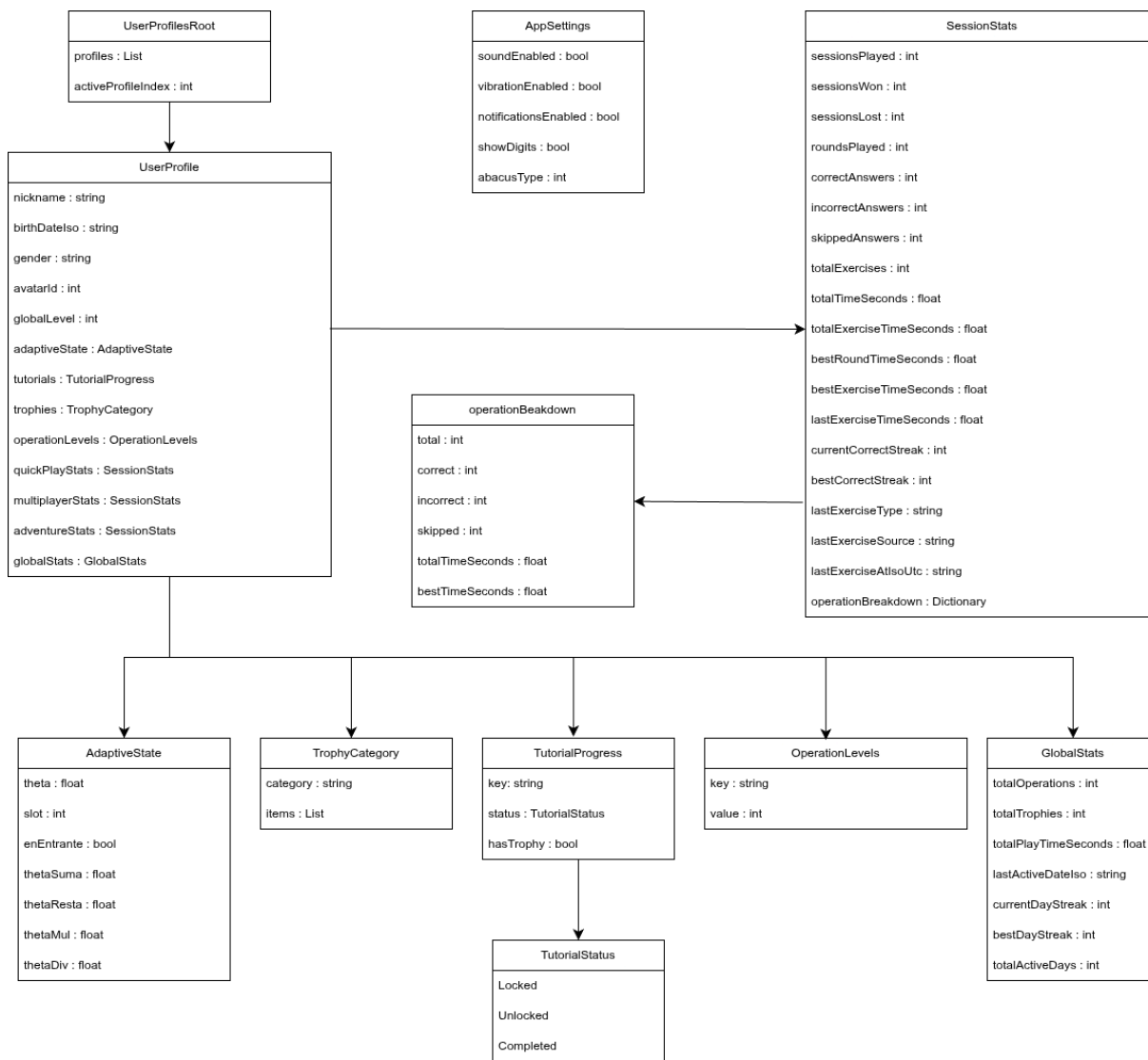


Figura 27: Modelo de datos - Fuente: Elaboración Propia

El modelo de datos se basa en estructuras serializadas en formato JSON, sin recurrir a bases de datos relacionales. Esta decisión responde a los requerimientos de funcionar fuera de línea y utilizar almacenamiento local, sin gestionar grandes volúmenes de usuarios, por lo que su persistencia no requiere de la complejidad asociada a un motor de base de datos.

En lugar de tablas, relaciones con claves foráneas y cardinalidades, el sistema organiza la información en clases serializables que representan entidades del dominio, tales como

perfiles de usuario, configuraciones de aplicación y estadísticas de uso. Estas clases se estructuran en objetos compuestos (listas, diccionarios y tipos enumerados) que se serializan automáticamente a archivos JSON mediante el sistema nativo de Unity.

En particular, existen distintos objetos para agrupar los perfiles de usuario (*UserProfilesRoot*), las configuraciones de sesión disponibles en el menú de opciones (*AppSettings*) y las estadísticas asociadas a los diferentes modos de juego (*SessionStats*). Cada perfil de usuario (*UserProfile*) encapsula el progreso de tutoriales (*TutorialProgress*, *TutorialStatus*), parámetros de dificultad dinámica (*AdaptiveState*), sistema de logros (*TrophyCategory*) y métricas de desempeño asociadas a los distintos niveles y operaciones (*OperationLevels*, *GlobalStats*, *operationBreakdown*).

El diagrama también se encuentra disponible para ser visualizado mediante el siguiente enlace: [Modelo de Datos](#)

### 3.2.2. Diagrama de Desarrollo

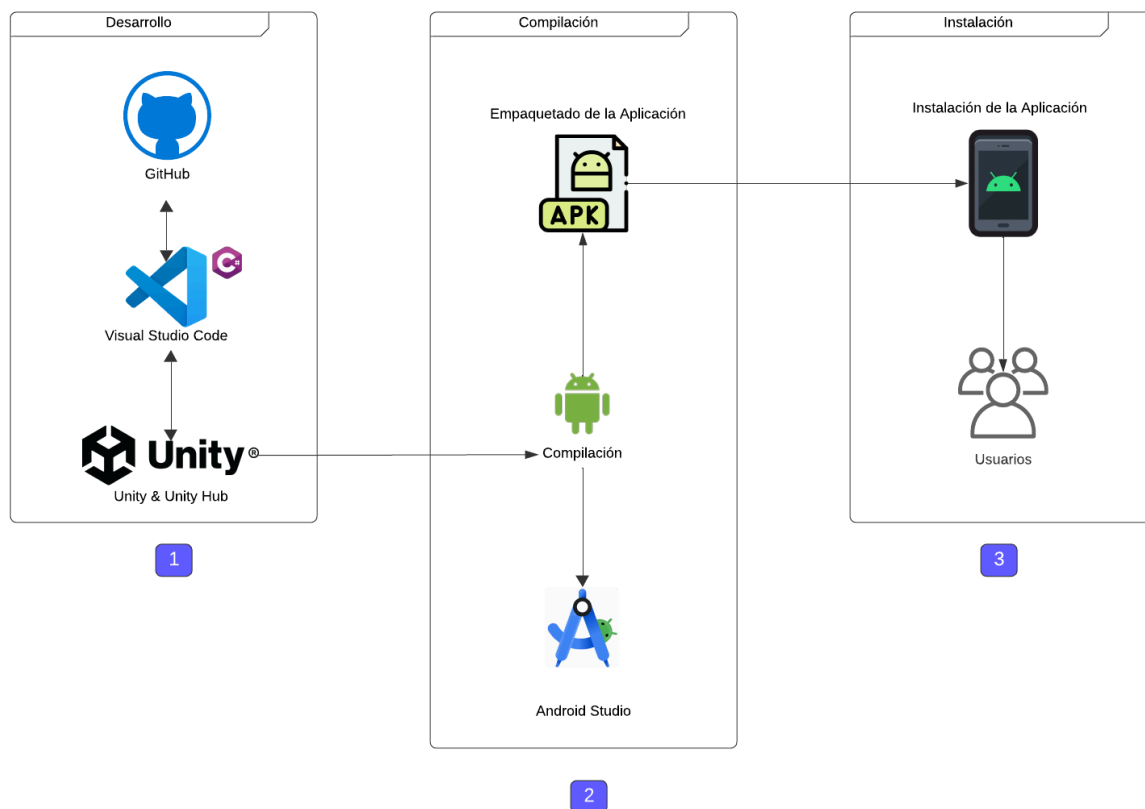


Figura 28: Diagrama de desarrollo - Fuente: Elaboración Propia

#### 1. Desarrollo

El proceso comienza en un entorno que integra varias herramientas. Unity actúa como motor principal, permitiendo diseñar y ensamblar múltiples recursos (tales como visuales y lógicos). Visual Studio Code se emplea como editor para la programación en C#, ofreciendo depuración y soporte de sintaxis. GitHub, por su parte, garantiza control de versiones, trazabilidad y colaboración durante el desarrollo.

## 2. Proceso de Compilación

Unity prepara los recursos y scripts para el sistema operativo Android. Desde allí se realiza el proceso de compilación y empaquetado, que produce un archivo ejecutable en formato APK. Este archivo contiene todos los recursos, bibliotecas y configuraciones necesarias para que la aplicación funcione en dispositivos móviles, y es testada tanto en el simulador interno de Unity, como en Android Studio usando un Google Pixel 2 como dispositivo virtual.

## 3. Instalación

Finalmente, el archivo APK resultante se transfiere a un dispositivo Android, donde se instala para uso de los usuarios finales, o para la realización de pruebas en dispositivos reales. Este paso permite la distribución directa o la preparación para publicación en tiendas oficiales.

### 3.2.3. Diagrama de Navegación

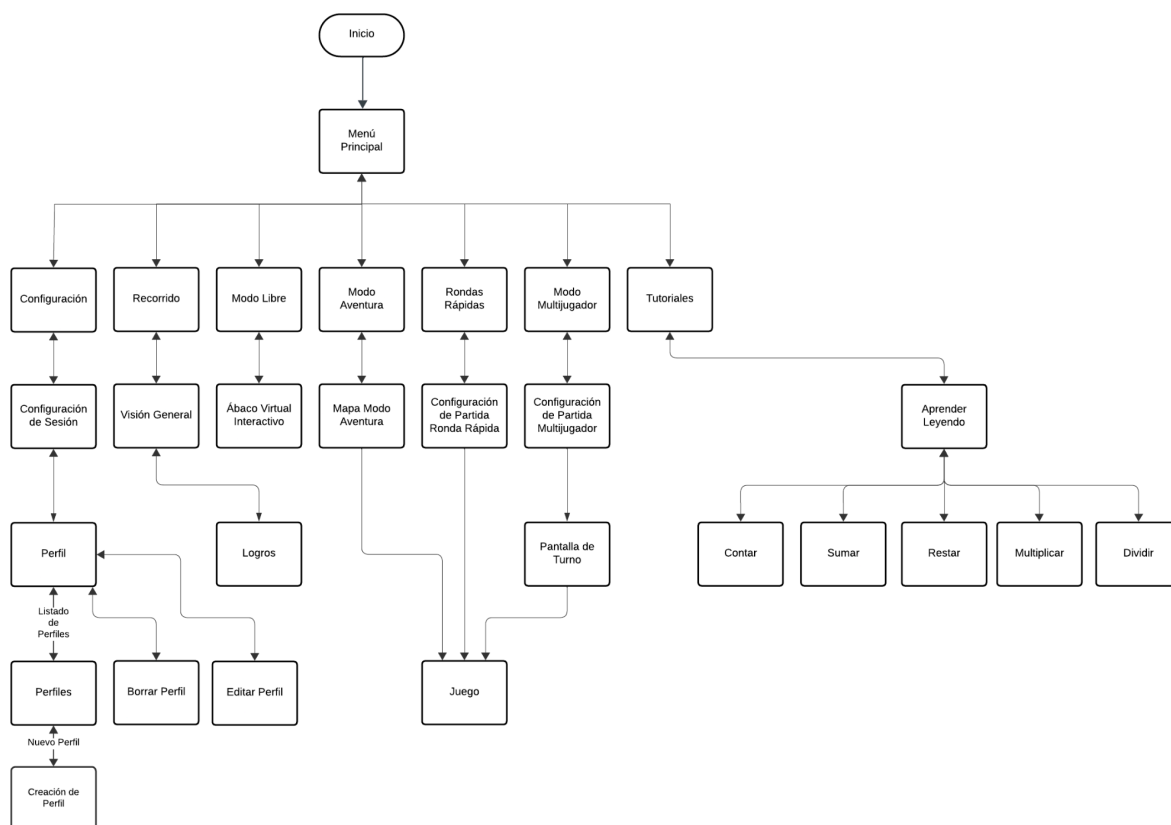


Figura 29: Diagrama de navegación - Fuente: Elaboración Propia

Además del diagrama de navegación presentado, se cuenta con un bosquejo preliminar de la interfaz de usuario elaborado en Canva, el cual sirve como referencia visual para el desarrollo del producto. Este recurso permite comprender la disposición general de los elementos interactivos, la jerarquía visual y la relación entre las distintas pantallas, facilitando así la coherencia entre el diseño conceptual y la implementación final.

El bosquejo completo puede consultarse en el siguiente enlace: [Enlace a Canva](#)

### 3.2.4. Modelo C4

El modelo C4 propone describir un sistema de software mediante cuatro niveles jerárquicos de diagramación: el *Contexto*, que ofrece una visión general del sistema en su entorno y cómo interactúa con usuarios y dependencias externas; los *Contenedores*, que muestran las principales aplicaciones, los almacenes de datos que lo conforman y sus interacciones técnicas; los *Componentes*, que detallan la organización interna de un contenedor y sus responsabilidades; y finalmente el *Código*, que desciende al nivel de implementación de un componente específico utilizando diagramas UML, Entidad Relación o similares. En conjunto, estos diagramas permiten comunicar la arquitectura de manera progresiva, desde una perspectiva accesible a públicos tanto técnicos como no técnicos, dependiendo del nivel jerárquico utilizado (Brown, 2025).

Cada diagrama puede visualizarse con mayor detalle a través del siguiente enlace:

[Modelo C4](#)

### 3.2.4.1. Nivel 1: Diagrama de Contexto

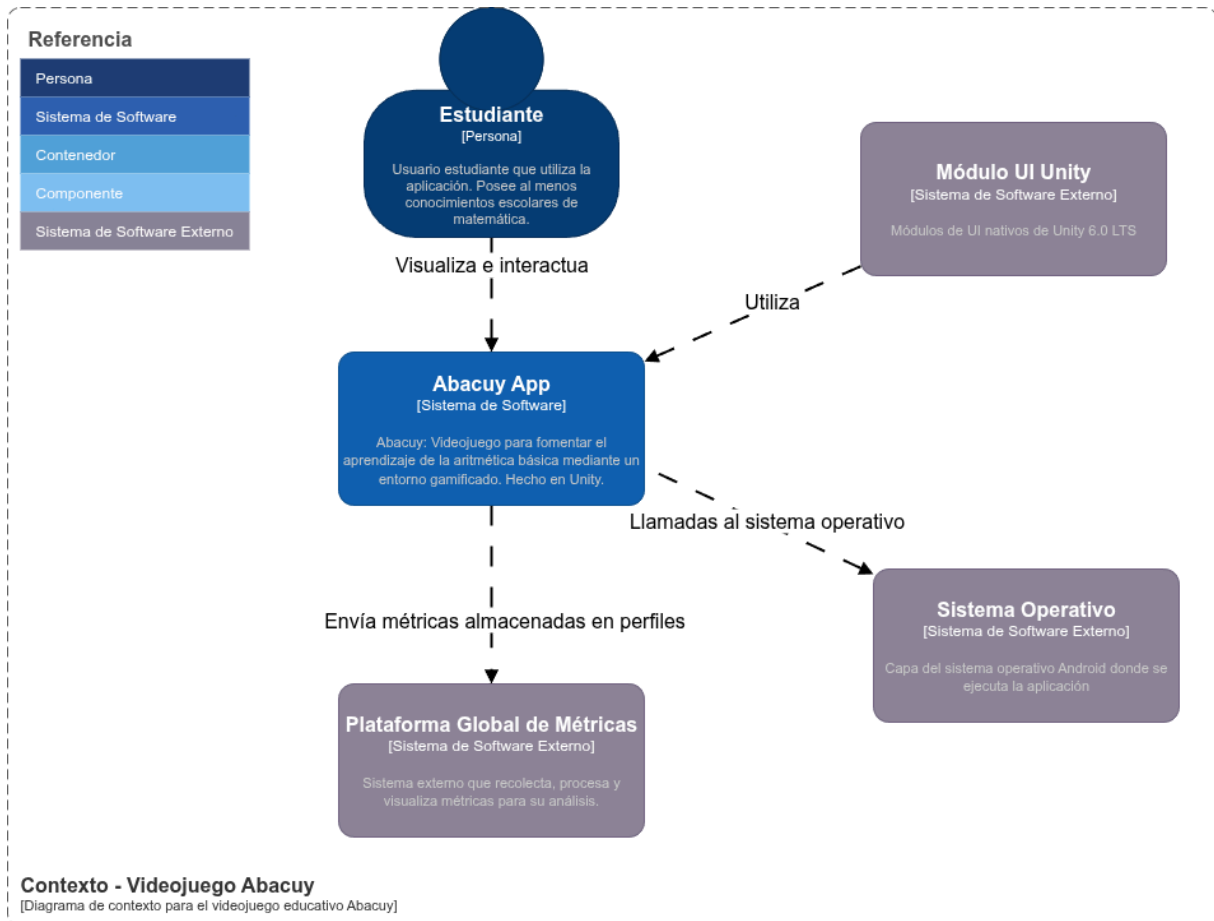


Figura 30: Diagrama de Contexto, Modelo C4 - Fuente: Elaboración Propia

A modo de representación holística, se parte desde el Diagrama de Contexto, correspondiente al primer nivel del Modelo C4, con el objetivo de ofrecer una visión clara y accesible tanto para perfiles técnicos como no técnicos. En el mismo se puede observar el ecosistema de la aplicación, sus interacciones con personas y sistemas externos.

Se identifica al Estudiante como el actor principal que interactúa con la aplicación Abacuy App, diseñada para funcionar principalmente sin conexión a Internet, y con Android 6.0 Marshmallow (API level 23) configurado desde Unity Editor. La aplicación almacena localmente los datos de progreso y configuración, pero, cuando se detecta conectividad, es capaz de enviar información agregada a una plataforma externa de métricas para su análisis. Además, se apoya en el sistema operativo del dispositivo móvil para la ejecución, y en los

módulos de interfaz nativos de Unity para renderizar las pantallas y controlar la interacción con el usuario.

### 3.2.4.2. Nivel 2: Diagrama de Contenedores

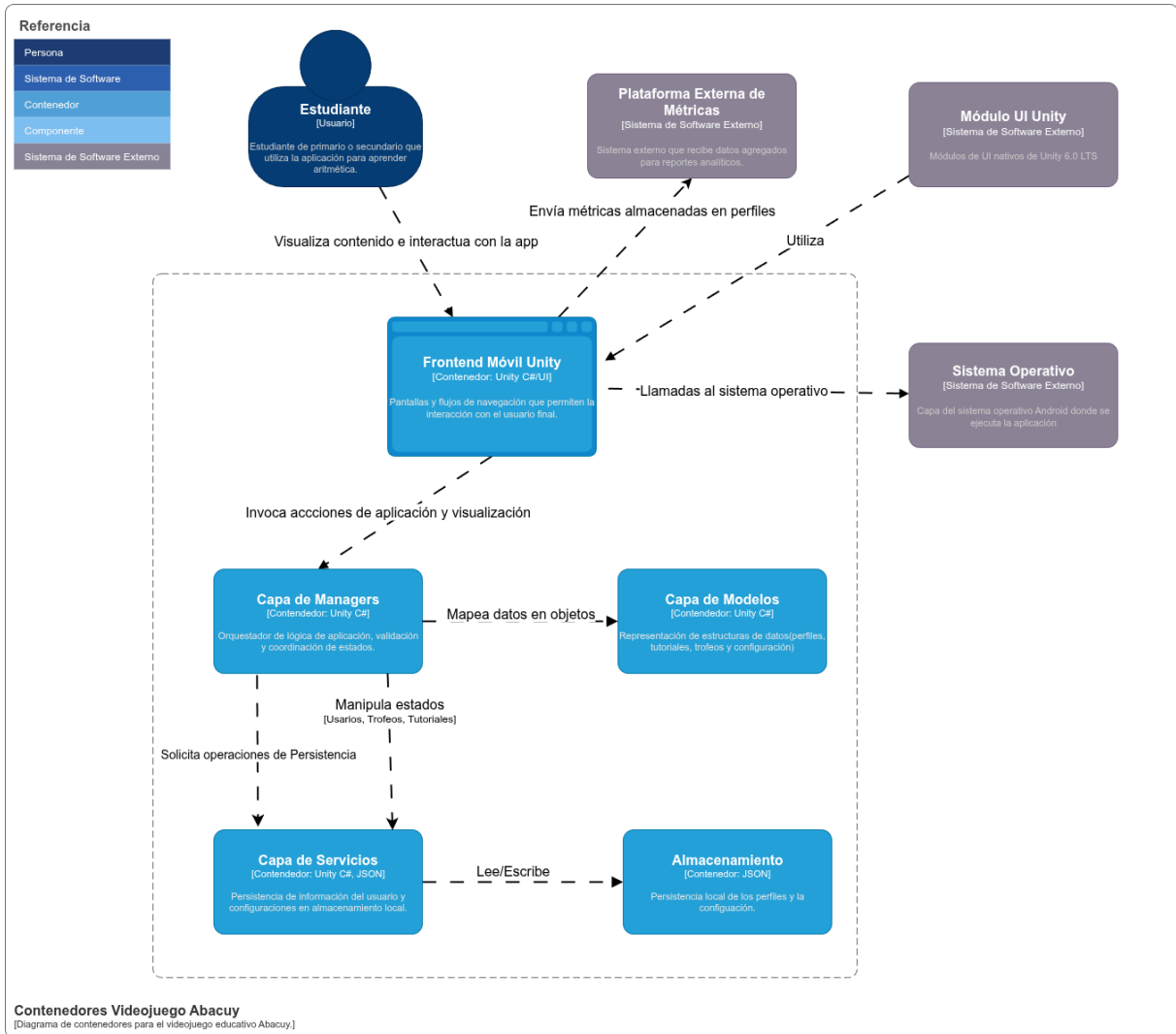


Figura 31: Diagrama de Contenedores, Modelo C4 - Fuente: Elaboración Propia

Este diagrama permite observar lo que se encuentra dentro del sistema Abacuy App del nivel 1, pero ahora describiendo los principales bloques de software que lo componen, cómo se distribuyen las responsabilidades entre ellos, y de qué forma se comunican entre sí y con los sistemas externos.

La aplicación está compuesta por cinco contenedores principales: el Frontend Móvil, que permite la interacción del usuario a través de pantallas construidas en Unity; la Capa de Managers, que orquesta la lógica de negocio; la Capa de Servicios, responsable de la persistencia local mediante archivos en formato JSON; la Capa de Modelos, que define las estructuras de datos clave; y el módulo de Almacenamiento, que gestiona la lectoescritura de la información local.

A su vez, se observa la interacción con los tres sistemas externos: el Sistema Operativo del dispositivo móvil, el Módulo UI nativo de Unity, y la Plataforma Externa de Métricas. En esta última, el envío de datos se compone por el archivo JSON del perfil del usuario (almacenado localmente bajo el nombre *user\_profiles.json*) y contiene las métricas de mejora continua, además de datos personales (apodo, género y fecha de nacimiento).

Cabe destacar que las especificaciones de dichos sistemas externos se encuentran fuera del alcance, y por lo tanto no se desglosan como en el caso de los contenedores internos.

### 3.2.4.3. Nivel 3: Diagrama de Componentes

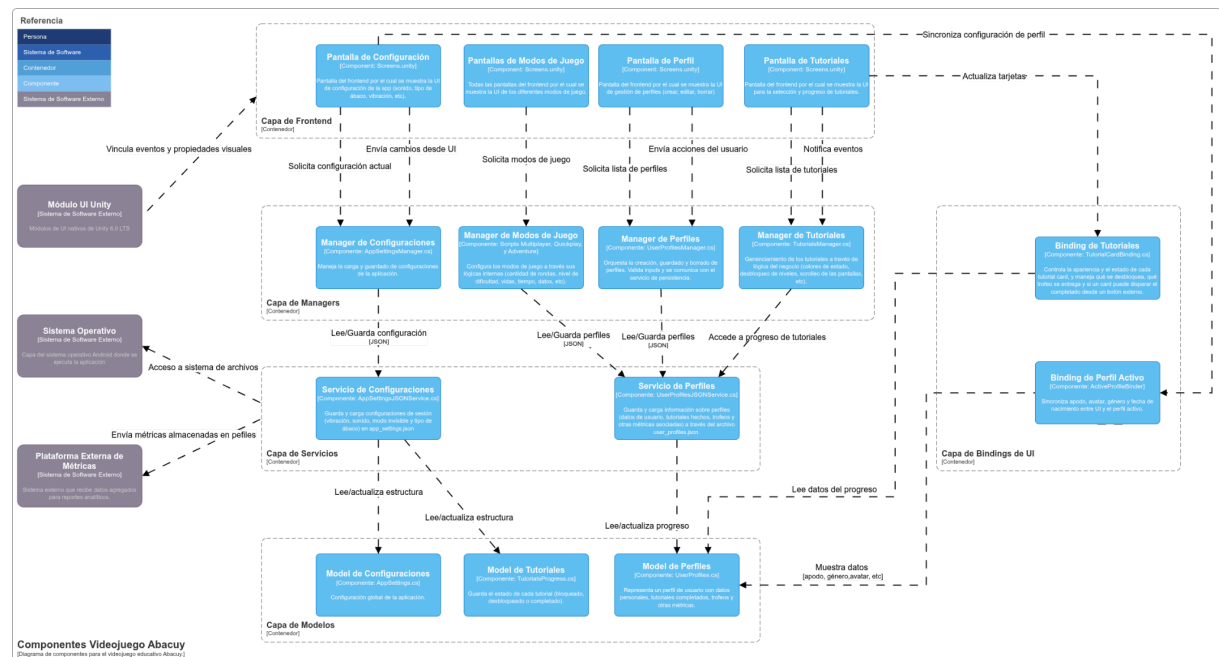


Figura 32: Diagrama de Componentes, Modelo C4 - Fuente: Elaboración Propia

Para culminar, se hace un último acercamiento del sistema, descomponiendo cada contenedor mediante el Diagrama de Componentes. Se identifican cinco capas principales que organizan los componentes: Frontend, Managers, Bindings de UI, Servicios y Models de dominio.

La capa de Frontend contiene las pantallas visibles al usuario, que se encargan exclusivamente de la interacción. La lógica de negocio se delega a los Managers, responsables de coordinar las operaciones de cada módulo. Los Bindings de UI permiten sincronizar datos entre la interfaz y los modelos subyacentes, manteniendo actualizada la visualización. La capa de Servicios abstrae la persistencia en archivos en formato JSON, desacoplando la lógica de la lectoescritura de datos. Finalmente, los Models de dominio representan la estructura de datos del sistema, incluyendo perfiles, métricas asociadas y configuraciones.

### **3.3. Modelo de Negocio**

Como se mencionó en secciones anteriores, Abacuy está dirigido principalmente a estudiantes de nivel primario y secundario en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, con un rango etario de 10 a 17 años, a través de un videojuego móvil para dispositivos Android. Esto se sustenta en las estimaciones oficiales del INDEC a partir de la *Encuesta Permanente de Hogares*, donde se observa que en el grupo de 13 a 17 años, el 95,5% utiliza un teléfono celular y el 96,4% posee acceso a Internet, mientras que en el grupo de 4 a 12 años dichas cifras son del 60,4% y 81,1%, respectivamente (INDEC, 2024, p. 6).

A su vez, Abacuy ha sido optimizado para funcionar en dispositivos de gama media y baja, utilizando como resolución de referencia 1080x1920 pixeles, y Android 6.0 Marshmallow como características mínimas soportadas. Dicha limitación se estableció en base a los dispositivos virtuales disponibles en Android Studio, siendo Google Pixel 2 el más testeado durante el desarrollo.

La razón del enfoque hacia dispositivos de estas gamas se debe a la necesidad de incluir públicos de distintos niveles socioeconómicos. Según la encuesta *Kids Online Argentina*, dentro del 96% de estudiantes menores de edad que asiste a un establecimiento educativo de nivel primario o secundario, el 73% lo hace en escuelas de gestión estatal. A su

vez, el 53% de menores de 18 años vive en hogares pobres por ingresos, con fuertes brechas territoriales y entre jurisdicciones, con un 13% residiendo en hogares con pobreza estructural (UNICEF Argentina, 2025, pp. 5-6).

La encuesta también señala que el acceso a un teléfono celular propio con conexión a Internet se encuentra prácticamente universalizado entre las infancias y adolescencias, con un 95% de cobertura. Solo el grupo de 9 a 11 años presenta un porcentaje menor (86%). La edad promedio de adquisición del primer celular con Internet se sitúa en los 9,6 años, concentrándose mayoritariamente entre los 10 y 12 años (42%) y entre los 7 y 9 años (35%) (UNICEF Argentina, 2025, pp. 8-10).

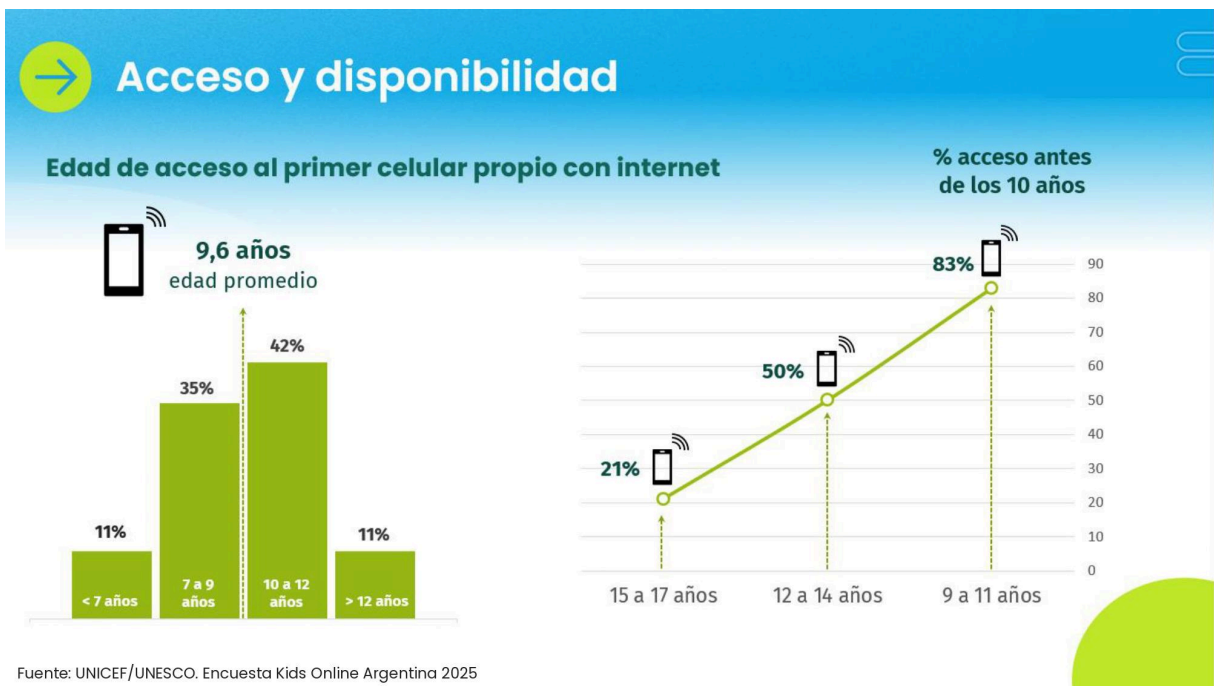


Figura 33: Edad de acceso al primer celular propio con Internet - Fuente: UNICEF Argentina, 2025, p. 10

No obstante, como el público consumidor carece de poder de compra directo por tratarse de usuarios menores de edad, la comercialización del producto se orienta principalmente a entidades decisoras, como instituciones educativas, y familias o tutores que deseen incorporarlo como recurso complementario de enseñanza y aprendizaje. El modelo exacto de negocio se detalla en la siguiente sección denominada “*Modelo Canvas de Negocio*”.

### 3.3.1. Modelo Canvas de Negocio

Según Becker y Bröcker, el *Modelo Canvas de Negocio* (*Business Model Canvas* o *B.M.C.*), es una herramienta que permite documentar y representar modelos de negocio de manera simple y estructurada, facilitando una comprensión uniforme dentro de la organización y apoyando la mejora continua del mismo (Becker y Bröcker, 2021, p. 2).

Esto se logra a través de una organización en nueve segmentos que describen elementos clave del proceso de creación de valor (*Segmentos de Mercado, Propuesta de Valor, Canales, Relación con Clientes, Fuentes de Ingresos, Recursos Clave, Actividades Clave, Asociaciones Clave y Estructura de Costos*), que a su vez se agrupan dentro de cuatro áreas fundamentales de la empresa (*Oferta, Clientes, Infraestructura y Estructura Financiera*) (Becker y Bröcker, 2021, pp. 2-3).

AREA	Offer	→	2. Value proposition 7. Activities 8. Partners	PERSPECTIVE
	Customers	→	1. Customer segments 4. Customer relationship	
	Infraestructure	→	3. Logistic channels 6. Resources	
	Financial structure	→	5. Revenue sources 9. Cost structure	

Figura 34: Asignación de área y perspectiva dentro del Modelo Canvas de Negocio - Fuente: Becker y Bröcker, 2021, pp. 2.

A continuación se muestra el Modelo Canvas de Negocio, seguido por un desglose donde se expande cada parte en subsecciones correspondientes.



Figura 35: Modelo Canvas de Negocio - Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.1.1. Asociaciones Clave

Es indispensable la utilización de la plataforma *Google Play Store* para la distribución masiva y estandarizada de Abacuy, pues se trata de un commodity en el ambiente de Android. También existe otro factor intrínseco capaz de favorecer al producto, y se trata del programa “*Teacher Approved*”, una iniciativa que destaca aplicaciones educativas evaluadas por expertos en el área (Google LLC, [sin fecha]).

En segundo lugar, las mismas instituciones educativas (escuelas públicas, privadas, universidades, y otros centros de estudio) funcionan como aliados estratégicos para validar el contenido, aplicar pilotos, y promover el uso.

Por último, las iniciativas estatales como el *Programa Potenciar Videojuegos* (Ministerio de Economía, 2022), representan oportunidades de legitimación para aumentar la adopción y reputación del producto gracias a la exposición que estas brindan, junto a un potencial acceso a subsidios en caso de que se considere ganador.

### **3.3.1.2. Actividades Clave**

Las actividades clave de Abacuy se centran en la actualización y mantenimiento del producto, asegurando su correcto funcionamiento en dispositivos Android de gama media y baja. Otra actividad central es la enseñanza de aritmética básica con ábaco, pues implica un diseño de contenidos y ejercicios alineados con prácticas didácticas ajustadas a dicho instrumento de cálculo. Asimismo, se realiza investigación permanente para incorporar nuevas funcionalidades, modos de juego, y mejoras en la experiencia del usuario.

### **3.3.1.3. Recursos Clave**

El proyecto cuenta con un equipo reducido pero multidisciplinario con experiencia en contenidos didácticos, gamificación y programación (Unity y Android) dispuestos a mantener y evolucionar Abacuy. Se requiere de infraestructura de digital sólida para la implementación del sitio web institucional, y el hosting de servicios incluidos en las membresías de centros educativos. Además, el proyecto dispone de material educativo propio, fruto de la investigación previa para validar los contenidos y las técnicas de enseñanza presentes en el videojuego.

### **3.3.1.4. Propuesta de Valor**

El valor está en el videojuego educativo, pues combina un ábaco virtual con gamificación en forma de múltiples modos de juego (multijugador, rondas rápidas y aventura), dificultad dinámica (algoritmos de nivelación y generación de ejercicios), así como un sistema de mejora continua (trofeos, métricas e insignias) para que los usuarios aprendan y practiquen aritmética en un entorno atractivo y adaptable a sus capacidades.

A su vez, prioriza el funcionamiento en dispositivos Android de gama media y baja, no requiere una conexión a Internet para su uso, y ofrece una versión gratuita que posee todas las funcionalidades básicas establecidas en el alcance inicial como puerta de entrada para cualquier persona interesada.

En lo que respecta a los centros educativos, se ofrecen paquetes institucionales con servicios enfocados al entorno académico; tales como acceso a capacitación docente en enseñanza con ábacos, recursos de autoayuda, y reportes personalizados con métricas de desempeño. Dicho paquete también incluye en volumen la licencia personal o premium, de manera que los alumnos de la institución tengan acceso a la versión más avanzada del producto.

### **3.3.1.5. Relación con Clientes**

La relación con los clientes, tanto consumidores como decisores, se establece a través de canales de comunicación digital que permiten interacción básica y seguimiento, adecuados a un equipo pequeño.

El sitio web oficial centraliza la información sobre el producto, actualizaciones, material complementario y contacto con centros educativos. También se mantienen cuentas en redes sociales que funcionan como canal de difusión y respuesta a consultas frecuentes.

En el caso de la licencia educativa, se habilita un canal de contacto personalizado para gestión de acceso y el soporte. Complementariamente, se encuentra la publicación de *Google Play Store* para recibir opiniones y calificaciones directas por parte de los usuarios de la versión gratuita y personal.

### **3.3.1.6. Canales**

Se emplea una combinación de canales digitales y presenciales para alcanzar a los clientes:

- **Tienda de aplicaciones:** Actualmente *Google Play Store* es la forma más estandarizada de distribuir aplicaciones desarrolladas en Android.
- **Redes sociales:** Se utilizan plataformas como *Instagram, Youtube, LinkedIn o TikTok* para comunicar novedades, generar una comunidad, y producir otros contenidos relevantes que permitan aumentar la visibilidad del producto.

- **Sitio web oficial:** Es la plataforma utilizada por las instituciones, para las funcionalidades de la licencia educativa, además de actuar como punto de contacto, fuente principal de novedades, donaciones y materiales complementarios.
- **Ferías educativas:** Permite establecer vínculos presenciales con actores del sistema educativo en entornos académicos y profesionales.

### 3.3.1.7. Segmentos de Mercado

El público objetivo son estudiantes de entre 10 y 17 años realizando el nivel primario o secundario en escuelas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. A pesar de formar parte del segmento de clientes consumidores, estos carecen de poder de compra a razón de ser menores de edad. En consecuencia, el modelo de negocio se enfoca en los decisores; en este caso tutores, familias e instituciones educativas con la capacidad de adquirir el producto como complemento de aprendizaje para los estudiantes.

Es importante destacar que dichas instituciones representan un segmento de importancia estratégica para el negocio, pues poseen mayor capacidad adquisitiva, además de encontrarse cuantificadas dentro de la zona geográfica objetivo. En base al más reciente censo de “*Unidades educativas por sector de gestión y nivel de enseñanza según comuna. Ciudad de Buenos Aires. Años 2006/2024*” actualmente existen 1737 escuelas estatales y privadas de nivel primario y secundario (IDECBA, 2024). Por esta razón es que se contempla una licencia de tipo suscripción institucional para el uso escolar, cuyo importe será superior al de la licencia personal (de pago único), en base a su carácter organizacional y colectivo.

Para finalizar, cabe destacar que la aplicación también puede ser utilizada por adultos con el mismo fin que el público objetivo, aunque no constituyen el núcleo del negocio.

### 3.3.1.8. Estructura de Costos

La estructura de costos del proyecto busca ser reducida en el factor de recursos humanos, pero contempla elementos esenciales para el funcionamiento del modelo. Entre los gastos fijos se incluyen los costos de mantenimiento del dominio, sitio web institucional y

correo electrónico empresarial, seguido por la publicación y permanencia en *Google Play Store*, junto a los servicios necesarios para brindar las funcionalidades de la licencia educativa.

Otros costos relevantes son los dispositivos de prueba (para garantizar compatibilidad en distintas gamas de celulares) y el uso de servicios externos para ayudar en el diseño visual del videojuego.

### **3.3.1.9. Fuentes de Ingresos**

Se prevé un sistema de donaciones voluntarias a través del sitio web institucional, y potenciales ingresos mediante programas de financiamiento para proyectos educativos con impacto social (*Programa Potenciar Videojuegos*).

Adicionalmente, se ofrece una licencia personal o premium de pago único dirigida a individuos que deseen acceder a los modos de juego avanzados (no presentes en la versión gratuita), por un costo de USD 5. Dicha cifra se consideró en base al precio de la competencia directa, analizada en la sección “*Estado del Arte*” (*Abacus Lesson*, *Know Abacus* y las aplicaciones de *Hamster Force Media*), además de comparaciones sobre bienes sustitutos consumidos por el público objetivo, tales como el plan con anuncios de *Disney Plus*, o productos gastronómicos infantiles como la *Cajita Feliz* de *McDonalds*.

En otro ámbito, y en mayor volumen, se contemplan ingresos a través de las licencias institucionales para centros educativos, donde el pago se hará utilizando un plan de suscripción mensual a un precio de aproximadamente USD 100, sujeta a descuentos si se adquiere en forma anual.

### **3.3.2. Análisis Financiero**

Para el análisis financiero se aplicaron tres parámetros de evaluación de proyectos: el *Valor Actual Neto* (VAN), la *Tasa Interna de Retorno* (TIR) y el *Periodo de Recuperación o Payback*. Estas herramientas permiten estimar la rentabilidad potencial del emprendimiento

considerando el flujo de fondos proyectado y el horizonte temporal de análisis (Sinaga *et al.*, 2023, p. 1078).

A partir de ellas, se establecieron tres escenarios posibles (pesimista, neutral y optimista), que difieren en el ritmo de crecimiento esperado del producto y en la evolución de ventas durante su proyección temporal.

El análisis parte del supuesto de que el producto base y sus funcionalidades avanzadas se encuentran en un estado apto para ser lanzado al mercado durante el último trimestre de 2025, extendiendo la proyección hasta el cuarto trimestre de 2028. Esto permite evaluar los tres primeros años de operación comercial del proyecto, periodo en el cual se espera validar la propuesta de valor y alcanzar estabilidad operativa.

A su vez, para descontar los flujos de efectivo futuros y calcular su valor presente, se definió una tasa de descuento que refleja el costo de oportunidad del capital. Este parámetro incorpora tanto el valor temporal del dinero, como el nivel de riesgo asociado a la inversión proyectada (Corporate Finance Institute, [sin fecha]). En el caso particular de Abacuy, se adopta una tasa de descuento del 10% anual, la cual supera el rendimiento promedio actual de los bonos del *Tesoro de Estados Unidos* a 10 años, que actualmente ronda el 4.12% (Trading Economics, [sin fecha]).

### 3.3.2.1. Costos Financieros

Dadas las condiciones macroeconómicas actuales de la Argentina y la volatilidad de su moneda, se optó por expresar el análisis financiero del proyecto en dólares estadounidenses (USD). Asimismo, para la evaluación de los distintos escenarios resulta necesario considerar tanto los costos operativos como la inversión inicial requerida para el desarrollo de la aplicación. En la TABLA IX se detallan los componentes que conforman dicha inversión inicial.

TABLA IX: Costo estimado inicial

Insumo	Detalle	Cantidad	Costo
Licencia de Google	Cuenta de desarrollador	1	USD 25

Play Store			
Computadoras	Equipos de trabajo para el desarrollo de Abacuy	2	USD 2000
Smartphones	De tipo gama baja y media para las pruebas	4	USD 1000
Total: USD 3025			

Fuente: Elaboración Propia

En la TABLA X se detallan los gastos asociados a servicios de infraestructura necesarios para el sitio web oficial y la licencia educativa de Abacuy. Estos servicios están previstos para etapas posteriores de desarrollo, ya que representan requerimientos estimados para la puesta en marcha de los módulos complementarios vinculados a sistemas de soporte técnico, contacto, seguridad operativa, generación de reportes, y visualización de métricas. Los valores incluyen descuentos aplicables a planes anuales o bianuales de cada proveedor.

TABLA X: Costos estimados de servicios

Servicio	Detalle	Costo Mensual	Fuente
<i>Hostinger Business Starter</i>	Dominio web “ <i>abacuy.com</i> ” y 10 GB de almacenamiento en la nube para las cuentas de correo electrónico.	USD 1.5 [descuento bianual]	(Hostinger, [sin fecha] a)
<i>Hostinger KVM1</i>	Servidor virtual (VPS) utilizado para alojar el sitio institucional.	USD 5 [descuento bianual]	(Hostinger, [sin fecha] b)
<i>Chartbrew Growth</i>	Plataforma de inteligencia de negocios destinada a la visualización y generación de reportes personalizados, utilizado en las licencias institucionales de Abacuy.	USD 83 [descuento anual]	(Depomo Ltd, [sin fecha])
<i>MongoDB Atlas Flex</i>	Base de datos en la nube utilizada para almacenar las métricas de uso y	USD 30 [máximo]	(MongoDB, Inc, [sin fecha])

	rendimiento de los usuarios. Permite escalabilidad dinámica y almacenamiento optimizado de documentos. El costo mensual puede fluctuar de USD 8 a USD 30, dependiendo de la cantidad de operaciones por segundo.		
<i>Render Professional</i>	Servicio en la nube destinado al despliegue del backend. Se trata de un alojamiento del API REST que recibe las métricas desde los dispositivos móviles y ejecuta procesos ETL livianos para la actualización de reportes.	USD 19	(Render, [sin fecha])
Total Mensual: USD 138.5			

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.2.2. Proyección de Clientes

Aplicando la fórmula de *Crecimiento Compuesto* (Campbell, 2004; Prajneshu y Chandran, 2005, p. 318) adaptada a usuarios de tipo estudiantes e instituciones, se establecen tres escenarios posibles: optimista, neutral y pesimista. Para los cálculos, se consideran 50 estudiantes y 3 colegios en el primer mes de lanzamiento, además de un periodo total de 3 años.

$$U_n = U_0 \times (1 + r)^n \quad (1)$$

- $U_n$  = Cantidad total de usuarios al mes “n”.
- $U_0$  = Cantidad de usuarios al mes cero.
- $r$  = Tasa de crecimiento mensual.
- $n$  = Cantidad de meses desde el inicio.

TABLA XI: Proyecciones de usuarios

<b>Estudiantes</b>	<b>Crecimiento Mensual</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Optimista	12,5% (rápido)	205	845	3471
Neutral	10% (medio)	157	492	1546
Pesimista	7,5% (lento)	126	317	798

Fuente: Elaboración Propia

En base a la cantidad de estudiantes activos (versión gratuita), se establece que un 10% adquiere la licencia personal (pago único de USD 5), mientras que el 1% no lo hace, pero dona voluntariamente y por única vez el importe total de USD 2.

Para establecer las cifras máximas de posibles estudiantes, se utilizaron censos de alumnos matriculados en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, considerando los años 1° a 5° en el caso de colegios secundarios (Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2024b), y sólo de 5° a 7° grado en el caso de colegios primarios (Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2024a). Esto da un total aproximado de 306000 estudiantes.

Para los colegios, se utiliza la cifra mencionada en la subsección “*Segmentos de Mercado*”, del Modelo Canvas de Negocio, obtenida gracias al censo de “*Unidades educativas por sector de gestión y nivel de enseñanza según comuna. Ciudad de Buenos Aires. Años 2006/2024*”, correspondiente a 1737 colegios estatales y privados de nivel primario y secundario (IDECBA, 2024)

TABLA XII: Proyecciones de colegios estatales y privados

<b>Colegios</b>	<b>Crecimiento mensual</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
Optimista	12,5% (rápido)	12	51	208
Neutral	10% (medio)	9	30	93
Pesimista	7,5% (lento)	8	19	48

Fuente: Elaboración Propia

Como se estableció en la subsección “*Fuentes de Ingresos*”, del Modelo Canvas de Negocio, las instituciones educativas (en este caso colegios estatales y privados) pagan un importe mensual de USD 100 por la licencia educativa.

### 3.3.2.3. Indicadores Financieros

El *Valor Actual Neto* (VAN) es la suma de los valores presentes de todos los flujos de caja de un proyecto, tanto de entrada como de salida, descontados a una tasa que refleja el riesgo del proyecto. En términos operativos, equivale a la diferencia entre el valor presente de los flujos de caja futuros y el desembolso inicial. Sobre esta base, las inversiones con VAN positivo se consideran rentables y deberían aceptarse, mientras que aquellas con VAN negativo implican pérdidas y no deberían emprenderse (Shou, 2022, pp. 826-827).

A continuación se detalla la fórmula y la TABLA XIII, donde figura el VAN resultante para los diferentes escenarios.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (2)$$

- $F_t$  = Flujo de fondos neto en el periodo “ $t$ ”.
- $r$  = Tasa de descuento.
- $t$  = Número de periodo.
- $n$  = Cantidad total de periodos evaluados.
- $I_0$  = Inversión Inicial.

TABLA XIII: Valor Actual Neto según escenario

Escenario	VAN
Optimista	USD \$15356.69
Neutral	USD \$4016.25
Pesimista	USD -\$746.76

Fuente: Elaboración Propia

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es un método de presupuestación de capital que refleja la tasa de rentabilidad que iguala el valor actual de los ingresos con el valor actual de los egresos de un proyecto; es decir, la tasa que hace que el Valor Actual Neto (VAN) sea igual a cero. Este método considera el valor temporal del dinero, ya que los flujos de efectivo del proyecto se descuentan a esa tasa interna de retorno (Sinaga *et al.*, 2023, p. 1080).

Según Sinaga *et al.*, la ventaja de la TIR es que permite observar claramente el impacto de la inversión mediante un cálculo que incorpora los flujos de efectivo entrantes, el valor temporal del dinero y los riesgos asociados al proyecto. Su fórmula es la siguiente:

$$TIR = P1 - C1 \times \left( \frac{P2 - P1}{C2 - C1} \right) \quad (3)$$

- P1 = Tasa de descuento que produce un VAN positivo.
- P2 = Tasa de descuento que produce un VAN negativo.
- C1 = VAN correspondiente a la tasa P1 (positivo).
- C2 = VAN correspondiente a la tasa P2 (negativo).

En la TABLA XIV se detalla la TIR obtenida por cada escenario.

TABLA XIV: Tasa Interna de Retorno según escenario

Escenario	TIR
Optimista	107.83%
Neutral	45.51%
Pesimista	1.29%

Fuente: Elaboración Propia

*“El **payback** o **plazo de recuperación** es un criterio para evaluar inversiones que se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión [...] Por medio del **payback** sabemos el número de periodos (normalmente años) que se tarda en recuperar el dinero desembolsado al comienzo de una inversión. Lo que es crucial a la hora de decidir si embarcarse en un proyecto o no.”* (Morales, 2020)

Debido a que los flujos de caja no son iguales en todos los periodos, se aplicó la siguiente fórmula:

$$Payback = a + \left( \frac{I_0 - b}{F_t} \right) \quad (4)$$

- $a$  = Número de periodo inmediatamente anterior hasta recuperar el desembolso inicial.
- $b$  = Suma de los flujos hasta el final del periodo “ $a$ ”.
- $F_t$  = Flujo de fondos en el periodo “ $t$ ” (por el cual se recupera la inversión).
- $I_0$  = Inversión Inicial.

En la TABLA XV se encuentran los Paybacks para cada escenario, medido en meses.

TABLA XV: Payback según escenario

Escenario	Payback
Optimista	22.4 meses
Neutral	27 meses
Pesimista	36 meses

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.3. Discusión Financiera

El análisis financiero del proyecto bajo sus tres escenarios (optimista, neutral y pesimista) revela distintos niveles de viabilidad según el grado de adopción y crecimiento alcanzado. En términos generales, el proyecto demuestra rentabilidad y recuperación de la inversión en escenarios con desempeño medio y alto, mientras que su viabilidad se compromete en condiciones más desfavorables.

En el escenario optimista, se observa un alto rendimiento con una TIR del 107.83%, un VAN superior a los USD 15000 y una recuperación de la inversión en menos de dos años. En el escenario neutral, los resultados también son positivos, con una TIR del 45,51%, un VAN de USD 4016 y una recuperación en 27 meses, lo cual refleja una adopción moderada,

manteniendo la rentabilidad del proyecto. En el caso pesimista, el proyecto no logra recuperar la inversión dentro del periodo analizado.

Por lo tanto, el proyecto logra ser financieramente viable siempre y cuando consiga alcanzar un nivel mínimo de adopción del mercado, siendo las instituciones educativas el factor que mayor impacto tiene en su éxito debido al plan de suscripciones mensuales.

Consecuentemente, podría ser beneficiosa una expansión del alcance geográfico para cubrir mayor territorio a modo de alcanzar un mercado más amplio (sea todo el territorio Argentino, o sólo la Provincia de Buenos Aires), y considerar otras instituciones educativas además de colegios estatales y privados. También se podría destinar parte de los ingresos obtenidos a mejoras progresivas del producto, fortaleciendo así su propuesta de valor.

### **3.4. Marca**

Según Sammut-Bonnici (2015, p. 1), una marca puede definirse como: *“un conjunto de atributos tangibles e intangibles diseñados para crear conciencia e identidad, y para construir la reputación de un producto, servicio, persona, lugar u organización”*.

A modo de romper con la estética oriental comúnmente hallada en aplicaciones relacionadas con la enseñanza mediante ábacos, Abacuy busca diferenciarse brindando una identidad regional basada en la fauna nacional y sudamericana. Siguiendo los pasos de grandes entidades como Duolingo con su pájaro, GNU/Linux con su pingüino, y SEGA con su erizo, se adoptó una mascota como representante principal de la marca.

Su diseño está basado en el roedor andino domesticado *“Cavia porcellus”* también conocido como *cuy*, *cuis*, *cobayo*, *conejillo de indias*, entre otros (ASALE y RAE, [sin fecha]). Es reconocido principalmente como animal de compañía por su temperamento sociable y diversidad cromática de pelaje (Grădinaru y Setalia, 2025, pp. 1-4). Consecuentemente, este animal es utilizado como herramienta para empatizar con el producto y sus intenciones. Por esta razón se creó el nombre *“Abacuy”* (/a.βa'kui/, *abacúi*), como combinación de las palabras *“ábaco”* y *“cuy”*. Además, es similar fonéticamente a *“abacus”* (singular de ábaco en inglés), sólo que varía en la última letra.

### 3.4.1. Misión

Fortalecer la educación argentina desde el juego, promoviendo experiencias significativas tanto en el aula como en el hogar.

### 3.4.2. Visión

Consolidarse como una referencia en innovación pedagógica para la enseñanza de la matemática en contextos escolares, contribuyendo a una educación más inclusiva y equitativa. Abacuy aspira integrar el juego, la tecnología y la pedagogía para potenciar el acceso al conocimiento y reducir las brechas en el aprendizaje matemático argentino.

### 3.4.3. Isotipo



Figura 36: Isotipo de Abacuy - Fuente: Elaboración Propia

El isotipo (texto e imagen) de Abacuy tiene por objetivo captar la atención de un público joven, principalmente estudiantes de entre 10 y 17 años, combinando claridad, simpatía y enfoque educativo. Para ello se tomaron los siguientes criterios:

- La mascota, denominada “*Abi*”, actúa como un personaje guía para inspirar simpatía, pero sin caer en lo infantil. El estilo caricaturesco procura ser atractivo para adolescentes y pre-adolescentes, transmitiendo un tono amable y motivador para reforzar una experiencia visual positiva.

- El ábaco colorido está inspirado en la variante más comúnmente hallada en entornos escolares occidentales. Complementa el carácter educativo y visualmente estimulante del producto.

### 3.4.4. Tipografía

Se optó por una combinación de tres fuentes tipográficas que cumplen funciones jerárquicas diferenciadas, buscando un equilibrio entre atractivo visual y funcionalidad comunicativa.

La tipografía principal es *Fredoka*, debido a sus formas redondeadas y trazos gruesos. Es usada en títulos y elementos destacados.

Como tipografía secundaria se emplea *Lato*. Posee una estructura de proporciones clásicas, con un diseño estilizado de apariencia contemporánea. Es utilizada en combinación con *Fredoka* para componentes de la interfaz como menús, botones y subtítulos.

Finalmente, la terciaria es *Nine By Five*. Se trata de una tipografía pixelada y monoespaciada, con un marcado estilo retro digital, inspirada en interfaces de computadoras y videojuegos. Se utiliza para textos explicativos como tutoriales.

La tipografía terciaria se encuentra disponible en *FontSpace* bajo la licencia *Creative Commons (by-sa)*, mientras que *Fredoka* y *Lato* están en *Google Fonts* bajo *SIL Open Font License (OFL) 1.1*. Esta última licencia permite el uso libre tanto comercial como no comercial, así como la modificación y redistribución de las tipografías, siempre que las versiones derivadas se distribuyan bajo la misma licencia y no utilicen el nombre reservado de la fuente original, salvo autorización expresa del autor (Gaultney y Spalinger, 2024). Por tanto, su utilización no impone costos ni restricciones para el uso que se le da en Abacuy

*Creative Commons (by-sa)* también brinda libertades similares, pero requiere explícitamente dar crédito al creador, y cualquier modificación debe ser compartida bajo los mismos términos (Creative Commons, [sin fecha]).

### 3.4.5. Paleta de Colores

La paleta de colores seleccionada para Abacuy está diseñada con el objetivo de transmitir un ambiente natural, lúdico y educativo, acorde al público joven. Cada color es elegido teniendo en cuenta principios fundamentales de accesibilidad visual, asegurando una experiencia inclusiva para todos los usuarios. Para ello, se utiliza la herramienta *whocanuse.com*, que permite evaluar el contraste de color según distintos tipos de discapacidades visuales y condiciones de visión (Ginnivan, 2025).

A su vez, la base técnica de la elección de colores se fundamenta en el cumplimiento de los estándares definidos por las *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)*, específicamente en su nivel más exigente, “*WCAG AAA*”. Este nivel requiere una relación de contraste mínima de 7:1 entre el texto y su fondo para garantizar una lectura óptima, incluso en condiciones visuales desafiantes (W3C, 2025).

- **#D8A655** Un dorado mostaza suave, evoca madera y naturaleza, conectando visualmente con el material tradicional del ábaco físico. Busca transmitir calidez y cercanía.
- **#FBE2C6** Beige claro, representa la calidez del entorno hogareño y la suavidad del personaje, para su uso en fondos, o como color base neutro. También remite a los colores naturales encontrados en las llanuras y valles donde se encuentra el cuy, y se representa en su pelaje.
- **#F29040** Naranja vibrante, asociado con entusiasmo y energía. Estimula la atención del usuario y es útil para llamadas a la acción. A su vez, se caracteriza por ser otro de los colores posibles del pelaje que posee el cuy.
- **#67C6BA**: El turquesa permite equilibrar los colores más cálidos de la paleta, y sirve como fondo para secciones importantes que contienen breves explicaciones.
- **#88BB3D** Verde lima, asociado al progreso, los logros y la retroalimentación positiva, en línea con el espíritu alentador del cuy.

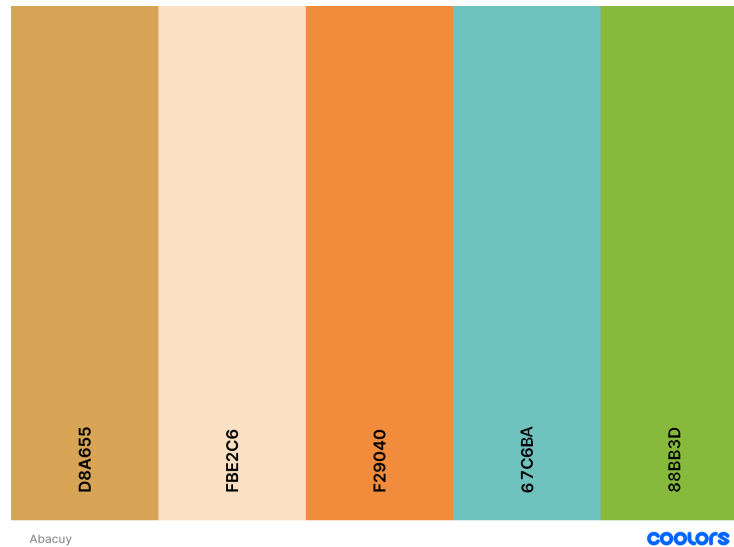


Figura 37: Paleta de colores mediante colors.co - Fuente: Elaboración Propia

### 3.5. Descargo de Responsabilidad Legal

A fines legales, se realizó una búsqueda del nombre “*Abacuy*” en la base de datos del *Instituto Nacional de la Propiedad Industrial* (INPI) con el objetivo de analizar la viabilidad de su uso y eventual registro como marca. Según la *Clasificación de Niza*, el producto se encuadra principalmente en la clase 9, que incluye ítems como “*Computer software applications, downloadable*” (090717), “*Computer game software, downloadable*” (090829), “*Computer programs, downloadable*” (090658) y “*Teaching apparatus*” (090440); y en la clase 41, que comprende servicios como “*Teaching / educational services / instruction services*” (410017) y “*Providing information in the field of education*” (410048) (WIPO, 2025).

La búsqueda realizada indica que, al momento del análisis, la marca “*Abacuy*” no se encuentra registrada en dichas clases, lo cual sugiere su disponibilidad para ser solicitada (INPI, [sin fecha]).

### 3.6. Marco Legal

En el marco legal del producto se contemplan las disposiciones de la Ley 25.326 de *Protección de Datos Personales*, vigente en la República Argentina (Congreso de la Nación

Argentina, 2000). Abacuy no solicita información sensible ni datos de contacto de los usuarios, sino únicamente datos mínimos necesarios para personalizar la experiencia educativa: apodo, género y fecha de nacimiento. Estos datos son tratados de manera anónima, es decir, no se recaban identificadores directos, no existe trazabilidad externa y hay separación entre dato y persona, además de ser utilizados exclusivamente con fines analíticos.

Asimismo, se establece que la utilización de la aplicación requiere la supervisión de un adulto responsable, dado que su público objetivo son niños, niñas y adolescentes. Se garantizan los derechos de acceso, rectificación y supresión de datos conforme a la normativa vigente.

El Anexo D presenta un modelo preliminar de los Términos y Condiciones que se prevé incorporar en la versión final del producto destinada a producción. Este modelo cumple una función ilustrativa y está sujeto a revisión. En la versión definitiva, los Términos y Condiciones estarán disponibles dentro de la aplicación mediante un diálogo modal interactivo que requerirá aceptación explícita de un adulto o institución responsable.

## 4. Metodologías de Desarrollo

La metodología de desarrollo utilizada se basa en la ingeniería de software ágil. Según Pressman, *“la ingeniería de software ágil combina una filosofía con un conjunto de lineamientos de desarrollo. La filosofía pone el énfasis en: la satisfacción del cliente y en la entrega rápida de software incremental, los equipos pequeños y muy motivados para efectuar el proyecto, los métodos informales, los productos del trabajo con mínima ingeniería de software y la sencillez general en el desarrollo”* (Pressman, 2010, p. 55)

Este enfoque se adapta especialmente bien a proyectos educativos como Abacuy, donde la flexibilidad, la iteración y la retroalimentación son fundamentales.

### 4.1. Metodología Híbrida Scrumban

El desarrollo de Abacuy se enmarca dentro de un enfoque híbrido de dos metodologías ágiles, Scrum y Kanban, también conocido como Scrumban. Esto permite mantener entregas parciales y funcionales en periodos cortos, dar visibilidad al progreso mediante un tablero compartido a modo de organizar las tareas de diseño, desarrollo y prueba, además de adaptar la priorización de funcionalidades en base a los ajustes de requerimientos a medida que se adquiere mayor experiencia sobre las necesidades del producto final.

Respecto a Scrum, Scrumban retoma la planificación en ciclos cortos (sprints), la definición de roles y ceremonias básicas (reuniones de planificación), así como la priorización del backlog. Esto permite mantener un marco de referencia claro para la entrega incremental de valor y la mejora continua. Mientras que en lo relacionado a Kanban, se incorpora el uso de tableros visuales, la limitación del trabajo en curso (Work in Progress, WIP) y la gestión dinámica de tareas, lo cual favorece la adaptabilidad ante cambios de prioridades y la visibilidad del estado del proyecto en tiempo real.

Scrumban se presenta como un modelo orientado a contextos donde Scrum puede resultar demasiado rígido y Kanban demasiado abierto. Su propósito es incrementar la capacidad de respuesta del equipo frente a la incertidumbre y a la variabilidad en la carga de trabajo, sin perder la orientación a entregas iterativas y medibles.

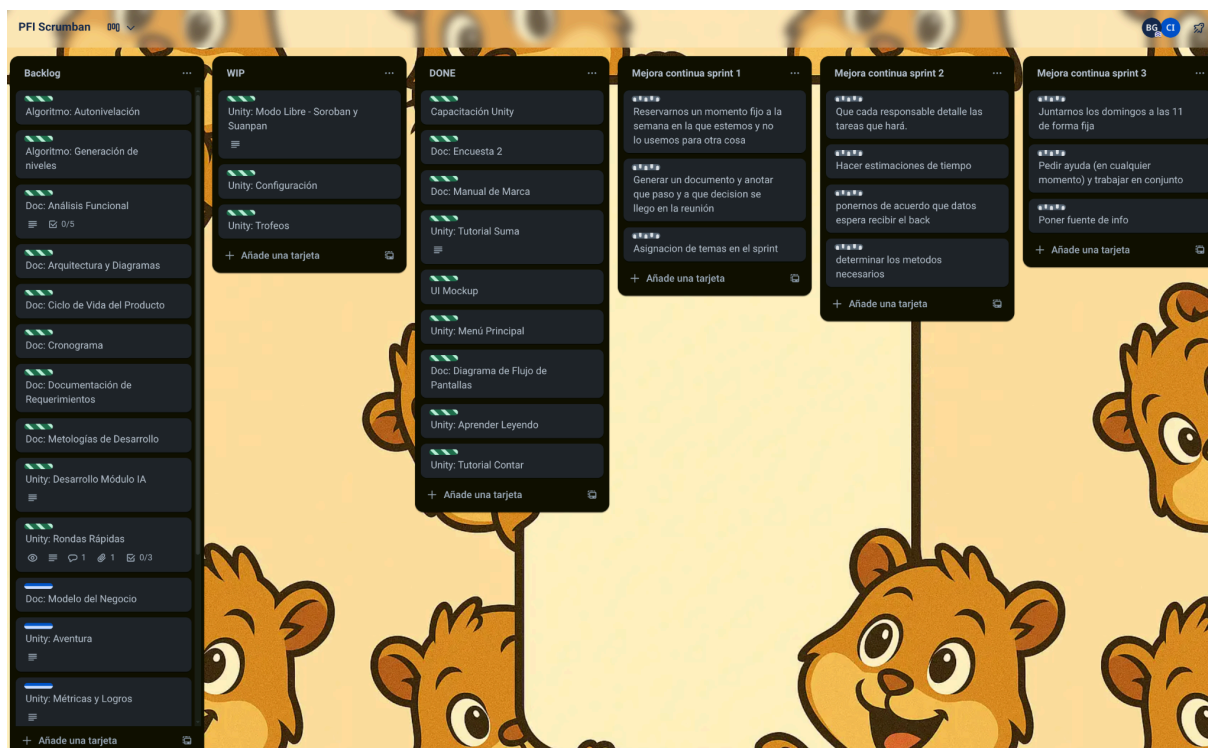


Figura 38: Organización de tareas Scrumban mediante Trello - Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. Herramientas Empleadas

Además de las mencionadas anteriormente, en esta sección se describen las tecnologías, entornos y recursos que fueron empleados durante el desarrollo de Abacuy.

### 4.2.1. Trello

*“Trello es una solución de gestión de proyectos que facilita la colaboración y comunicación en tiempo real para llevar a cabo tareas y alcanzar los objetivos del proyecto. [...] Como herramienta de gestión de proyectos basada en el estilo Kanban, el diseño de Trello permite a los usuarios crear ‘tableros’[...] dentro de estos tableros, se pueden crear ‘tarjetas’ para representar tareas específicas [...] las cuales pueden moverse entre listas mediante arrastrar y soltar una vez que se completan.”*(Stojanovic, 2021, p. 94). Esta herramienta es utilizada en el proyecto para la implementación de Scrumban.

### 4.2.2. DALL-E 3

*“DALL·E 3 es un sistema de inteligencia artificial que recibe una instrucción de texto como entrada y genera una imagen nueva como salida. DALL·E 3 se basa en DALL·E 2 mejorando la fidelidad de los textos y la calidad de imagen. En esta tarjeta del sistema, compartimos el trabajo realizado para preparar DALL·E 3 para su implementación, incluyendo nuestras tareas con equipos externos de expertos (red teaming), evaluaciones de riesgos clave y medidas de mitigación para reducir los riesgos del modelo y minimizar comportamientos no deseados.”* (OpenAI, 2023). Dicha herramienta es utilizada para la generación de imágenes que representan los diferentes animales caricaturizados de Abacuy, tales como el cuy presente en el isotipo del producto.

### 4.2.3. Canva

*“Canva es una herramienta de diseño y publicación online que tiene como misión poner el poder del diseño al alcance de todo el mundo, para que cualquier persona pueda diseñar lo que quiera y publicar donde quiera.”* (Canva Pty Ltd, 2025). Es utilizado para el bosquejo de la interfaz de usuario (UI), las figuras explicativas del tutorial y las presentaciones orales.

### 4.2.4. Visual Studio Code

*“Visual Studio Code (VS Code) es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft, diseñado para ser ligero, rápido y altamente personalizable. [...] Uno de los mayores puntos a favor de Visual Studio Code es que es completamente gratuito y multiplataforma. Esto significa que puedes descargar y utilizar VS Code en Windows, macOS y Linux sin costo alguno. Esta accesibilidad ha facilitado su adopción tanto por parte de desarrolladores principiantes como por equipos profesionales que buscan una herramienta eficiente sin tener que invertir en costosas licencias de software. Además, al ser un proyecto de código abierto, la comunidad puede contribuir al desarrollo del editor y crear nuevas extensiones para mejorar su funcionalidad.”* (Cimas Cuadrado, 2022).

Por su naturaleza multiplataforma y estatus de commodity dentro del desarrollo de Unity, VS Code es la plataforma elegida para el desarrollo del proyecto.

#### **4.2.5. Kenney**

Se utilizan recursos gráficos provenientes de Kenney Assets (kenney.nl), los cuales se distribuyen bajo licencia Creative Commons Zero (CC0). Esta decisión permitió optimizar tiempos de producción visual y centrar los esfuerzos en aspectos funcionales del sistema, asegurando al mismo tiempo el cumplimiento de buenas prácticas en materia de propiedad intelectual, ya que su uso, modificación y redistribución son libres de restricciones para el alcance del proyecto.

#### **4.2.6. Lucidchart**

*“Lucidchart es una herramienta de comunicación visual y colaboración multiplataforma que combina facilidad de uso con una funcionalidad robusta, permitiendo crear diagramas de flujo profesionales, mapas de procesos, mapas conceptuales, modelos UML, organigramas y muchos otros tipos de diagramas.”* (UCSD, 2024). Los diversos diagramas de arquitectura se realizaron a través de la plataforma Lucidchart.

#### **4.2.7. Soroban Exam Generator**

El Soroban Exam Generator es un servicio web diseñado y desarrollado por *solsTiCe d’Hiver* para la creación de exámenes y hojas de práctica de cálculo con ábaco (más específicamente usando el soroban), permitiendo generar archivos en formatos como PDF y HTML con distintos niveles de dificultad basados en grados tradicionales (13° kyu a 1° kyu) basado en ejemplos de instituciones y libros especializados (solsTiCe d’Hiver, 2025b).

Dicho recurso sirvió como fuente principal para investigar contenidos y estructuras que componen un examen tradicional para los distintos niveles de dominio. En el Anexo E se puede encontrar un ejemplo generado por dicho sitio.

### 4.3. Sistema de Dificultad Dinámica

Uno de los desafíos que poseen las aplicaciones educativas es la retención de usuarios, y Abacuy trabaja sobre esto a través de un sistema que le permite al estudiante aprender sobre aritmética de ábacos en forma progresiva, partiendo desde los casos base, y escalando gradualmente hacia los avanzados. Esto se logra mediante la implementación de un sistema de “*dificultad dinámica*”, cuyo objetivo es la generación de ejercicios adaptables al nivel de conocimiento del estudiante, y ajustando la complejidad de las actividades mediante diferentes etapas o franjas, sin saltos abruptos en la curva de aprendizaje.

A continuación se describen en detalle los algoritmos que permiten dicho sistema.

#### 4.3.1. Generador Automático de Ejercicios

El generador automático de ejercicios es un algoritmo que elabora problemas aritméticos en tiempo real y adaptados al nivel del usuario. Su lógica utiliza definiciones de dificultades basadas en cuatro niveles de dominio: “*entrante*”, “*bajo*”, “*medio*” y “*alto*”; de los cuales, a su vez, se subdividen en tres franjas de dificultad “*baja*”, “*media*”, y “*alta*”.

TABLA XVI: Matriz de ejercicios por nivel

Contar	★ Principal	-	-	-
Suma 1 dígito	★ Principal	⊙ Mezcla	-	-
Suma (multi)	-	★ Principal	⊙ Mezcla	⊙ Mezcla
Suma + Resta	-	⊙ Mezcla	★ Principal	⊙ Mezcla
Multiplicación 1	-	-	★ Principal	⊙ Mezcla
Multiplicación 2	-	-	-	★ Principal
División 1	-	-	-	★ Principal
	Entrante	Bajo	Medio	Alto

Legenda: ★ Principal ⊙ Mezcla/Repaso - No aplica

Fuente: Elaboración Propia

En función del nivel y franja en la que se encuentre el usuario, el generador selecciona el tipo de ejercicio apropiado y configura sus parámetros (ver TABLA XVI). Por ejemplo, en niveles básicos se proponen actividades de conteo simple y sumas de dígitos pequeños (una cifra), mientras que en niveles avanzados se incluyen multiplicaciones y divisiones. Esta distribución asegura una progresión gradual, pues a medida que el usuario avanza, se agregan nuevos tipos de cálculos sin salirse de lo ya dominado.

En cada iteración, el algoritmo toma como entrada el nivel actual y la franja de dificultad del usuario. En base a ello, elige un tipo de problema dentro de los establecidos para esa combinación de nivel y franja (por ejemplo; en el caso de usuarios en franja alta, escogerá una multiplicación de varios dígitos). Una vez determinado el tipo de operación, el algoritmo genera los ejercicios de forma pseudoaleatoria, mediante una semilla ajustable, respetando los rangos numéricos y restricciones pedagógicas del nivel (ver Figura 39).

```

ExerciseType SampleExerciseType(LevelSlot slot)
{
    int s = (int)slot;
    double r = rng.NextDouble();

    if (slot == LevelSlot.Entrante)
    {
        // "Generativa" simple: 60% suma1, 40% contar (pero puede variar un poco)
        double pSuma1 = 0.6 + Noise(0.1);
        return (r < Clamp01(pSuma1)) ? ExerciseType.Suma1 : ExerciseType.Contar;
    }

    if (s >= 1 && s <= 3)
    { // Bajo
        // 65% Suma, 25% Resta1, 10% Suma de refuerzo
        if (r < 0.65 + Noise(0.05)) return ExerciseType.Suma;
        if (r < 0.90 + Noise(0.03)) return ExerciseType.Resta1;
        return ExerciseType.Suma;
    }

    if (s >= 4 && s <= 6)
    { // Medio
        // 45% Suma, 30% Resta, 25% Mul1
        if (r < 0.45 + Noise(0.05)) return ExerciseType.Suma;
        if (r < 0.75 + Noise(0.05)) return ExerciseType.Resta;
        return ExerciseType.Mul1;
    }

    // Alto
    // 45% Mul2, 30% Div1, 25% Mul1
    if (r < 0.45 + Noise(0.05)) return ExerciseType.Mul2;
    if (r < 0.75 + Noise(0.05)) return ExerciseType.Div1;
    return ExerciseType.Mul1;
}

```

Figura 39: Generador de ejercicios - Fuente: Elaboración Propia

En el nivel bajo, donde se introducen las restas, el algoritmo asegura resultados estrictamente positivos y limita la cantidad total de dígitos por término, mientras que en niveles avanzados se podrán generar números de mayor magnitud y/o múltiples operaciones encadenadas. Tras generar un ejercicio candidato, el sistema valida que cumplan los criterios de dificultad: si el ejercicio resultante es demasiado trivial o excede la complejidad deseada, se descarta y vuelve a generar otro con diferentes números u operadores.

Entre las fortalezas técnicas de este generador destaca la variedad de ejercicios que puede producir. A diferencia de un sistema tradicional con un banco fijo de preguntas, los problemas se crean dinámicamente, evitando repeticiones frecuentes y eliminando la necesidad de cargar nuevos ejercicios manualmente. Esto reduce el mantenimiento y asegura que incluso tras usos prolongados, la aplicación siga presentando desafíos nuevos al usuario.

Además, el componente de aleatoriedad fomenta la destreza mental debido a que el usuario no puede memorizar respuestas de antemano, sino que debe aplicar sus habilidades de cálculo en cada situación novedosa. Otro beneficio es la personalización del contenido, ya que el generador está intrínsecamente ligado al progreso individual, por lo que dos usuarios en etapas distintas recibirán automáticamente ejercicios acordes a sus capacidades, manteniendo así un flujo sostenido de retos adecuados para cada nivel.

### **4.3.2. Nivelador Automático de Perfiles**

El Nivelador Automático de Perfiles es el algoritmo encargado de ajustar dinámicamente la dificultad asignada a cada usuario, en base a su desempeño en los ejercicios. Inspirado por el sistema ELO del ajedrez, su objetivo es mantener al perfil en un rango de desafío óptimo de forma autónoma.

Desde el punto de vista de un estudiante, se busca evitar tanto la frustración por tareas demasiado complejas, como el aburrimiento por tareas demasiado simples. Para lograrlo, se realiza un seguimiento continuo de métricas de rendimiento del jugador, tales como la precisión en las respuestas (medida en porcentaje de aciertos), la velocidad o tiempo

promedio de resolución, y la cantidad de intentos exitosos consecutivos. Estos datos quedan registrados en el perfil y alimentan las decisiones del algoritmo.

El funcionamiento lógico del algoritmo puede entenderse como un ciclo que se repite con cada ejercicio resuelto. Inicialmente, al crear un perfil o iniciar una sesión, el usuario comienza en un nivel base predeterminado (entrante para un usuario iniciante, aunque el sistema puede acelerar esta fase si detecta que resuelve rápidamente los primeros ejercicios). Una vez el usuario completa un ejercicio generado, el algoritmo evalúa su desempeño en base a una serie de preguntas:

- ¿Respondió correctamente y con facilidad, indicando dominio pleno de la tarea?
- ¿Cometió errores o mostró dificultad notable?
- ¿Cómo se compara su tiempo de respuesta con los promedios esperados?

En función a estos criterios, el algoritmo de nivelación decide si incrementa, mantiene o reduce el nivel de dificultad asignado al perfil, antes de generar el siguiente ejercicio.

En la práctica, esto significa que un desempeño consistentemente alto (varios aciertos seguidos con rapidez) activará un ascenso de dificultad, ya sea dentro de la misma categoría, o promoviendo al usuario al siguiente nivel una vez alcanzada la franja alta de su nivel correspondiente. Por el contrario, si el usuario muestra dificultades sostenidas (repetidos errores o tiempos prolongados), el sistema puede bajarlo de franja o nivel para reforzar fundamentos. Cuando el rendimiento es intermedio, el nivel se conserva, proponiendo más ejercicios de dificultad similar, hasta que haya evidencia para ajustar.

Cabe destacar la importancia del solapamiento de niveles (Figura 40) en la eficacia del algoritmo. Debido a que las bandas de dificultad adyacentes entre un nivel y el siguiente se superponen en contenido, el algoritmo de nivelación puede promover al usuario de, por ejemplo, “*nivel bajo-franja alta*”, a “*nivel medio-franja baja*” sin que perciba un salto abrupto.

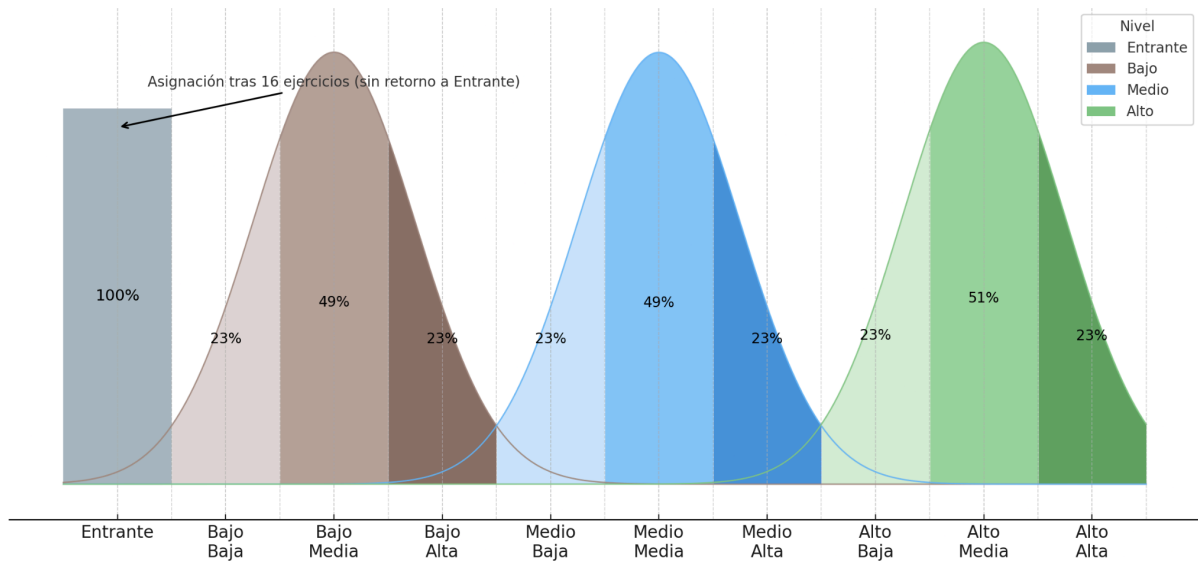


Figura 40: Solapamiento por niveles y franjas - Fuente: Elaboración Propia

## 5. Pruebas Realizadas

Con el objetivo de evaluar la calidad y estabilidad del sistema, se realizaron distintos tipos de pruebas sobre el producto desarrollado. Esta sección presenta las pruebas funcionales, unitarias y de usabilidad, detallando sus metodologías y resultados correspondientes.

### 5.1. Pruebas Funcionales

Las pruebas funcionales, también conocidas como “*Pruebas de Caja Negra*”, se centran en verificar que el software cumpla con los requerimientos funcionales, evaluando el comportamiento a partir de las entradas y salidas definidas, sin considerar la estructura interna. Este tipo de pruebas se realiza principalmente sobre la interfaz del sistema, y busca asegurar que las respuestas obtenidas ante diversas condiciones de entrada coincidan con los resultados esperados según las especificaciones del proyecto (Pressman, 2010, pp. 414, 423).

A continuación se detalla cada una:

TABLA XVII: Caso de Prueba 01

<b>Caso de Prueba</b>	<b>CP01</b>
<b>R.F.</b>	RF01: El sistema debe permitir la creación, edición y eliminación de hasta cuatro perfiles de usuario por dispositivo, incluyendo datos de apodo, avatar, género y fecha de nacimiento.
<b>Condiciones Previas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicación instalada sin perfiles previos.</li> <li>● El dispositivo cuenta con espacio suficiente para el almacenamiento de los perfiles.</li> </ul>
<b>Secuencia de Ejecución</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crear cuatro perfiles con datos válidos (avatar, apodo, género y fecha de nacimiento).</li> <li>2. Reiniciar la aplicación.</li> <li>3. Intentar crear un quinto perfil.</li> <li>4. Editar el apodo de un perfil.</li> <li>5. Eliminar un perfil.</li> </ol>
<b>Resultado Esperado</b>	Los perfiles creados persisten tras el reinicio. Las modificaciones se reflejan tanto visualmente como en el archivo <i>user_profiles.json</i> y el

	perfil eliminado deja de aparecer en pantalla. Al haber alcanzado el máximo de perfiles, el sistema bloquea el botón de creación.
<b>Resultado de la Prueba</b>	<b>PASS</b>

Fuente: Elaboración Propia

TABLA XVIII: Caso de Prueba 02

<b>Caso de Prueba</b>	<b>CP02</b>
<b>R.F.</b>	RF02: El sistema debe proporcionar un ábaco virtual que responda a los gestos táctiles del usuario, actualizando el valor mostrado de acuerdo con los movimientos realizados.
<b>Condiciones Previas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de ábaco configurado en “<i>Japonés - Soroban</i>”.</li> <li>• Sonido y vibración activado.</li> </ul>
<b>Secuencia de Ejecución</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar el modo “<i>Libre</i>” desde el menú principal.</li> <li>2. Mover las fichas para representar el número “46789”.</li> <li>3. Observar el valor resultante.</li> <li>4. Volver al menú de configuración y seleccionar el tipo de ábaco “<i>Chino - Suanpan</i>”.</li> <li>5. Repetir los pasos 1 al 3</li> <li>6. Volver al menú principal y repetir el proceso, pero seleccionando “<i>Modo Invisible</i>”.</li> </ol>
<b>Resultado Esperado</b>	El número mostrado en pantalla coincide con el valor “46789”. Todos los parámetros del menú de configuración funcionan correctamente y persisten a través de <i>app_settings.json</i> .
<b>Resultado de la Prueba</b>	<b>PASS</b>

Fuente: Elaboración Propia

TABLA XIX: Caso de Prueba 03

<b>Caso de Prueba</b>	<b>CP03</b>
<b>R.F.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RF03: El sistema debe ofrecer diferentes modos de práctica en base a las necesidades del usuario.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● RF04: El sistema debe registrar métricas de desempeño en cada ejercicio, incluyendo aciertos, errores y tiempo de resolución.</li> <li>● RF05: El sistema le debe mostrar al usuario retroalimentación inmediata sobre el resultado de cada ejercicio, indicando si fue correcto o incorrecto.</li> </ul>
<b>Condiciones Previas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Perfil de usuario creado y con dificultad interna asignada.</li> <li>● Todos los tutoriales se encuentran desbloqueados.</li> </ul>
<b>Secuencia de Ejecución</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iniciar la aplicación y acceder al menú principal.</li> <li>2. Seleccionar el modo “<i>Aventura</i>”.</li> <li>3. Confirmar que se muestre el mapa de desafíos y resolver los ejercicios de acuerdo al desafío seleccionado.</li> <li>4. Volver al menú principal y seleccionar el modo “<i>Rondas Rápidas</i>”.</li> <li>5. Configurar una sesión con duración de 2 vidas.</li> <li>6. Iniciar y resolver ejercicios hasta acabar con la ronda.</li> <li>7. Verificar que los resultados se reflejan en la sección “<i>Recorrido</i>” (rachas, tiempo total, ejercicios totales y nivel global).</li> <li>8. Regresar al menú principal y comprobar que los modos “<i>Multijugador</i>” y “<i>Libre</i>” se encuentren visibles y disponibles para su selección.</li> </ol>
<b>Resultado Esperado</b>	<p>Los modos “<i>Aventura</i>” y “<i>Rondas Rápidas</i>” pueden seleccionarse y ejecutarse correctamente desde el menú principal. Cada ejercicio posee retroalimentación inmediata en la forma de pérdida de vida al cometer errores, saltando un ejercicio, o persistiendo en la partida al resolver correctamente cada ejercicio. Al terminar se muestra una pantalla de fin de juego con opciones para continuar o volver al menú principal. Los demás modos mencionados se analizan en casos de prueba separados.</p>
<b>Resultado de la Prueba</b>	<b>PASS</b>

Fuente: Elaboración Propia

TABLA XX: Caso de Prueba 04

<b>Caso de Prueba</b>	<b>CP04</b>
-----------------------	-------------

<b>R.F.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RF09: El sistema debe permitir que entre dos y cuatro jugadores participen en un modo multijugador local, alternando turnos entre ellos y determinando un ganador al final de la partida.</li> </ul>
<b>Condiciones Previas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre dos y cuatro perfiles de usuario están creados y configurados.</li> </ul>
<b>Secuencia de Ejecución</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Iniciar la aplicación y acceder al menú principal.</li> <li>Seleccionar el modo “<i>Multijugador</i>”.</li> <li>Agregar, como mínimo, un jugador adicional, utilizando perfiles existentes o temporales.</li> <li>Seleccionar “<i>configuración grupal</i>”.</li> <li>Indicar una partida por tiempo (1 minuto), vidas (3) y dar comienzo a través del botón “<i>Comenzar</i>”.</li> <li>El sistema muestra la pantalla de comienzo del primer jugador, y este debe seleccionar el botón para comenzar su ronda.</li> <li>Al finalizar la ronda del primer jugador, se muestra la pantalla de comienzo del siguiente, realizando los mismos pasos.</li> <li>La partida continúa hasta que termina el último jugador. Una vez hecho esto, el sistema indica casos de empate, o el jugador ganador.</li> <li>El sistema también muestra la opción de volver al menú principal o volver al modo multijugador.</li> <li>Seleccionar la opción para volver a jugar.</li> <li>Crear otra partida, pero seleccionando “<i>configuración individual</i>”.</li> <li>Seleccionar operaciones aritméticas distintas para cada jugador.</li> <li>Se repiten los pasos 5 al 9, y se selecciona la opción para volver al menú principal.</li> </ol>
<b>Resultado Esperado</b>	<p>El sistema permite crear una partida multijugador local con un mínimo de dos, y máximo de cuatro jugadores, alternando turnos entre ellos. Al finalizar la partida, se determina un usuario ganador, o los casos de empate. Tanto la configuración grupal como individual funcionan correctamente, al igual que los distintos tipos de jugadores (existentes o temporales).</p>
<b>Resultado de la Prueba</b>	<b>PASS</b>

Fuente: Elaboración Propia

TABLA XXI: Caso de Prueba 05

<b>Caso de Prueba</b>	<b>CP05</b>
<b>R.F.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● RF07: El sistema debe otorgar trofeos y logros al cumplir objetivos relacionados con operaciones aritméticas.</li> <li>● RF08: El sistema debe ofrecer tutoriales para el aprendizaje de aritmética básica con ábaco.</li> </ul>
<b>Condiciones Previas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Perfil de usuario nuevo.</li> <li>● No se completó ningún tutorial.</li> </ul>
<b>Secuencia de Ejecución</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iniciar la aplicación y acceder al menú principal.</li> <li>2. Seleccionar el ícono con forma de birrete en la barra inferior.</li> <li>3. El sistema carga la pantalla “<i>Aprender Leyendo</i>”.</li> <li>4. Ingresar al tutorial “<i>Primeros pasos</i>”, desplazar la pantalla hasta el final y presionar “<i>Finalizar</i>”.</li> <li>5. El sistema registra la completitud en “<i>user_profiles.json</i>”, desbloquea la siguiente sección (“<i>Sumar</i>”), el perfil obtiene un trofeo (“<i>Experto contador</i>”) y vuelve a la pantalla “<i>Aprender Leyendo</i>”.</li> <li>6. Se repite el flujo para “<i>Sumar</i>”, “<i>Restar</i>”, “<i>Multiplicar</i>” y “<i>Dividir</i>”, respectivamente.</li> <li>7. Al finalizar “<i>Dividir</i>”, el sistema muestra una pantalla que indica la finalización de todos los tutoriales, junto a un botón para volver al menú principal.</li> <li>8. El sistema registra la obtención del logro “<i>Rey de los tutoriales</i>”.</li> <li>9. Seleccionar el ícono con forma de copa en la barra inferior, y el sistema carga la pantalla “<i>Recorrido</i>”.</li> <li>10. Observar la sección de trofeos y logros para visualizar todos los ganados por haber completado los tutoriales.</li> </ol>
<b>Resultado Esperado</b>	<p>Al completar un tutorial, se registra internamente a través de <i>user_profiles.json</i>, y se habilita el siguiente de la lista. Tras finalizar “<i>Dividir</i>”, el sistema le indica al actor que completó todos los tutoriales. El progreso persiste al volver al menú o reiniciar la aplicación. Cada tutorial tiene su propio logro o trofeo, junto a uno extra por haberlos completado en su totalidad.</p>
<b>Resultado de la Prueba</b>	<b>PASS</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 5.2. Pruebas Unitarias

Según Sommerville (2016, p. 232), “*la prueba unitaria es el proceso de verificación de los componentes del programa, como métodos o clases de objetos. Las funciones o métodos individuales son el tipo de componente más simple*”. En base a lo establecido en el requerimiento funcional RF06 (“*el sistema debe ajustar dinámicamente la dificultad de los ejercicios en función del rendimiento del usuario*”), se utiliza un entorno aislado para ejecutar la prueba unitaria denominada *Demo Adaptativa*, con el objetivo de verificar el cumplimiento.

### 5.2.1. Demo Adaptativa

Este procedimiento permite observar el comportamiento del sistema de dificultad dinámica en distintos escenarios de rendimiento. El componente *AdaptiveConsoleDemo* (Figura 41) se ejecuta dentro del objeto *AlgorithmsDemo*, ubicado a su vez en la escena *Screens* del proyecto de Unity, y permite realizar una simulación automática del proceso de nivelación y generación de ejercicios a través de un usuario virtual. El mismo también se encarga de crear una secuencia de ejercicios utilizando el motor *GenerativeExerciseEngine*, y actualiza el nivel de habilidad a través del módulo *AdaptiveLeveler*.

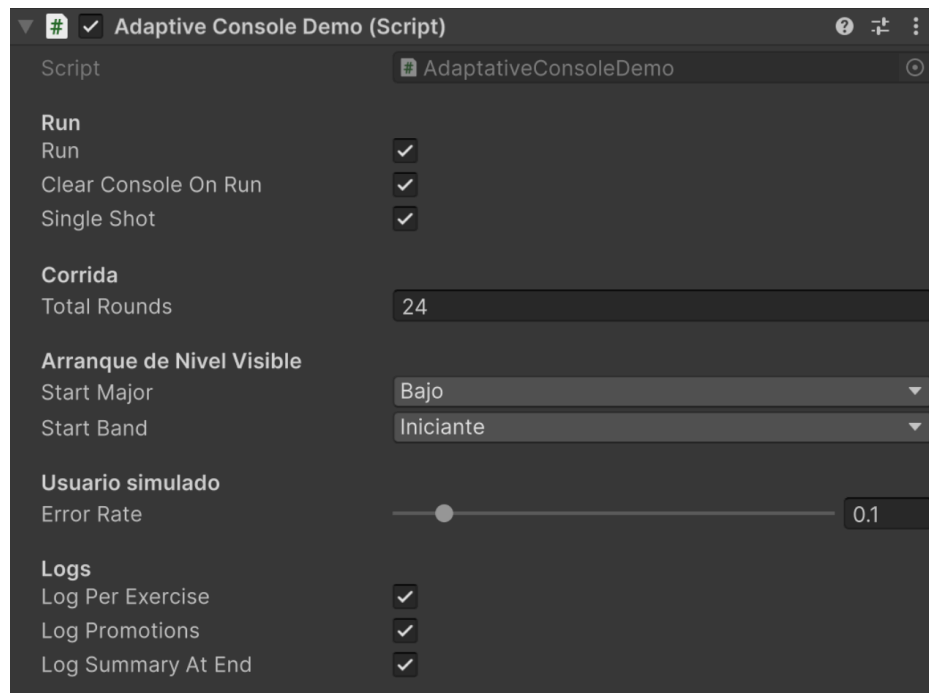


Figura 41: Configuración de la prueba unitaria para la Demo Adaptativa - Fuente: Elaboración Propia

Durante la simulación, el sistema realiza las siguientes acciones:

- Inicializar un nivel y franja de dominio del usuario (*Nivel Visible*), que se asociará a un índice de habilidad “ $\theta$ ” dentro del rango correspondiente.
- Establecer la cantidad total de ejercicios que habrá en la prueba.
- Simular la tasa de errores del usuario (*ErrorRate*). Este es un valor aproximado, por lo que no dará siempre el mismo resultado al final de cada demo.
- Recalcular el desempeño mediante un puntaje de dominio al finalizar cada ejercicio, y actualizar el estado del usuario.
- Mostrar por consola los datos relevantes de cada iteración, incluyendo el resultado del ejercicio, índice de habilidad, cantidad de términos por ejercicio, dificultad estimada, entre otros. En la Figura 42 se puede observar el resumen de los parámetros iniciales, y los resultados finales al completarse la simulación.

```
[15:16:36] ==== DEMO ADAPTATIVA ====
Inicio: Bajo/Iniciante |  $\theta$  inicial=3.0 | ErrorRate=10% | Total=24

==== DEMO ADAPTATIVA ====
Inicio: Bajo/Iniciante |  $\theta$  inicial=3.0 | ErrorRate=10% | Total=24

[15:16:36] ==== DEMO ADAPTATIVA ====
Inicio: Bajo/Iniciante |  $\theta$  inicial=3.0 | ErrorRate=10% | Total=24

==== DEMO ADAPTATIVA ====
Inicio: Bajo/Iniciante |  $\theta$  inicial=3.0 | ErrorRate=10% | Total=24
Legenda: DOM=score (0..1) por ejercicio; T=tReal/tObjetivo (0..1);  $\theta$ =habilidad global; n= #términos; maxD= dígitos máx.; d= dificultad estimada (0..20).
```

Figura 42: Resumen inicial y final por consola de la Demo Adaptativa - Fuente: Elaboración Propia

### 5.3. Pruebas de Usabilidad

Según Awang, Yusop y Danaee (2024, pp. 2-3), cuya publicación académica analiza la eficacia de un sistema de aprendizaje electrónico (*e-learning*) adaptativo para competencias matemáticas en escuelas secundarias; las pruebas de usabilidad consisten en aquellos procesos destinados a evaluar la facilidad de uso, la eficiencia y la satisfacción de los usuarios al interactuar con un sistema digital, con el fin de identificar problemas que dificulten su comprensión o experiencia.

Considerando que Abacuy trabaja sobre la misma área de interés, se optó por utilizar uno de los métodos primarios referenciados por dicha fuente para la realización de las pruebas de usabilidad, la observación directa. Dicha técnica tiene por objetivo analizar patrones de interacción, identificar posibles obstáculos en la navegación, y recoger datos cualitativos sobre la experiencia de uso.

Los usuarios participantes fueron una docente y pedagoga con experiencia educando a estudiantes con trastornos de aprendizaje, y un abogado jubilado con interés en fortalecer su salud cognitiva. Ambos realizaron las pruebas en forma separada durante un periodo máximo de 30 minutos cada uno.

Previo al inicio, no se les proporcionó instrucción alguna respecto a criterios de usabilidad o funcionalidades específicas del sistema, a fin de evitar sesgos cognitivos. La única información suministrada fue una descripción general del propósito funcional de la herramienta, y se les solicitó la ejecución de las siguientes tareas en orden:

- a. Crear un nuevo perfil de usuario.
- b. Completar el tutorial “*Primeros Pasos*”.
- c. Ingresar al modo “*Rondas Rápidas*” y crear una partida configurada con 3 minutos de duración y 5 vidas.
- d. Observar las métricas de desempeño en la sección de trofeos.

La totalidad de los participantes logró completar las tareas asignadas, y posteriormente se relevaron los siguientes aspectos:

- La barra inferior de acceso rápido (contiene los íconos de menú principal, tutoriales, trofeos y configuración) no resultó lo suficientemente explicativa a la hora de indicar la sección de tutoriales.
- La barra de desplazamiento para seleccionar tiempo y vidas no posee un arrastre granular de fácil uso.
- Hubo interés en disminuir el margen de desplazamiento de las fichas hasta que el sistema registra el número (cuando cambian a color verde).

#### **5.4. Discusión de las Pruebas**

Los resultados obtenidos en las diferentes pruebas realizadas permiten afirmar que el sistema cumple con los requerimientos funcionales establecidos en la etapa de análisis. Cada uno de los casos de prueba funcional arrojó resultados positivos (“*PASS*”), lo cual evidencia una correcta implementación de las funcionalidades principales y coherencia en el flujo de navegación. Esta validación fue clave para confirmar la robustez del sistema ante escenarios típicos de uso.

En particular, las pruebas funcionales permitieron identificar que los mecanismos de creación y gestión de perfiles, modos de práctica, trofeos, tutoriales y entrega de retroalimentación inmediata se comportaron conforme a lo previsto. Aunque aún pueden existir flujos alternativos a descubrir en pruebas futuras.

La prueba unitaria asociada al sistema de dificultad dinámica permitió validar un aspecto central de la propuesta pedagógica del sistema: la capacidad de ajustar automáticamente la complejidad de los ejercicios según el rendimiento del usuario.

Más específicamente, la Demo Adaptativa demostró que el motor de ejercicios y nivelador automático responden con consistencia a los cambios en el rendimiento simulado, recalculando correctamente el índice de habilidad y generando contenidos acordes al nivel estimado. Esto respalda empíricamente el requerimiento funcional *RF06* y, por extensión, la capacidad del sistema de sostener un enfoque personalizado de aprendizaje.

En cuanto a las pruebas de usabilidad, los resultados ofrecieron información valiosa para la mejora del diseño de la interfaz. Aunque los participantes lograron completar satisfactoriamente las tareas asignadas sin asistencia previa, se detectaron áreas de fricción en la experiencia de uso. En particular, la representación gráfica para el acceso a los tutoriales, el control de selección de parámetros (como tiempo y vidas), y la sensibilidad del desplazamiento de fichas.

Dichas observaciones cualitativas llevaron a la decisión de rediseñar los íconos de la barra inferior para que sean más autoexplicativos (Figura 43), incorporar un selector manual para mayor precisión durante la configuración de partidas, además de un ajuste de sensibilidad en el movimiento de fichas. Todas estas medidas apuntan a mejorar la accesibilidad y disminuir la curva de aprendizaje.



Figura 43: Barra inferior rediseñada - Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, la observación directa reveló aspectos positivos en la experiencia de usuario: la fluidez en la navegación entre secciones, el interés sostenido en la interacción con las fichas del ábaco, además del sistema de trofeos y métricas. Estos resultados no solo validan el diseño, sino que también confirman la utilidad del sistema como herramienta lúdica

y educativa para públicos diversos, tales como adultos mayores y docentes. Sin embargo, el público objetivo principal siguen siendo estudiantes de primario y secundario.

En análisis futuros, se buscará trabajar con colegios primarios y secundarios para incorporar un público estudiantil en las pruebas de usabilidad, tomando como base los criterios de reclutamiento mencionados por Awang, Yusop y Danaee (2024, p. 7):

*“Los participantes fueron reclutados utilizando un método de muestreo aleatorio sistemático, en el cual los investigadores usan un punto de inicio aleatorio en una población y luego eligen miembros a intervalos fijos. Este método garantiza que cada estudiante tenga la misma probabilidad de ser seleccionado y ayuda a lograr una muestra representativa de la población estudiantil, que en este estudio estuvo compuesta por 30 estudiantes, con una distribución de género de dos tercios mujeres ( $n=20$ , 66.7%) y un tercio hombres ( $n=10$ , 33.3%).”*

## 6. Conclusión Final

El trabajo realizado demuestra la existencia de una necesidad real de soluciones innovadoras que contribuyan a abordar la problemática del bajo desempeño en competencias matemáticas que enfrentan los estudiantes de nivel primario y secundario en Argentina, en particular dentro del contexto actual Post-COVID-19. La evidencia relevada a partir de informes nacionales e internacionales, sumada a los datos obtenidos mediante encuestas y entrevistas, confirma una brecha significativa entre los conocimientos esperados y los adquiridos.

Es por esta razón que Abacuy se presenta como un aporte notable dentro del campo de las plataformas tecnológicas educativas, a través de un videojuego centrado en el aprendizaje de aritmética básica.

Cabe destacar que las soluciones existentes enfocadas en la enseñanza con ábacos se orientan a audiencias globales y no contemplan el estado actual del sistema educativo argentino. En contraposición, Abacuy ofrece un cambio de paradigma mediante su sentido de pertenencia, al tratarse de un producto hecho por argentinos para argentinos que busca contribuir activamente al necesario movimiento nacional destinado a revertir las deficiencias en la educación actual del país.

Esto se refleja en la elección de un modelo sin publicidades, con una curva de aprendizaje gradual, asequible para entornos hogareños de recursos limitados, y con disponibilidad de paquetes institucionales para escuelas y otros centros de enseñanza. De esta manera, se reducen las barreras de acceso y se alinean con principios éticos en el uso de tecnología educativa dirigida a niñas, niños y adolescentes.

En términos tecnológicos y financieros; la adopción de Unity como motor de desarrollo y Android como plataforma objetivo, representan una decisión estratégica coherente. Unity ofrece un entorno maduro, flexible y ampliamente documentado, que facilita el mantenimiento y la incorporación futura de nuevas funcionalidades, mientras que Android es un commodity dentro de los sistemas operativos para teléfonos inteligentes.

La compatibilidad con dispositivos móviles de gama media y baja, sumado a su funcionamiento fuera de línea, posiciona a Abacuy dentro de un marco de viabilidad técnica adecuado a las condiciones socioeconómicas del público objetivo. A su vez, los resultados indican que la propuesta resulta financieramente viable y escalable para su puesta en marcha en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

El prototipo desarrollado actualmente se orienta exclusivamente a dispositivos Android con las prestaciones previamente descritas. A futuro, se contempla la adición de las funcionalidades correspondientes a la licencia educativa, la potencial expansión a otras plataformas y territorios del país, además del establecimiento de alianzas institucionales orientadas a la validación e incorporación del videojuego en entornos escolares reales.

Si bien Abacuy no constituye una solución definitiva para el problema estructural del bajo desempeño matemático, sienta bases técnicas, conceptuales y estratégicas sobre las cuales futuras iteraciones pueden profundizar su impacto en el aprendizaje y contribuir con el Cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas:

*“Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos”* (Naciones Unidas, [sin fecha]).

## 7. Referencias Bibliográficas

- ANDRADE, A., 2015. Game engines: a survey. *EAI* [en línea], vol. 2, no. 6, pp. 6. [consulta: 5 junio 2025]. ISSN 2034-8800. DOI 10.4108/eai.5-11-2015.150615. Disponible en: <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.5-11-2015.150615>
- ANVARI, F., RICHARDS, D., HITCHENS, M., BABAR, M.A., TRAN, H.M.T. y BUSCH, P., 2017. An empirical investigation of the influence of persona with personality traits on conceptual design. *Journal of Systems and Software* [en línea], vol. 134, pp. 324-339. [consulta: 15 noviembre 2025]. ISSN 0164-1212. DOI 10.1016/j.jss.2017.09.020. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=85030565352&partnerID=8YFLogxK>
- ASALE, R.- y RAE, [sin fecha]. cobaya | Diccionario de la lengua española. «*Diccionario de la lengua española*» - Edición del Tricentenario [en línea]. [consulta: 4 julio 2025]. Disponible en: <https://dle.rae.es/cobaya>
- AWANG, L.A., YUSOP, F.D. y DANAE, M., 2024. Insights on usability testing: The effectiveness of an adaptive e-learning system for secondary school mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education* [en línea], vol. 19, no. 3, pp. 15. [consulta: 2 noviembre 2025]. ISSN 1306-3030. DOI 10.29333/iejme/14621. Disponible en: <https://www.iejme.com/article/insights-on-usability-testing-the-effectiveness-of-an-adaptive-e-learning-system-for-secondary-14621>
- AZGAAR, 2025. *Azgaar/Fantasy-Map-Generator 1.99 [software]* [en línea]. Webapp. JavaScript. 4 diciembre 2025. S.l.: s.n. [consulta: 4 diciembre 2025]. Disponible en: <https://github.com/Azgaar/Fantasy-Map-Generator>
- BECKER, M. y BRÖCKER, J.-O., 2021. Business Model Canvas - Overview of the main advantages and disadvantages. [en línea]. Working Paper. S.l.: IUCF Working Paper. [consulta: 29 septiembre 2025]. 6/2021. Disponible en: <https://www.econstor.eu/handle/10419/234963>
- BROWN, S., 2025. C4 Model. *C4 model* [en línea]. [consulta: 23 agosto 2025]. Disponible en: <https://c4model.com/>
- BRUNO OLIVEIRA, 2024. *Simple Soroban 2.1.4 [software]* [en línea]. Android 4.1+. 11 agosto 2024. S.l.: BTCO. [consulta: 21 mayo 2025]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.net.btc.soroban>
- BTCO, 2024. Simple Soroban - Google Play. [en línea]. [consulta: 21 mayo 2025]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.net.btc.soroban>
- CABRERA-CAÑO, J., 2021. El Ábaco Oriental Guía a la Aritmética con Cuentas. *El Ábaco Oriental* [en línea]. Wikilibro. S.l.: s.n., pp. 358. Disponible en: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/%C3%81baco\\_Oriental-Wikilibro.pdf](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/%C3%81baco_Oriental-Wikilibro.pdf)
- CAMPBELL, R.B., 2004. Compound interest. [en línea]. [consulta: 7 octubre 2025]. Disponible en: <https://www.math.uni.edu/~campbell/mdm/comp.html>
- CANVA PTY LTD, 2025. Acerca de Canva. [en línea]. [consulta: 20 agosto 2025]. Disponible en: [https://www.canva.com/es\\_es/about/](https://www.canva.com/es_es/about/)
- CIMAS CUADRADO, G., 2022. Visual Studio Code: Editor de código para desarrolladores. [en línea]. [consulta: 23 agosto 2025]. Disponible en: <https://openwebinars.net/blog/que-es-visual-studio-code-y-que-ventajas-ofrece/>

- COHN, M., [sin fecha]. User Stories and User Story Examples. *Mountain Goat Software* [en línea]. [consulta: 26 agosto 2025]. Disponible en: <https://www.mountaingoatsoftware.com/agile/user-stories>
- CONGRESO DE LA NACIÓN ARGENTINA, 2000. Ley de Protección de los Datos Personales. [en línea]. Ley nacional. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. [consulta: 3 julio 2025]. Ley 25.326. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/arg\\_ley25326.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/arg_ley25326.pdf)
- CORPORATE FINANCE INSTITUTE, [sin fecha]. Discount Rate - Definition, Types and Examples, Issues. *Corporate Finance Institute* [en línea]. [consulta: 4 octubre 2025]. Disponible en: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/valuation/discount-rate/>
- CREATIVE COMMONS, [sin fecha]. About CC Licenses. *Creative Commons* [en línea]. [consulta: 4 septiembre 2025]. Disponible en: <https://creativecommons.org/share-your-work/cclicenses/>
- DEPOMO LTD, [sin fecha]. Chartbrew Pricing. [en línea]. [consulta: 6 octubre 2025]. Disponible en: <https://chartbrew.com>
- DIN, S.U., BAIG, M.Z. y KHAN, M.K., 2023. *Serious Games: An Updated Systematic Literature Review* [en línea]. 31 mayo 2023. S.l.: arXiv, pp. 15. [consulta: 3 junio 2025]. arXiv:2306.03098. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/2306.03098>
- ESPOSITO, N., 2005. A Short and Simple Definition of What a Videogame Is. *Proceedings of DiGRA 2005 Conference: Changing Views – Worlds in Play*. [en línea]. Vancouver, British Columbia, Canada: DiGRA, pp. 6. [consulta: 3 junio 2025]. DOI 10.26503/dl.v2005i1.177. Disponible en: <https://dl.digra.org/index.php/dl/article/view/177>
- FUNDACIÓN ARGENTINA MARÍA MONTESSORI, [sin fecha]. Método Montessori. *Fundación Argentina María Montessori* [en línea]. [consulta: 13 noviembre 2025]. Disponible en: <https://www.fundacionmontessori.org/sobre-montessori/el-metodo/>
- GAULTNEY, V. y SPALINGER, N., 2024. SIL Open Font License Official Text. [en línea]. [consulta: 4 julio 2025]. Disponible en: <https://openfontlicense.org/open-font-license-official-text/>
- GINNIVAN, C., 2025. WhoCanUse. *WhoCanUse* [en línea]. [consulta: 4 julio 2025]. Disponible en: <https://whocanuse.com>
- GOBIERNO DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES, 2024a. *Educación común de nivel primario, ambos sectores: Alumnos matriculados por grado según comuna* [en línea]. xlsx. 2024. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Anuario Estadístico. [consulta: 7 octubre 2025]. Disponible en: <https://buenosaires.gob.ar/anuario-estadistico/educacion-comun-nivel-primario>
- GOBIERNO DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES, 2024b. *Educación común de nivel secundario, ambos sectores: Alumnos matriculados por año de estudio según distrito escolar* [en línea]. xlsx. 2024. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Anuario Estadístico. [consulta: 7 octubre 2025]. Disponible en: <https://buenosaires.gob.ar/anuario-estadistico/educacion-comun-nivel-secundario>
- GOOGLE LLC, [sin fecha]. Aprobada por profesores | Google Play Console. [en línea]. [consulta: 30 septiembre 2025]. Disponible en: <https://play.google.com/intl/es-419/console/about/programs/teacherapproved>
- GRĂDINARU, A.C. y SETALIA, P., 2025. Cavia porcellus: An Overview of Its Origin, Traditional Breeding, Selected Types for Meat Production and Biomedical Research. *Theriogenology – Recent Advances in the Field* [en línea]. S.l.: IntechOpen, pp. 31. [consulta: 2 julio 2025]. ISBN 978-1-80356-392-3. Disponible en: <https://doi.org/10.5772/intechopen.1006117>
- GREEN, P., 2007. *How to Use a Chinese Abacus: A Step-by-Step Guide to Addition, Subtraction, Multiplication,*

---

*Division, Roots and More*. 1st. S.l.: Lulu Press Inc. ISBN 978-1-84799-864-4. ark:/13960/s2vfcn2bkmt

HAMSTER FORCE MULTIMEDIA LTD, 2024. Hamster Force Multimedia - Google Play. [en línea]. [consulta: 21 mayo 2025]. Disponible en:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hamsterforce.mindmathsen&hl=es>

HAMSTER FORCE MULTIMEDIA LTD, 2025a. Abacus Trainer - Hamster Force Multimedia. [en línea]. [consulta: 21 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.hamsterforce.com/AbacusTrainer.html>

HAMSTER FORCE MULTIMEDIA LTD, 2025b. Hamster Force - About Us. [en línea]. [consulta: 21 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.hamsterforce.com/about.html>

HAMSTER FORCE MULTIMEDIA LTD, 2025c. Hamster Force. [en línea]. [consulta: 23 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.hamsterforce.com/>

HAMSTER FORCE MULTIMEDIA LTD, 2025d. Mental Abacus - Hamster Force Multimedia. [en línea]. [consulta: 21 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.hamsterforce.com/MentalAbacus.html>

HIROKUMA.APP, 2024. Abacus Lesson - Google Play. [en línea]. [consulta: 21 mayo 2025]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hirokuma.sorobanall>

HOSTINGER, [sin fecha]. Cart | Hostinger. [en línea]. [consulta: 6 octubre 2025 a]. Disponible en: [https://cart.hostinger.com/pay/4f6edfec-cb66-4410-99b5-c98b7981fdaa?device\\_id=74282955-33d0-4c58-89fb-aa6f3d8484f6&from=websites](https://cart.hostinger.com/pay/4f6edfec-cb66-4410-99b5-c98b7981fdaa?device_id=74282955-33d0-4c58-89fb-aa6f3d8484f6&from=websites)

HOSTINGER, [sin fecha]. VPS Hosting | Powerful KVM-based Virtual Private Server. *Hostinger* [en línea]. [consulta: 6 octubre 2025 b]. Disponible en: <https://www.hostinger.com/vps-hosting>

IDECBA [INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CENSOS DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES], 2024. *Unidades educativas por sector de gestión y nivel de enseñanza según comuna. Ciudad de Buenos Aires. Años 2006/2024*. [en línea]. xls. 2024. S.l.: Banco de Datos del IDECBA. [consulta: 2 octubre 2025]. Disponible en: <https://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/banco-datos/unidades-educativas-por-sector-de-gestion-y-nivel-de-ensenanza-segun-comuna-ciudad-de-buenos-aires-anos-20062016/>

INDEC [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA], 2024. Acceso y uso de tecnologías de la información y la comunicación. EPH. Cuarto trimestre de 2023. *Informes Técnicos* [en línea], vol. 8, no. 111, pp. 15. [consulta: 30 mayo 2025]. ISSN 2545-6636. Disponible en: [https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/mautic\\_05\\_24F87CFE2258.pdf](https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/mautic_05_24F87CFE2258.pdf)

INPI [INSTITUTO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL], [sin fecha]. Consulta de Marcas. [en línea]. [consulta: 7 julio 2025]. Disponible en: [https://portaltramites.inpi.gob.ar/marcasconsultas/busqueda/?Cod\\_Funcion=NQA0ADEA](https://portaltramites.inpi.gob.ar/marcasconsultas/busqueda/?Cod_Funcion=NQA0ADEA)

ISO [INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION], IEC [INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION], y IEEE [INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS], 2011. Systems and software engineering — Life cycle processes — Requirements engineering. *ISO/IEC/IEEE 29148:2011(E)* [en línea], pp. 94. [consulta: 16 octubre 2025]. DOI 10.1109/IEEESTD.2011.6146379. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6146379/citations>

JACKSON, S., 2023. *Unity-UI-Extensions 2.3.2 [software]* [en línea]. Unity. C#. 26 noviembre 2023. S.l.: Unity UI Extensions. [consulta: 4 diciembre 2025]. Disponible en: <https://github.com/Unity-UI-Extensions/com.unity.uiextensions>

- JACOBSON, I., CHRISTERSON, M., JONSSON, P. y OVERGAARD, G., 1992. *Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach*. 1st. Wokingham, England: Addison-Wesley; ACM Press. ACM press series, ISBN 0-201-54435-0.
- KHAN ACADEMY INC, 2025. Khan Academy | Práctica, lecciones y cursos en línea gratuitos. *Khan Academy* [en línea]. [consulta: 27 mayo 2025]. Disponible en: <https://es.khanacademy.org/>
- KITTIPONG.M, 2024a. Know Abacus - Google Play. [en línea]. [consulta: 21 mayo 2025]. Disponible en: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lookkidsw.KnowAbacus&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lookkidsw.KnowAbacus&hl=en_US)
- KITTIPONG.M, 2024b. *Know Abacus 2.0 [software]* [en línea]. Android 8.0+. C++. 18 agosto 2024. S.l.: Lokkid Software. [consulta: 21 mayo 2025]. Disponible en: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lookkidsw.KnowAbacus&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lookkidsw.KnowAbacus&hl=en_US)
- KOJIMA, T., 1954. *The Japanese Abacus: Its Use and Theory*. 1st. Rutland, Vermont & Tokyo, Japan: Charles E. Tuttle Company, Inc. ISBN 978-0-8048-0278-9.
- KUMON AMÉRICA DEL SUR INSTITUTO DE EDUCACIÓN LTDA., [sin fecha]. Kumon | Aprender es lo máximo con Kumon. *Kumon* [en línea]. [consulta: 27 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.kumon.com.ar/>
- LEÓN, S.P., CARCELÉN-FRAILE, M. del C. y GARCÍA-MARTÍNEZ, I., 2021. Development of Cognitive Abilities through the Abacus in Primary Education Students: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Education Sciences* [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 83. [consulta: 5 junio 2025]. ISSN 2227-7102. DOI 10.3390/educsci11020083. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-7102/11/2/83>
- MERRIAM-WEBSTER INC, 2025. Definition of ABACUS. [en línea]. [consulta: 31 mayo 2025]. Disponible en: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/abacus>
- MICROSOFT, [sin fecha]. Minecraft Education. [en línea]. [consulta: 14 noviembre 2025]. Disponible en: <https://www.microsoft.com/en-us/makecode/teach/minecraft>
- MINISTERIO DE ECONOMÍA, 2022. Presentar la rendición del Programa Potenciar Videojuegos II. *Argentina.gob.ar* [en línea]. [consulta: 2 octubre 2025]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/servicio/presentar-la-rendicion-del-programa-potenciar-videojuegos-ii>
- MONGODB, INC, [sin fecha]. Atlas Flex Costs - Atlas - MongoDB Docs. [en línea]. [consulta: 6 octubre 2025]. Disponible en: <https://www.mongodb.com/docs/atlas/billing/atlas-flex-costs/>
- MORALES, V.V., 2020. Payback – Plazo de Recuperación - Definición, qué es y concepto. [en línea]. [consulta: 8 octubre 2025]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/payback.html>
- NACIONES UNIDAS, [sin fecha]. Educación - Desarrollo Sostenible. *Objetivos de Desarrollo Sostenible* [en línea]. [consulta: 5 noviembre 2025]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- OECD [ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT], 2023a. PISA 2022 Results (Volume I and II) - Country Notes: Argentina. *OECD* [en línea]. [consulta: 10 noviembre 2025]. Disponible en: [https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes\\_ed6fbcc5-en/argentina\\_09c7d993-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/argentina_09c7d993-en.html)
- OECD [ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT], 2023b. PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. *OECD Publishing* [en línea], vol. I, pp. 488. [consulta: 18 abril 2025]. ISSN 1990-8539. DOI <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.

Disponible en: [https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i\\_53f23881-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en.html)

OPENAI, 2023. DALL·E 3. *DALL·E 3 | OpenAI* [en línea]. [consulta: 23 agosto 2025]. Disponible en: <https://openai.com/index/dall-e-3/>

PRAJNESHU y CHANDRAN, K.P., 2005. Computation of Compound Growth Rates in Agriculture: Revisited. *Agricultural Economics Research Review Agricultural Economics Research Review* [en línea], vol. 18, no. 2, pp. 317-324. [consulta: 22 noviembre 2025]. DOI 10.22004/ag.econ.58480. Disponible en: <https://ageconsearch.umn.edu/record/58480/>

PRESSMAN, R.S., 2010. *Ingeniería de Software: un enfoque práctico*. 7°. S.l.: McGraw-Hill. ISBN 978-607-15-0314-5.

RENDER, [sin fecha]. Cloud Application Hosting for Developers | Render. *Cloud Application Hosting for Developers | Render* [en línea]. [consulta: 6 octubre 2025]. Disponible en: <https://dashboard.render.com/select-plan?plan=professional>

SAMMUT-BONNICI, T., 2015. Brand and Branding. *Wiley Encyclopedia of Management* [en línea]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd., pp. 1-3. [consulta: 2 julio 2025]. ISBN 978-1-118-78531-7. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118785317.weom120161>

SARANGO, J.A.P., TORRES, C.J.C., BONILLA, V.M.P., ENRÍQUEZ, S.B.G. y SACA, X.A.Q., 2024. El ábaco como herramienta innovadora para estudiantes con discalculia en sumas y restas de números enteros. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* [en línea], vol. 5, no. 5, pp. 3825-3848. [consulta: 17 abril 2025]. ISSN 2789-3855. DOI 10.56712/latam.v5i5.2896. Disponible en: <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/2896>

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, 2025a. Aprender Secundaria 2024. *Aprender Secundaria 2024* [en línea]. [consulta: 11 noviembre 2025]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/educacion/evaluacion-informacion-educativa/aprender/aprender-2024/aprender-secundaria-2024>

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, 2025b. Informe de resultados 2024 Educación Secundaria. [en línea]. Informe técnico. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Capital Humano, Argentina. [consulta: 7 junio 2025]. Aprender. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/aprender\\_2024\\_secundaria.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/aprender_2024_secundaria.pdf)

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, 2025c. Prueba Aprender Secundaria. *Argentina.gob.ar* [en línea]. [consulta: 7 junio 2025]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/prueba-aprender-secundaria-el-58-de-los-estudiantes-alcanza-el-nivel-satisfactorio-en>

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, 2025d. Síntesis de resultados Aprender 2024: Nivel Secundario. [en línea]. Informe técnico. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Capital Humano, Argentina. [consulta: 7 junio 2025]. Aprender. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sintesis\\_de\\_resultados\\_aprender\\_2024\\_nivel\\_secundario.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sintesis_de_resultados_aprender_2024_nivel_secundario.pdf)

SHOU, T., 2022. A Literature Review on the Net Present Value (NPV) Valuation Method. *2022 2nd International Conference on Enterprise Management and Economic Development (ICEMED 2022)* [en línea]. Business School, The University of Sydney, NSW, Australia: Atlantis Press, pp. 826-830. [consulta: 22 noviembre 2025]. *Advances in Economics, Business and Management Research*, vol. 219. ISBN 978-94-6239-585-5. DOI 10.2991/aebmr.k.220603.135. Disponible en: <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.220603.135>

- SINAGA, A.S., SARI, M.M., HUTASUHUT, A.A., ZAHARA, S.T., AMANDA, A., FITRI, A. y CAESARIO, M.A., 2023. Comparison of capital budgeting methods: NPV, IRR, PAYBACK PERIOD. En: Last Modified: 2023-09-16T20:10+05:30, *World Journal of Advanced Research and Reviews* [en línea], vol. 19, no. 2, pp. 1078-1081. [consulta: 4 octubre 2025]. ISSN 2581-9615. DOI 10.30574/wjarr.2023.19.2.1483. Disponible en: <https://wjarr.com/content/comparison-capital-budgeting-methods-npv-irr-payback-period>
- SOLSTICE D'HIVER, 2025a. Mental Calculation/Anzan software - Soroban Exam. [en línea]. [consulta: 4 diciembre 2025]. Disponible en: <https://www.sorobanexam.org/anzan.html>
- SOLSTICE D'HIVER, 2025b. The generator - Soroban Exam. [en línea]. [consulta: 15 noviembre 2025]. Disponible en: <https://www.sorobanexam.org/generator.html>
- SOMMERVILLE, I., 2016. *Software Engineering*. 10. S.l.: Pearson Higher Ed. Global Edition, ISBN 978-1-292-09614-8.
- STOJANOVIC, V., 2021. Trello (product review). *Journal of the Canadian Health Libraries Association / Journal de l'Association des bibliothèques de la santé du Canada* [en línea], vol. 42, no. 1, pp. 94-97. [consulta: 23 agosto 2025]. DOI 10.29173/jchla29545. Disponible en: <https://doi.org/10.29173/jchla29545>
- TIWARI, Y. y TIWARI, M., 2016. Evaluation of VAK Skills (Visual, Auditory & Kinesthetic Skill) in Abacus Learners. *IARJSET* [en línea], vol. 3, no. 8, pp. 197-202. [consulta: 27 mayo 2025]. ISSN 23941588, 23938021. DOI 10.17148/IARJSET.2016.3836. Disponible en: <https://iarjset.com/upload/2016/august-16/IARJSET%2036.pdf>
- TRADING ECONOMICS, [sin fecha]. Rendimiento del Bono del Tesoro a 10 años de EE. UU | 1912-2025 Datos. *Trading Economics* [en línea]. [consulta: 4 octubre 2025]. Disponible en: <https://es.tradingeconomics.com/united-states/government-bond-yield>
- UCMAS [UNIVERSAL CONCEPT OF MENTAL ARITHMETIC SYSTEM], 2025. Global Presence. *Universal Concept of Mental Arithmetic System* [en línea]. [consulta: 13 abril 2025]. Disponible en: <https://ucmas.in/about-ucmas/global-presence/>
- UCSD [UNIVERSITY OF CALIFORNIA SAN DIEGO], 2024. Lucidchart. *Blink – University of California San Diego* [en línea]. [consulta: 23 agosto 2025]. Disponible en: <https://blink.ucsd.edu/technology/file-sharing/lucidchart>
- UNESCO [UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION], [sin fecha]. Report on SDG 4.1.1 – Learning Data Resource Center. [en línea]. [consulta: 13 noviembre 2025]. Disponible en: <https://learningdata.uis.unesco.org/index.php/pathways/report-on-sdg-4-1-1-to-improve-global-learning-outcomes/>
- UNESCO [UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION], UNESCO OFFICE SANTIAGO AND REGIONAL BUREAU FOR EDUCATION IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, UNICEF [UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND], y REGIONAL OFFICE FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, 2022. Resumen: La encrucijada de la educación en América Latina y el Caribe: informe regional de monitoreo ODS4-Educación 2030. [en línea]. Regional monitoring report. Santiago de Chile: UNESCO Regional Bureau for Education in Latin America and the Caribbean. [consulta: 27 mayo 2025]. Disponible en: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382919\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382919_spa)
- UNICEF ARGENTINA [UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND], 2025. Encuesta Kids Online Argentina:

Resultados Principales. [en línea]. Informe de resultados. Buenos Aires, Argentina: [consulta: 30 septiembre 2025]. Disponible en: <https://www.unicef.org/argentina/media/24906/file>

UNITY TECHNOLOGIES, 2024. Unity Editor Software Terms. *Unity* [en línea]. [consulta: 3 junio 2025]. Disponible en: <https://unity.com/legal/editor-terms-of-service/software>

UNITY TECHNOLOGIES, [sin fecha]. Android Game Development. *Unity* [en línea]. [consulta: 3 junio 2025]. Disponible en: <https://unity.com/solutions/mobile/android-game-development>

VGI [VIDEO GAME INSIGHTS], 2025. The Big Game Engines Report of 2025. [en línea]. S.l.: Sensor Tower. [consulta: 3 junio 2025]. VGI Game Engine Reports. Disponible en: [https://app.sensortower.com/vgi/assets/reports/The\\_Big\\_Game\\_Engines\\_Report\\_of\\_2025.pdf](https://app.sensortower.com/vgi/assets/reports/The_Big_Game_Engines_Report_of_2025.pdf)

W. CHAN KIM y RENÉE MAUBORGNE, 2005. *La estrategia del océano azul: Crear nuevos espacios de mercado donde la competencia sea irrelevante*. Primera Edición. S.l.: Grupo Editorial Norma. ISBN 958-04-8839-8

W3C [WORLD WIDE WEB CONSORTIUM], 2025. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. [en línea]. [consulta: 4 julio 2025]. Disponible en: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

WANG, C., 2020. A Review of the Effects of Abacus Training on Cognitive Functions and Neural Systems in Humans. En: L. LEMUS (ed.), *Frontiers in Neuroscience* [en línea], vol. 14, pp. 12. [consulta: 14 abril 2025]. ISSN 1662453X. DOI 10.3389/fnins.2020.00913. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2020.00913/full>

WIPO [WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION], [sin fecha]. Nice Classification [en línea]. [consulta: 7 julio 2025]. Disponible en: <https://nclpub.wipo.int/enfr/>

## 8. Anexos

A continuación se presentan los anexos que respaldan el trabajo de investigación y desarrollo, ofreciendo material de referencia para una comprensión más completa.

### 8.1. Anexo A - Transcripciones de las Entrevistas

Este anexo incluye la transcripción íntegra de las entrevistas de la investigación, garantizando la transparencia del trabajo de campo y el acceso directo a las voces de los participantes. Se realizaron mínimas intervenciones editoriales para facilitar su lectura.

#### 8.1.1. Entrevista 1: Persona Anónima, Docente Universitaria

Fecha de entrevista: 26/05/2025

Entrevistador: Bruno G. Cingolani

Pregunta

¿Cuál es tu trayectoria profesional y tu experiencia en la docencia?

Respuesta

Yo empecé a los 17 años con mi papá en la UBA, era su ayudante. Y a partir de ahí, le dediqué toda mi vida a la docencia. O sea que tengo 58, así que imagínate cuántos años. No hice el profesorado, pero sí soy contadora. Y además hice un MBA en la UADE.

Además de toda la trayectoria en UADE, que te preparaban para la docencia, tengo un montón de cursos de docencia en UADE. Tengo un background que sería el que me faltaría de docencia, que no lo hice profesionalmente. O sea, no tengo título de profesora, pero UADE en todo eso, durante tantos años, 13 años de docencia en UADE, es obvio que curso que había, curso que me anotaba, y todos de docencia.

Entonces, además del curso que te obligaban a hacer en una época, tengo todos los cursos de perfeccionamiento, de dar clases con muchas personas, clases numerosas, didácticas, formatos de clases, cómo tomar los exámenes. O sea, mucho respaldo con cursos.

Pregunta

¿Siempre dando contabilidad?

Respuesta

Siempre contabilidad. A ver, mi materia base es lo que es Conta 1 en UADE, o sistemas contables en UBA. Pero siempre di todo lo que tenía que ver con el área contable, como conta gerencial y presupuestos.

Pregunta

En tu opinión, ¿Cómo describirías el nivel de matemática que tienen los estudiantes cuando terminan el secundario?

Respuesta

Muy malo. Yo en UBA, hoy los recibo habiendo pasado por el CBC y otras materias más. Entonces, los que llegan a mí, llegan con un poquito más de conocimiento.

Pero los que recibía en UADE, que era bien primer año, recién salidos de la secundaria, era paupérrimo el nivel de matemática. No saben hacer una regla-de-tres simple, no saben sacar un porcentaje, no entienden lo que pretendés que vos hagas cuando les presentás un enunciado, no entienden el procedimiento que tienen que hacer. No tienen experiencia ni de enunciado, ni de números, ni de calcular ni porcentajes, ni Regla de Tres Simple, ni sacar por comparación. No pueden.

Pregunta

¿Qué rol tiene la aritmética básica y el cálculo mental en tus clases?

Respuesta

Es que es todo. Contabilidad sin matemática no podemos hacer nada. O sea, sí o sí necesito que tengan una base de matemática. Por eso es primordial que tengan una preparación previa antes. Eso lo hacían con los exámenes de ingreso, en algunos casos en UADE, exámenes de ingreso que los preparaban. Hoy no los tienen, y cada vez vienen peor. El nivel de matemática es paupérrimo.

Pregunta

¿Hacen todo con calculadora?

Respuesta

Todo es calculadora, porque no te saben sacar ni un porcentaje, no te saben sumar, no te saben restar. Imagínate, sin calculadora, olvidate. Entonces, sí o sí lo tienen que hacer con calculadora.

Pregunta

¿Cómo está el nivel de matemática en Argentina?

Respuesta

Empeoró muchísimo. O sea, [...] en mi época cuando yo estudiaba, el nivel de matemática era primordial. [Caso contrario] no podías, no avanzabas.

Hoy en día llegan a la universidad con un nivel bajísimo y los profesores que no son de matemáticas tienen que estar enseñándoles matemática, porque no lo tienen. No tienen ni el proceso de razonamiento, ni el proceso de cálculo. Entonces terminás siendo profesor de matemática teniendo que brindar una materia como contabilidad.

Pregunta

¿Cómo se comparan los alumnos de hoy en día con los de épocas anteriores?

Respuesta

Y yo, mi experiencia de tomar exámenes en una materia que era un segundo año, en UADE por ejemplo, hoy no se lo podrías tomar a un egresado. Segundo año de la carrera, hoy al que viene de 4 años o 5 años de carrera no se lo podrías tomar porque no lo puede resolver.

Porque el nivel de educación ha bajado. Se les da menos contenido, menos exigencia. Entonces yo en comparación diría que hoy un título de grado sería lo que antes era el terciario o el secundario. Y un posgrado sería lo que antes era grado, a nivel contenidos. Hoy no le podés tomar un examen a un alumno que se lo tomabas hace 10 años o 20 años. No se lo podés dar porque no lo puede resolver. Lo llevarías a la crisis completa.

#### Pregunta

¿Y a qué le atribuirías las dificultades que tienen los alumnos? ¿Es falta de práctica, de interés, o de ansiedad?

#### Respuesta

Todo junto. El adolescente viene con un margen de frustración muy pequeño, donde al primer error ya se frustra y se empaca. No quiere aprender.

Los intereses han cambiado. O sea, el adolescente promedio está muchas horas en redes y menos en estudio. En mi época de estudiante tenías que ir a la biblioteca y dedicarte, porque no accedías a toda la información. Hoy buscando en Google o en cualquier buscador tienen la información enseguida y no necesitan leer la cantidad de libros que leíamos nosotros.

Si no hay interés, hay poco interés, este margen de frustración que te decía que hace que les cueste mucho más acceder a la información y como que no se preocupan [...] No tienen como lo que decíamos nosotros, “la zanahoria” para llegar a ese título con honor. Depende también de la universidad.

Yo te estoy mezclando universidades. En la UADE te diría que están más obligados por los padres, que por mérito propio. En cambio, en la UBA la mayoría de los que me tocan a mí son laburantes porque los tengo en turno noche, entonces vos ves que trabajaron durante todo el día, llegan a vos y les ponen un poquito más.

Además, yo ya los tengo filtrados porque ya pasaron por dos años de universidad. En cambio en la UADE yo los recibía muy nuevos, en todas las carreras porque yo llegué a tener gastronomía, medios de entretenimiento. Tuve todas las carreras, no solo los contadores, y llegaban muy poco preparados, con pocos conocimientos.

Pregunta

¿Y qué herramientas pensás que podrían ayudar a reforzar el nivel de matemática en los estudiantes?

Respuesta

Yo pienso en toda la ejercitación que le hacían hacer a mi hijo en la primaria y diría que mucho, mucho de esos ejercicios con juegos, con interacción entre alumnos, procesos de razonamiento, buscar [...] Porque por ahí el error es nuestro que estamos intentando adaptar a esta nueva generación a nuestro formato de educación.

No sé si va por ahí. Yo sí siento que por ahí con más juegos, entretenerlos, hacer que ellos mismos investiguen más cosas quizás reforzaría los conocimientos. El proceso de razonamiento como que dejó de existir.

Pregunta.

[Se le muestra a la persona entrevistada dos ábacos Soroban]

¿Qué es para vos esto?

Respuesta

Yo no los usé, pero los chinos los usan, es impresionante. Los chinos y los japoneses son admirables. La velocidad con la que suman, restan y multiplican es impresionante.

Pregunta

¿Reconocés estos instrumentos?

## Respuesta

Sí, los ábacos, pero nunca los usé. He visto que los usan, para mí, los chinos y los japoneses. Multiplican a una velocidad impresionante.

Por ahí, como juego, podría ser una de las tantas cosas que podrías aplicar a la hora de incorporarlo en la educación para el proceso de razonamiento de pensar, de sumar, de hacer cosas que no dependan siempre de algo más, del celular, de la calculadora, de la computadora. Hoy los ves muy dependientes de todo. Dependientes de las redes, dependientes de la computadora [...] Yo, por ejemplo, en ITBA, que doy clase, todos tienen computadora portátil. Todos, todos. No hay uno que no tenga, y si no lo tienen, van y lo piden. Ellos necesitan esa herramienta.

Porque además se sienten mal, porque si todos sus compañeros tienen, ellos tienen que tener. Ahora, en la UBA, no tengo ninguno que tenga computadora. Creo que una.

## Pregunta

¿Cómo conociste estos ábacos?

## Respuesta

En videos. También tuve una vez un alumno que hacía los cálculos en clase con un ábaco a una velocidad impresionante. Pero no está en nuestra educación. Esto nosotros lo perdimos. En cambio, ellos lo tienen incorporado como parte de su educación.

## Pregunta

¿Pensás que una herramienta no tradicional como el ábaco podría tener lugar en la formación de los estudiantes?

## Respuesta

Sí, si lo aprendieran a usar en la niñez o en un primario. Tener esta posibilidad de que el cerebro aprenda a sumar, restar, dividir y multiplicar desde otro lado. Yo, por ejemplo, todo el proceso nuevo de división que le enseñaron a mi hijo, yo no lo podía entender porque a mí

me enseñaron otro formato y me tuve que adaptar y tratar de enseñarle a él, de la forma que venían enseñando, no yo, y tratar de imponerle. Porque tampoco servía, porque él no se iba a ubicar en su clase con ese formato. Y yo dije, estas divisiones, pero claro, ese proceso de razonamiento tan largo no existía en nuestra época. Quedé sorprendida, porque les enseñan “cuántas veces entra este número en este” y entonces de esa forma aprenden a dividir. Me pareció fantástico, pero se les hacían unas divisiones tremendas. Sin embargo, ese proceso es bueno. De todas maneras, no le alcanzó a mi hijo porque tuvo que ir a un técnico y prepararse en matemáticas porque venía muy bajo.

### Pregunta

¿Crees que tus alumnos universitarios estarían dispuestos a usar una app que les enseñe matemática usando un ábaco?

### Respuesta

Hoy en día, por cómo está la educación, si no lo aprendieron de chicos, esto no te lo usarían nunca. No te lo usarían. Por ahí, alguien que sí dependió de esto para hacer los cálculos, posiblemente te lo traiga. En UADE me pasó. Un chico chino, estaba con el ábaco en la clase. Me sorprendió, admirable, pero a una velocidad impresionante. El tema es que hoy está tan arraigada la calculadora, la computadora, que posiblemente no se enganchen con esto.

- Transición de entrevista estructurada a conversación exploratoria:

[Bruno]

Este es un Ábaco japonés [se le muestra a la persona entrevistada un ábaco Soroban tradicional] que tiene esta distribución particular donde hay una cuenca superior, cuatro inferiores, y lo diseñaron los japoneses en la posguerra para enseñarle a los chicos aritmética básica, suma, resta, multiplicación y división. Y está diseñado para que, gracias a su estructura, se representa el sistema decimal, con el objetivo final de que el estudiante, cuando usa este ábaco, pueda imaginarse en su cabeza el instrumento y lograr así cálculos mentales.

Porque el sistema de suma y resta, en lugar de ser abstracto como lo vemos en los colegios, donde tenés el número así en el aire y tenés que decir, “bueno, si yo tengo 3 y tengo 7, con eso llega un número redondo”, acá simplemente se lo expresa usando reglas concisas. A diferencia de la calculadora, que es algo más pasivo, donde uno puede no saber cómo dividir y usar una calculadora para que haga el cálculo, cuando se usa el ábaco, vos estás ejercitando activamente la aritmética.

También está probado que ayuda en el desarrollo del aprendizaje de los chicos. Y se ve mayormente en Oriente, en Japón, en China, en Malasia.

[Participante]

Porque [en Asia] tienen otro proceso. Las Academias Kumon son fantásticas. Les enseñan el proceso de razonamiento. Yo tenía un compañerito de mi hijo que fue a Kumon porque le iba muy mal en matemática en la primaria, y mejoró de la noche a la mañana, impresionante, lo sacó adelante. Pero es todo un procedimiento mental, sería genial que todos tuvieran Kumon.

[Bruno]

Kumon, por lo que averigué, lamentablemente no implementa ábacos. En Argentina, y el resto de Latinoamérica en general, no hay muchos programas donde se enseñe este tipo de cosas.

[Participante]

Y no, no, porque te van a decir que es obsoleto, que ya está, que ya pasó. Pero el proceso mental que hace el chico con esto, por eso yo te decía, por ahí sería genial en la niñez. Cuando está jugando, entonces enseñarles.

Los colegios orientales son impresionantes. Les enseñan a cocinar, a limpiar su aula, a levantarla, todo es admirable. Es otra educación que nosotros la perdimos.

### **8.1.2. Entrevista 2: Paula Aguirre, Docente de Escuela Secundaria.**

Fecha de entrevista: 12/06/2025

Entrevistadora: Camila Ibar

[Camila]

Hola ¿Podrías contarnos un poco sobre tu rol como profesora de geografía y el rango de edad de los estudiantes que tenías?

[Paula]

Sí, yo trabajé siempre con secundario, con alumnos de 12 a 17 años. Ese es el rango etario.

[Camila]

¿Y trabajaste en escuelas públicas y privadas?

[Paula]

Trabajé en escuelas públicas y en privadas toda mi carrera.

[Camila]

Perfecto. Más o menos, ¿qué años de secundario estuviste dando clases?

[Paula]

Estuve en todos. Desde primer año hasta sexto año, que, según el nuevo régimen escolar, secundaria tiene ahora de primero a sexto. Y los tuve a todos los años, en todos los niveles estuve.

[Camila]

¿Y qué diferencia notaste entre los contextos de una escuela pública, privada y de los distintos años que fuiste dando?

[Paula]

Un abismo. Hay un abismo entre la escuela pública y la escuela privada. Sobre todo, en los últimos años.

Cuando yo empecé a trabajar, prácticamente enseñaba lo mismo. En el nivel público y privado tenía cursos repetidos, los mismos niveles, con lo cual yo trabajaba de la misma manera. Pero con el transcurso de los años y ni hablar después de pandemia, fue terrible el cambio que existe entre la escuela privada y la escuela pública.

Prácticamente la escuela pública se convirtió en, te diría, una guardería de chicos. No hay interés.

La bajada de línea desde los ministerios y la Dirección General de Cultura y Educación, que es las instituciones que manejan la educación en Provincia de Buenos Aires, que es donde yo trabajo, son muy flexibles a la hora de priorizar que los chicos estén en el aula y no que aprendan. Y la verdad que esas fueron todas las medidas que fueron dando a través de los años. Cada vez menos exigencia, más flexibilidad.

Y la verdad que mi experiencia es que, en lugar de obtener mejores resultados, al contrario, no solamente no lograron mejores objetivos, sino que además lograron que los chicos, a pesar de todos, se vayan de la escuela. Porque dándoles más flexibilidad, tampoco los retenés. Los chicos tienen otros intereses.

Los de escuela pública [aclara]. Los de escuela privada es otro manejo porque, evidentemente, yo creo que las familias están más preocupadas por la educación de los chicos. Entonces, hay un interés mayor por la exigencia, la exigencia de los docentes hacia los alumnos.

Aunque también la mirada de los padres y como los alineamientos educativos son los mismos, tanto en provincia, en privado como en público, hay cierta flexibilidad que hace que

vos, como docente, tengas que tener una mirada mucho más, ya te digo, flexible, más laxa, más liviana en cuanto a la exigencia. Y, además, también los chicos de hoy viven otra realidad social. Y a los docentes, creo, vos lo preguntabas después, de nuestra generación también nos ha costado mucho adaptarnos, porque hoy el concepto social es otro. Entonces, eso obliga a que la enseñanza sea otra también.

[Camila]

¿Vos sentís que estos cambios fueron graduales con el tiempo desde que empezaste a enseñar o es algo que fue más fuerte en los últimos años?

[Paula]

Fue más fuerte en los últimos años. No, fue más fuerte en los últimos años. Del 2003 en adelante, la educación tuvo un vuelco impresionante.

Al cambiar el sistema educativo, los niveles, cómo se generó con la enseñanza, empezó con la enseñanza general básica. Te diría que en el 90 empezó, pero en el 2003 fue, a partir de ahí, fue terrible el deterioro en cuanto a la exigencia de la educación, en cuanto la falta de claridad en qué enseñar y cómo enseñar. Mucho, a mi juicio, hubo mucho maquillaje en torno a lo que era la educación y poco realmente de profundidad en lo que se quería enseñar. Sino que para los papeles había mucho palabrerío, pero que en el fondo la exigencia fue cada vez peor, cada vez fue más baja.

[Camila]

¿Y esto vos lo ves distinto, lo ves marcado en cómo fueron egresándose la gente con el nivel?

[Paula]

Yo lo que veo particularmente cuando yo escucho a principio de año las encuestas que hablan de los resultados de los chicos que ingresan a la facultad, que se alarman porque son cada vez más bajos, yo te juro que siento, y sí, y es así, claro, que tiene que ser así. Si realmente no salen preparados de la escuela, de la escuela pública no salen preparados. O sea,

particularmente otra de las cosas que a mí me gustaba mucho preguntar en la escuela pública cuando yo tenía el último año, en ese entonces, después pasé a tener el año anterior, pero yo tenía el quinto año con el otro sistema y preguntaba, ¿qué van a estudiar, qué van a hacer?

Y todos eran ingeniero, matemático, abogado, docente, era común hablar de ese tema. En los últimos años a mí no me daba ni para preguntar, si yo sabía que estos chicos no cumplían con lo mínimo que yo exigía, ¿cómo iba a pensar yo que iban a seguir estudiando?

En la escuela privada, hay una intención de continuar los estudios. Y depende del colegio, les ha ido mejor en los resultados obtenidos en los ingresos.

Igual muchos han tenido que ir a institutos para perfeccionarse. Por ejemplo, te digo, en la escuela secundaria han dividido las modalidades humanísticas y exactas, pero a los fines reales no se profundizó más en contenidos exactos que en contenidos humanísticos o artísticos, según la desviación que vos podías elegir. Por lo tanto, yo que terminaba la escuela, muchas veces seguía artística.

Por ejemplo, Facu [su hijo], siguió en privado artística porque en la otra no había cupo, no había más artículo cuando yo lo cambié. Y la verdad que después para entrar a administración de empresas tuvo que prepararse con profesores. Porque era otro enfoque.

Y, así y todo, muchos profesores que dan matemática dan más o menos lo mismo en el artístico, humanística y todo, Entonces, bajan, acomodan el programa y no había mucho control ni exigencia por parte de los colegios secundarios.

Por esto que te digo, como tenés que priorizar la aprobación, hay mucha estadística, te exigen que vos tengas en cuenta el contexto social, la realidad del país, ni hablar del periodo de pandemia. Entonces, la exigencia, en los privados, hay mucha exigencia de los padres. El padre muchas veces entiende que, si está pagando una cuota, necesita tener resultados favorables.

Y no acepta que el hijo no se dedica, no se esfuerza, no tiene la constancia. Y vos, por otro lado, tampoco podés exigir mucho, porque si no te convertís en un hostigador. Y eso

también juega en contra, porque el chico, Se angustia, tiene ataques de pánico. Hay un montón de realidades que yo, cuando empecé, no, a mí no me las planteaban, ¿entendés?

[Paula]

Tenés que acomodarte, Para que los promedios. Una de las cosas que yo hacía siempre, te diría hasta más de la mitad de mi carrera, cuando yo terminaba cada cuatrimestre de evaluarlos, hacía mi estadística.

¿Qué porcentaje tenía de desaprobados y cuántos de aprobados? Y siempre para mí, si yo tenía un porcentaje muy alto de desaprobados, me cuestionaba a mí como docente. ¿Qué está pasando?

No te puede pasar esto, Sin embargo, con el tiempo esto se revirtió. Como aumentaron los índices de alumnos que llevan materias y no les importa, ¿entendés? Antes no era habitual llevarse tantas materias. Estaba todo listo. Ahora no es habitual es que no te quede ninguna materia pendiente. Entonces, las estadísticas se modificaron mucho.

[Camila]

¿Y sentís que los chicos ahora están con más problemas de atención o menos interés en hacer las clases con todo esto de que es más laxo o con el contexto que tienen?

[Paula]

Total, la atención se cambió muchísimo. Yo particularmente ya no sabía de qué dibujarme para lograr atención con mis materias.

Mirá que yo llevaba videos, les hacía mapas conceptuales. Trataba de que ellos explicaran los temas. Lo mío es humanístico, no es matemática. Pero trataba muchas veces de que, bueno, si no querían dar el tema en forma oral [...] la atención es mínima. Vos tratás de utilizar recursos que a ellos los atraigan como son los recursos tecnológicos. Yo te decía que lo mío es humanístico, no es matemática.

Por lo tanto, yo siempre traté de captar la atención de los chicos [pero] es muy difícil que demuestren interés con temas de mucha actualidad. Yo trabajé siempre mucho con lo que estaba pasando en el momento, Y eso sí lograba atraerlos.

Pero los videos tenían que ser de 3 minutos, 2 minutos y medio, Me ha pasado de, en la escuela pública, no en la escuela privada, era más, lograba mayor atención. Tenía mi pantalla, tenía las pantallas virtuales que te podían traer mapas, todo eso era como más activo.

Y yo, ¿viste que soy rapidita? Yo soy medio ansiosa. Entonces, no era, Los tenía bastantes así a los chicos. Ahora, en la escuela pública que no tenés esos recursos, se me complicaba mucho. Yo llevaba mi compu, pero, por ejemplo, mirá lo que era el nivel de los chicos.

Imaginate con la computadora mía que es de 13 pulgadas, no sé cómo es común, ¿no? Y yo la ponía en el escritorio y le decía que se acercaran para ver. Y vos lo veías que seguían en el fondo sentados tirados así. “Yo veo”, me decía, “Pero acercate. Súbanse arriba de los bancos”, les decía yo. “Acomódense para que todos puedan ver”. “No, yo veo desde acá”, te decían así tirados, Desde el fondo, imaginate en un aula. Eso ya te demostraba que [les] importaba 3 pitos lo que vos pudieras hacer. En el último tiempo fue muy, muy difícil.

No podés exigir recursos, o sea, ellos te decían, querían usar el celular, pero realmente el celular era para chatear. No lograbas concentrar la atención. Inmediatamente se ponían a boludear con cosas de ellos, hacer cosas, hablar entre ellos. Y además era un peligro, ahora lo prohibieron el celular otra vez.

Si bien es un recurso, el celular es un recurso fantástico cuando está bien utilizado. Pero tenés que estar muy atento porque los chicos lo usan, usan 2 minutos y al toque ya están en otra. Y están hablando entre cursos.

Entonces, se convierte en una amenaza, Porque vos podés aprovechar. Yo muchas veces les decía, había una palabra, bueno, a ver, búsquenlo. Y lo buscaban. Entonces, yo los apuraba mucho en la escuela privada con la nota, Como me tenían julepe, porque les costaba,

en las pruebas no les iba bien porque no estudiaban. Yo subía mucho la nota con la atención en clase. Y todo lo pagaba con nota.

Yo decía, yo pago con nota. Entonces, algunos en la escuela privada pasasen, en la escuela pública no les importa nada, Entonces, muchas veces sí les pedía, bueno, a ver, fíjense en el celular, hagan esto.

Pero también es cierto que tenés que estar muy atento con el uso del celular porque en la primera de cambio se ponen en otra, se ponen a chatear entre ellos, se ponen a jugar. Yo he visto, “¿Qué tenés ahí?” “Nada”. Y después, “no me lo puede sacar el celular usted a mí. Usted no puede, es mío”,

Te corren con ese tema de la pertenencia y de que vos no podés, Qué sé yo, actuar sobre ellos. Entonces, se hizo complicado el último tiempo. A mí se me hizo muy complicado.

[Camila]

Y vos en base a lo que viste con los chicos, ¿Cómo se portaban con el estudio? Con tu materia estudiaba un poquito. ¿Notás que en matemática eran parecidos?

¿Tenés alguna referencia de los profes de matemática o algo de que los veían más complicados? ¿O vos a ver que los chicos se quejaban de matemática?

[Paula]

En el Esquiú había una profesora muy buena en matemática que era más joven que yo y que la verdad que tenía buen vínculo con los chicos y trataba de, yo creo que, De llegar más a ellos de otra forma, ¿no?

Pero, sí, el nivel yo creo que ha bajado en todas las materias. En matemática supongo que también, Pero, bueno, yo no puedo hablar de esa área porque la verdad que desconozco.

Pero sí sé que algunos profesores que los que lo han logrado mejores resultados eran profesores que yo los veía como mucho más modernos, más, Con generadores de innovación

para lograr la atracción de los chicos. Lo que es real es que hay una bulia generalizada de los alumnos. Hay un desinterés, Poco nivel de atención, pocas hora-sillas, Como yo decía, esto de sentarse a estudiar no hay tiempo.

Ellos no, como que no les destinan el tiempo que se les destinaba antes. Por eso que como docente es un gran desafío hoy en día generar atractivos para lograr captar la atención en ellos. Por eso es lo que yo sentía que, sobre todo después de pandemia y con mi edad, yo traté muchísimo de aggiornarme.

Y a mí la tecnología me apasiona y me apasionó trabajar en pandemia con el colegio privado. Porque yo con el Zoom, por eso ahora me trajo muchos recuerdos, me daba cuenta de que sacaba y distraía y subía cosas y las tenía, como los tenía ahí a todos concentrados, pero también me pasaba que abría el Zoom y había algunos que estaban acostados con la mantita puesta acá en la cama y yo les decía, “¿vos estás acostado?” “No, no, no, no, decían”, Y esas cosas también se pasaban. La tecnología es muy atractiva, pero también no hay que abusar porque a ellos también les gusta, pero ya es momento que se hinchan, y basta. Y las clases están armadas de 120 minutos.

Entonces yo trataba en la clase, en la escuela privada, trabajaba con la pantalla. Primero hacíamos una revisión de los temas, pero 15, 20 minutos que les pedí ahí que me trajeran las noticias, artículos o algún videíto cortito de lo que estábamos viendo para ver si los, o sea, aceptaba todo, Lo que yo quería era movilizarlos a ellos.

Eso en colegio privado. Y después presentaba el tema nuevo con un video, con algunas fotos que mostraran, Del audiovisual.

Y después ya los tenía que poner a trabajar porque ya no me aguantaba más. La otra hora era ya trabajen. Que calculo que en matemáticas deben hacer así, que hagan ejercicios.

Las horas son de 120 minutos, Eso es mucho. Para los chicos de hoy en día antes te lo marcabas, pero ahora no.

[Camila]

Y hasta ahí también, porque yo me acuerdo de que ya al final de las clases era difícil a veces, si me costaba mucho la materia.

[Paula]

A vos te decían, hagan un recorte, hagan un break. Hacés el break, pero después no lo retomás más, Es como que no está tan bueno. Y vayan al baño, vengan. Todos que quieren ir al baño, pues ya, Como estaba permitido, querían huir de vos.

Entonces, yo ya después los dejaba trabajar, pero en ese trabajar, tampoco trabajaba, ya no tenían más ganas. Entonces, era difícil, Sostener 120 minutos. Creo que es mucho. Yo creo que es necesario un recambio total de cómo dar, cuánto tiempo dar, Creo que es necesario.

[Camila]

¿Sabés qué es un ábaco?

[Paula]

El ábaco que yo conozco [son] los contadores de antes.

[Camila]

Sí, el físico con las cuentitas que va a tener. Es eso. ¿Vos alguna vez lo viste usado en un contexto escolar?

[Paula]

No. Yo tampoco lo usé.

[Camila]

Sí, es que no está estandarizado. Entonces, hay algunos colegios que sí, otros que no. Por eso preguntaba, porque capaz lo usaste, pero no te acordabas.

Yo, por ejemplo, lo usé en un colegio, pero en los otros sabía que no se usaba. Fui a 3 colegios y, bueno, por las dudas, no sé, capaz, tenías como el recuerdo o algo.

[Paula]

Yo no lo usé y tampoco lo vi. O sea, sé lo que es, pero nunca ni lo vi ni vi cómo lo usaba. Ni en los colegios donde he ido que pudiera haberlo circular por ahí. No, no, no.

[Camila]

Ya sé que no tenés contacto, pero ¿sentís que hay herramientas que puedan ser útiles, si son visuales o más lúdicas, como un juego para aprender cosas como la matemática, que sean así como táctiles y que te llame la atención eso, en vez de tener que aprender a mano cómo hacer las cosas y recordarlo de memoria?

[Paula]

Sí. Yo con mis alumnos utilizaba juegos muchas veces como repaso para que, porque la competencia les gusta a ellos, les divierte. Entonces, lo lúdico los atraía. Y ahí sí, hasta los más vagos, ahí los enganchara con juegos, competencias. Eso me parece que es una buena estrategia.

Pero, bueno, pero para eso tienen que saber también. Tenés que llegar a procesar ese conocimiento, para aplicarlo. Pero creo que es una buena herramienta y que les gusta.

Mismo, sí, los evaluaba, sí, Rápido. Porque con el múltiple choice, con esas cosas los hacía, que no es lo ideal, pero, bueno, cuando vos, no tenés resultados, querés tratar de reinventarte todo el tiempo, ¿no? Y lo lúdico, lo lógico les divierte a los chicos.

[Camila]

Sí. Y así, que sean más juegos y esas cosas de competir, sentís que también les atraparía más porque es más conectarse entre ellos.

[Paula]

Les gusta la competencia, los divierte. Y sí, creo que es una buena herramienta. Pero no es tan sencillo. Sí, es que hay que enseñar y tienen que adaptar. Para poder hacerlo, tenés que lograr captar esa tensión para que después ellos lo puedan aplicar en el juego, ¿sí, no?

[Camila]

Claro. Sí. Sí, es como que está el trabajo previo también de enseñárselos y que los atrape.

[Paula]

Hay una parte que es muy difícil, que es esta, Por eso te digo, yo ya no estoy para pensarlo porque yo ya me sentía que me tenía que ir. Pero hay una parte que es la de entrar en el contenido, comprenderlo, explicarlo, comprenderlo, fijarlo.

Para después, sí, lo fijás con el juego. Pero lograr captar la atención en los chicos de hoy en día, que se predispongan a ese aprendizaje nuevo, ¿no? Y escucharte y tomarse el tiempo para entenderlo.

Y después en su casa revisarlo. No, ellos cierran la carpeta, chau. Hasta la semana que viene no tienen con vos. Por supuesto, tenés el chico aplicado que con ese funciona solo siempre, con lo que sea. Pero el problema es trabajar con la media para abajo, que cada vez son más esos que pasaron al otro lado, ¿entendés?

[Camila]

Cada vez es menos normal el aplicado.

[Paula]

Claro, es lo que yo te digo. Cada vez es más común los que se llevan materia. Son pocos los que no se llevan materia. Te digo, es el 15%, el 10%. Y no les importa. Y vos, el sistema les da un montón de oportunidades y no les importa.

Yo al final les decía en privado, no podías tomar las pruebas porque se angustiaban, les agradaba ataque de pánico y todo lo demás. “Bueno, preparame una lámina y presentame este tema. Le ponés las palabras, cosa de que también tengan, no me hagas un apunte, pero tenés de dónde sostenerte” “¿Cuándo lo querés dar?” “¿Tenés tiempo del 1 de septiembre al 20 de septiembre?” “¿Cuándo lo querés dar?” “Bueno, yo lo voy a dar el 5 de septiembre.” “Bueno, dale, perfecto.”

Llegaba el 5, yo lo miraba y me daba cuenta de que, con esas caras de que no me mire. Y yo lo llegaba y le decía, “¿y?” “Uy, no lo puse.” “Bueno, ¿querés darle la semana que viene?” “Sí, sí, la semana que viene.” Llegaba la semana que viene, otro. “Y, no, no, no, no, no, no pude, no, no, no, no lo voy a dar.” “Bueno, ¿tenés otra semana?” Bueno, ¿cómo terminaba? No, no lo daban. Ni el oral, ni el escrito.

¿Qué forma querés, cómo lo querés rendir? ¿Como un oral, como un escrito, con una presentación, con un PowerPoint? ¿Hacés el PowerPoint? ¿Te resulta más divertido hacerme un PowerPoint? ¿Me lo explicás? ¿Querés hacerme una lámina? Explicámelo, cómo quieras. Nada. Es difícil, sobre todo cuando uno tiene una formación de profesora vieja donde se le daba una importancia, Al contenido, y que no lo podrías alcanzar con estos chicos, con los chicos de hoy.

[Camila]

Y me imagino que lo que queremos proponer nosotros también vamos a tener que trabajar mucho esa parte de mantenerlos, así como enganchados y que les guste.

[Paula]

Claro. ¿Pero vos por qué lo estás haciendo esto en tu carrera? ¿Por qué te lo piden?

[Camila]

Yo estoy haciendo la tesis [...], tenemos que hacer una propuesta para mejorar alguna dinámica social o de la sociedad. Nosotros elegimos el ábaco porque, bueno, es para mejorar la enseñanza de la matemática, pero hay mucha gente que no lo usa con lo que es la

educación, sino que se fueron a la medicina. Es como que vos tenés que encontrar algún problema a solucionar con la tecnología y tenés que desarrollar toda tu base de, bueno, por qué esa problemática está, cómo la comprobás y después tenés que buscar la solución, demostrar [para] qué se aplicaría y mejoraría.

Entonces, las encuestas y las entrevistas son para conocer el contexto social de la matemática, de cómo se enseña, cómo la gente la tiene evaluada. Porque, por ejemplo, en las encuestas que nosotros hicimos, vimos que a mucha gente le gusta la matemática, pero a mucha gente no le gusta porque no le sale bien. Entonces, tener ese tipo de contexto.

[Paula]

No te la hicieron atractiva, ¿no? Eso es lo importante de la materia, ¿no? Ahí hay mucha responsabilidad del docente, hacer atractivo con materia. A mí me pasó, por ejemplo. Yo no tuve buenos docentes. Eran, no, había una que sí era buena, que se enchastraba toda, me acuerdo, en el pizarrón, Con una época de tiza, que era una loca, pero esa era la importante. Después tuve otras, que no lo tenían eso.

Estaba pensando que yo he usado muchas páginas en Internet de juegos sociales. Igual las debés conocer, ahora no me acuerdo, pero seguramente las debés conocer. Había tatetís, había sopa de letras. Yo usaba mucho y a ellos les encantaba.

[Camila]

Sí, sí. El Kahoot sería el que estuviste usando.

[Paula]

Esa, por eso no me acordaba ahora, que incluso eran muchos chicos, yo copiaba, copiaba de otros docentes, viste que uno siempre, yo estaba siempre alerta y algunos chicos te lo planteaban también, o traían ellos.

[Camila]

Sí, es distinto.

[Paula]

Y eso les gustaba.

[Camila]

Bueno, la dinámica sería hacer algo así, más o menos, un Kahoot.

[Paula]

Ese, ese lo usaba. Y trataba, yo me metía a juegos, viste, tal cosa, es tan fácil buscar en Internet, y ahí enganchaba y le metía. Después los hacía ellos armar juegos, así. ¿Cómo hacer? Porque yo decía, bueno, en la búsqueda del juego se van a tener que meter con el contenido.

[Camila]

Sí, además ellos ya saben que tienen que hacer que el resto se entretenga, entonces ya es como que van a buscar algo distinto.

[Paula]

Y aparte les encanta hacerlos picar, viste, a los compañeros, como eran juegos, se los hacían entre ellos, y también se los evaluaba, se les ponía nota, viste, el que ganaba tenía nota, el que lo hacía tenía nota. Yo todo, yo decía, yo pago todo, decía. Pero, ojo, estoy hablando del privado.

[Camila]

¿Y en públicas?

[Paula]

En públicas, y depende qué públicas también, estoy pensando ahora. La pública de acá era un desastre, la pública del puerto, no, le llevaba yo la maquinita y los entretenía, pero son

más reticentes los chicos, hay mucha, viste, interés, y vos les hablás y les decís, y te cuesta captar mucho la atención de los chicos, viste. El privado es diferente.

Antes no, antes no. Ahora sí, un abismo, un abismo, viste. Y depende la zona de la pública también, por ejemplo, yo sé que las escuelas públicas de Buenos Aires, de CABA, son bárbaras. Vos te vas a Gran Buenos Aires, andate a la Cava, a dar clase. Andate ahí a San Fernando atrás, a Carupá, a Virreyes. No, o sea, no trabajé, pero estoy segura de que hay un abismo entre CABA y Virreyes o Carupá. Y entre el Marín, viste.

[Camila]

Son otros recursos también, así que sí.

[Paula]

Yo tenía en el Mar del Plata, a mí me pagaban, ojo, yo como docente, a mí me pagaban lo mismo en la escuela pública que en el Mar del Plata, viste, pero en el Mar del Plata laburaba 10 veces más, 10 veces más, porque el control era mucho más exigente de mis directivos también. Sin embargo, vos me decís, yo prefería trabajar en el Mar del Plata porque trabajaba como profesora de geografía, yo tenía la pantalla, entonces cuando yo quería seguir escribía, bajaba el mapa de Isobara, de Isotherma, les bajaba el vídeo de, qué sé yo, del Calafate, viste, les hacía el dibujo de qué pasaba con el viento, usaba colores, lo volvía loca porque yo me enloquecía con todo eso, viste, y tenía armado también y tocaba el icono y me aparecía el vídeo en la imagen, viste, o sea, había logrado aprender a usar todo eso y me encantaba, viste, pero en la escuela pública no.

En la escuela pública me iba con mi computadora, y así todo, ya te digo, a los del fondo no les importaba, no les calentaba, a veces no tenías Internet en la escuela, viste, es más difícil. Lo que sí es cierto que todos los chicos de escuela pública tienen celular, también la bajada en la escuela pública es que usen sus celulares para la aplicación de ese juego que vos quieras hacer, claro, viste, sí, sí, sí, ahora casi todo el mundo tiene celular, celular lo tienen todos, el tema es que lo usen para los fines que vos querés, viste, claro, sí, sí, tenemos que

evaluar esto justo, pero ojo que ahora hay una medida de sacarles el celular a los chicos en las escuelas.

[Camila]

Lo vamos a tener en cuenta, eso no, no sabía, no.

[Paula]

Hay una disposición, en CABA creo que nos usan más, acá en el Esquiú me dijeron que no los usan más, no los dejan, o sea, hay consideraciones, o sea, se puede usar, pero bajo determinadas circunstancias, viste.

[Camila]

Sí, esto es una aplicación sin Internet, así que, no sé, tendríamos que ver cómo hacerlo.

[Paula]

Si es sin Internet, sí, porque no corres el riesgo de lo que yo te decía, de que se vayan para jugar con los amigos, chatear entre cursos, ¿sabes qué? por ahí se hablaban y se encontraban, “me siento mal profesor”, y se encontraban, viste, la parejita en el baño y vos, te hacían el verso que estaba enfermo, hay un montón de circunstancias que aparecieron, que iban apareciendo y que vos, viste, te vas superando, ¿no?

[Camila]

Sí, sí me imagino, el ingenio.

[Paula]

El ingenio, siempre van tres pasos más adelante tuyo, los chicos, yo me daba cuenta de que yo siempre la corría de atrás, cuando les agarraba una, viste, aparecía otra nueva, entonces siempre vas corriendo la, y viste, por más bicha que te crees que sos, siempre te gana, es así.

[Camila]

Ahora, te aviso porque se me está diciendo que me estoy quedando sin tiempo, no quiero que se corte, así que me queda un minuto. Bueno, muchas gracias, muchas gracias.

[Paula]

No, lo que necesites es llamarme y combinamos, no hay problema. Espero que te haya servido, a pesar de que no soy de matemática.

[Camila]

No, sí, porque es el contexto más del contacto con los chicos de ahora, específicamente vos verlos en una clase, que hoy vos te jubilaste hace poquito, pero la tenés super fresca la dinámica de los chicos en el colegio.

[Paula]

Después de pandemia fue desastroso, y yo ya vi que el último, o sea, los dos primeros años después de pandemia fue desastroso, el último año se estaba tratando de remontar, viste, de mejorar, igual todos los docentes que trabajan ahora con mí, que siguen trabajando, te dicen que es muy difícil, porque además las reglamentaciones que bajan no ayudan a este nivel de compromiso con los alumnos, al contrario, se tergiversa todo, viste, estoy mirando los minutos también.

Hay bajada de qué tienen que dar las estadísticas de niveles de evitar la deserción escolar, que en la escuela pública es abismal, y los porcentajes que hay de aprobación, pero son mentirosos esos resultados, porque como no hay exámenes, cada vez la exigencia es menor, el docente tiene que dibujar la nota para arriba, porque si no viene y te cuestiona, ¿cómo Paula tenés este resultado? Y sí, viste, ¿qué querés que te diga? Sí.

## 8.2. Anexo B - Encuesta Realizada

Para los casos de menores a 16, la encuesta se dirigía a un enlace diferente para que un padre, madre o tutor legal lo complete en representación de la persona objetivo. Sin embargo, no se usó para la investigación y quedó descartada.

Consentimiento ✕ ⋮

Si tenés **menos de 16 años**, no podés completar esta encuesta por tu cuenta. Te pedimos que compartas este enlace con tu madre, padre o tutor legal para que responda en tu lugar:

<https://forms.gle/qdVMjZGjGx6xRX1B9>

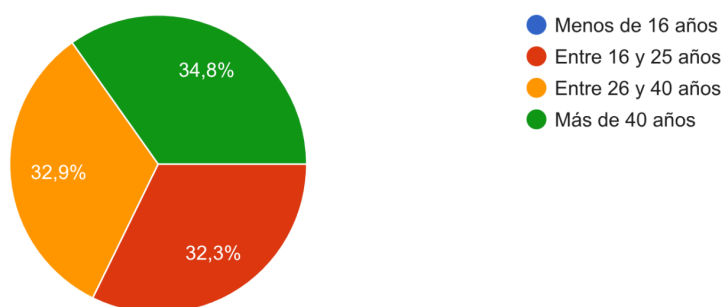
Esto es necesario para cumplir con las normas de consentimiento y cuidado de datos personales. ¡Gracias por tu comprensión!

A continuación se muestra la encuesta para los otros grupos etarios:

- Sección 1: Datos del Participante

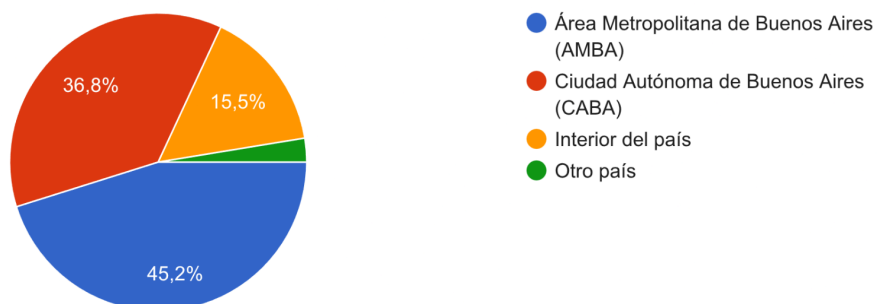
¿Cuál es tu edad?

155 respuestas



¿En qué lugar residís actualmente?

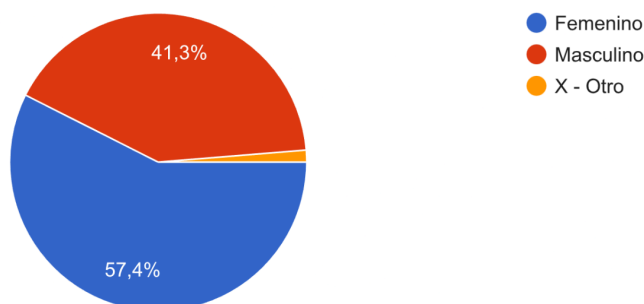
155 respuestas



El porcentaje correspondiente a “Otro País” es del 2.6% (4 personas)

¿Con qué género te identificás?

155 respuestas

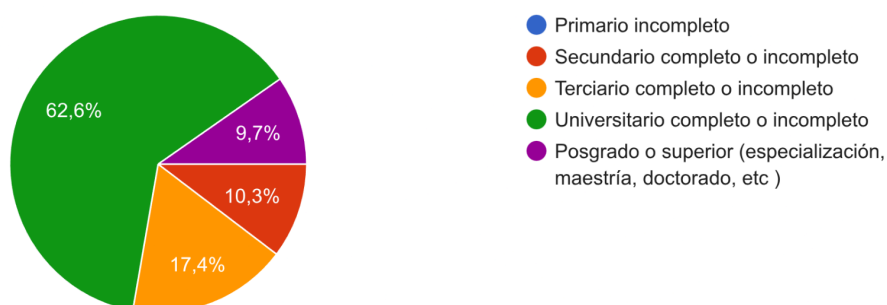


El porcentaje correspondiente a “X - Otro” es del 1.3% (2 personas)

- Sección 2: Trayectoria Educativa

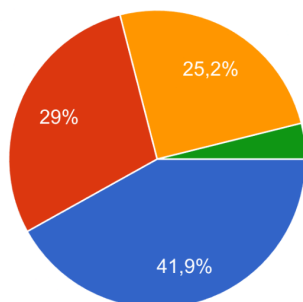
¿Cuál es tu mayor nivel de estudios?

155 respuestas



¿Dónde realizaste tu educación primaria?

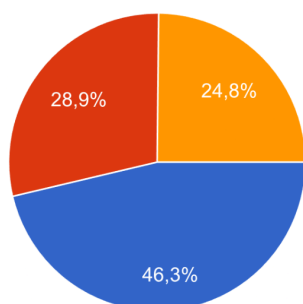
155 respuestas



- Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA)
- Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA)
- Interior del país
- Otro país

¿Dónde realizaste tu educación secundaria?

149 respuestas

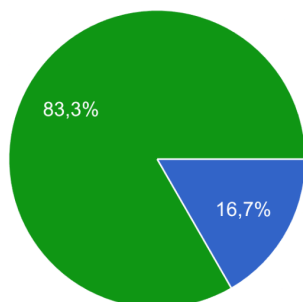


- Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA)
- Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA)
- Interior del país
- Otro país - No realice estudios secundarios

No se registraron encuestados de “Otro País” en esta sección, porque dicho camino se contempla en la siguiente imagen de 6 respuestas.

¿Dónde realizaste tu educación secundaria?

6 respuestas

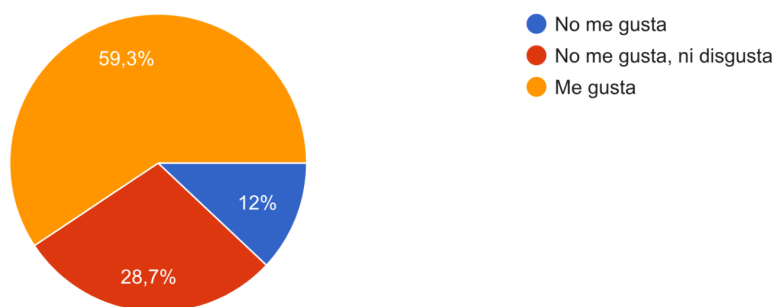


- Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA)
- Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA)
- Interior del país
- Otro país - No realice estudios secundarios

- Sección 3: Experiencia con matemática

¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor tu nivel de agrado por la matemática?

150 respuestas



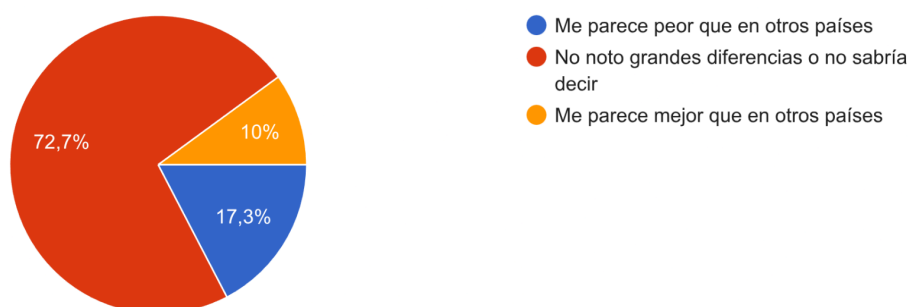
¿Cómo evaluarías tu propio desempeño en matemática?

150 respuestas



En comparación con otros países, ¿Cómo describirías la enseñanza de matemática en Argentina?

150 respuestas



¿Qué nivel de conocimientos matemáticos considerarás que tienen los estudiantes al finalizar la secundaria en Argentina?

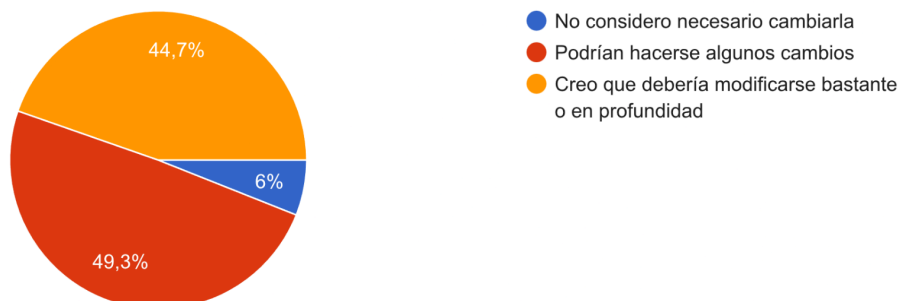
150 respuestas



Para la opción de “*Me parece alto, con buen dominio de los contenidos*”, sólo hubo 2 respuestas (1.3%).

¿En qué medida considerarás necesario modificar la forma en que se enseña matemática en las escuelas argentinas?

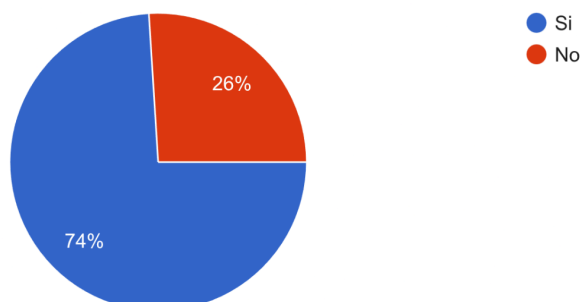
150 respuestas



- Sección 4: Uso del ábaco

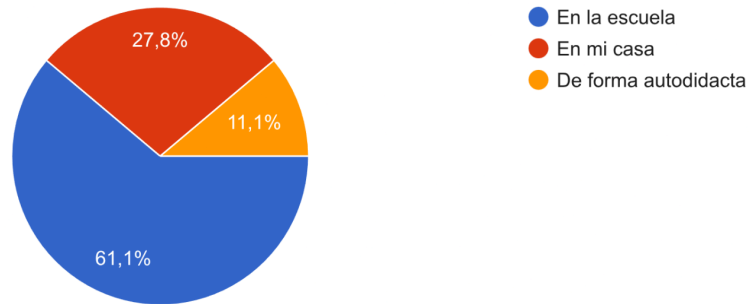
¿Sabés qué es un ábaco?

150 respuestas



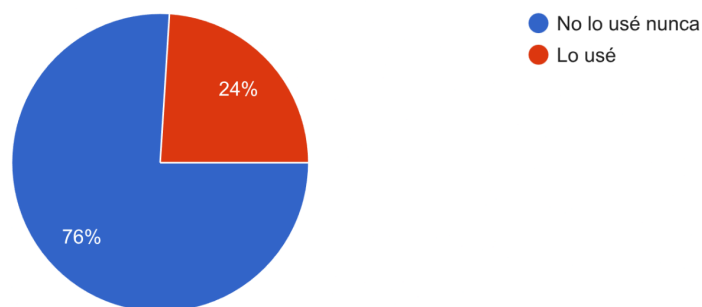
¿Dónde aprendiste a usar el ábaco?

36 respuestas



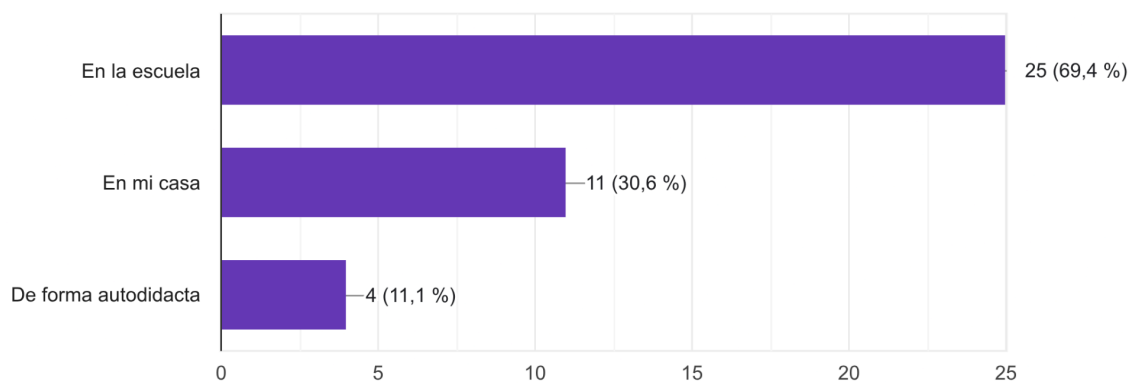
¿Qué nivel de familiaridad tenés con el ábaco?

150 respuestas



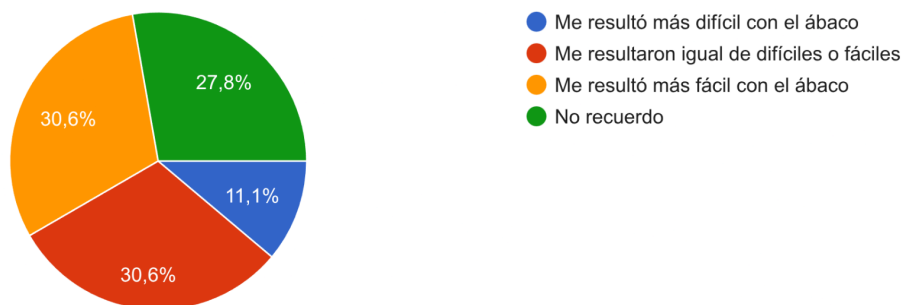
¿En qué contexto utilizaste el ábaco?

36 respuestas



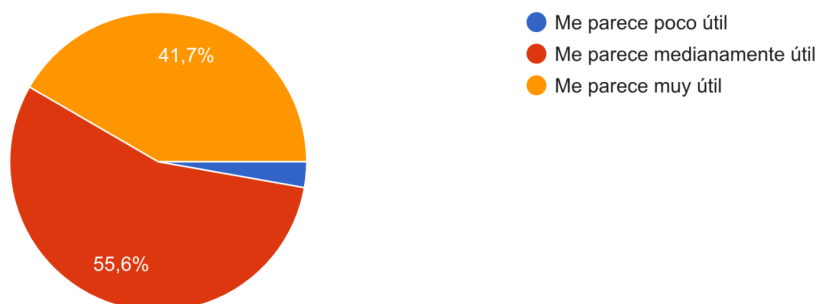
¿Qué nivel de dificultad experimentaste al usar el ábaco en comparación con lápiz y papel para realizar operaciones básicas?

36 respuestas



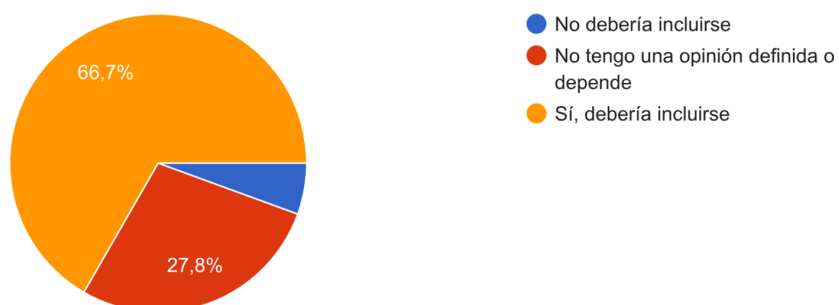
¿En qué medida considerarás útil el ábaco para el aprendizaje de matemática?

36 respuestas



¿Considerarás que el uso del ábaco debería incluirse en el contenido escolar?

36 respuestas



## 8.3. Anexo C - Especificaciones de Casos de Uso

TABLA XXII: Especificación de Caso de Uso 01

ID del Caso de Uso	CU01
Nombre	Practicar con Ábacos Virtuales
Actor	Estudiante
Descripción	Este caso de uso le permite al estudiante realizar ejercicios aritméticos a través de la manipulación táctil de un ábaco virtual. El sistema ofrece múltiples modos de juego y genera los ejercicios en función del nivel del usuario, proporcionando retroalimentación para cada respuesta.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>El actor usa la opción de configuración automática para la generación de ejercicios.</li> </ul>
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>El sistema guarda localmente el resultado del ejercicio a través de las métricas de desempeño.</li> <li>Se actualiza el historial de progreso del actor.</li> </ul>
Requerimientos No Funcionales	RNF01, RNF02, RNF03, RNF04, RNF05, RNF06, RNF07, RNF08.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> <li>El actor abre la aplicación desde su dispositivo móvil y accede al menú principal.</li> <li>Selecciona el modo “<i>Rondas Rápidas</i>”.</li> <li>El sistema carga la pantalla, y muestra las opciones:             <ol style="list-style-type: none"> <li>Modos                 <ol style="list-style-type: none"> <li>Por tiempo (cronometrado)</li> <li>Por vidas</li> </ol> </li> <li>Opciones                 <ol style="list-style-type: none"> <li>Automática</li> <li>Avanzada</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>El actor deja las configuraciones por</li> </ol>

	<p>defecto que se muestran en pantalla y selecciona el botón “Comenzar”.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. El sistema genera un ejercicio aritmético adecuado al nivel actual del estudiante, con 1 minuto de tiempo y 3 vidas totales.</li> <li>6. El actor resuelve el ejercicio manipulando el ábaco virtual mediante gestos táctiles.</li> <li>7. El sistema evalúa la respuesta.</li> <li>8. En función del resultado, se presenta retroalimentación inmediata, indicando si la respuesta es correcta o incorrecta.</li> <li>9. El sistema registra el resultado y ajusta la dificultad del siguiente ejercicio de acuerdo con el desempeño del usuario.</li> <li>10. Una vez finalizados todos los ejercicios, el sistema muestra un cartel de finalización, con opciones para redirigir al actor hacia el menú principal, o a la pantalla del modo de juego.</li> </ol>
<p>Flujo Alternativo</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>A1. El actor selecciona el modo “Libre”             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. El sistema muestra un ábaco virtual, sin ejercicios asociados, para que se manipule como si fuera el instrumento físico.</li> </ol> </li> <li>A2. El actor selecciona el modo “Aventura”:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. El sistema carga la pantalla y muestra un mapa interactivo con múltiples desafíos para realizar.</li> <li>b. El actor selecciona un desafío.</li> <li>c. El sistema muestra un cartel descriptivo y el botón de inicio.</li> <li>d. El actor selecciona el botón de inicio.</li> <li>e. El sistema carga el desafío,</li> </ol> </li> </ol>

	<p>donde se deben resolver los ejercicios en pantalla.</p> <p>f. Al finalizar, el sistema muestra un cartel de éxito o fracaso, seguido por botones para volver al menú principal, o al paso A2.a.</p> <p>A3.El actor decide salir del modo antes de completar la sesión</p> <p>a. El sistema descarta el ejercicio actual y retorna al menú anterior sin registrar el intento.</p>
Extiende	Actualizar Perfil
Incluye	Generar Ejercicios

Fuente: Elaboración Propia

TABLA XXIII: Especificación de Caso de Uso 02

ID del Caso de Uso	CU02
Nombre	Consultar Progresos
Actor	Estudiante
Descripción	Este caso de uso le permite al estudiante consultar sus métricas de desempeño, trofeos y avances dentro del sistema. La visualización de estos datos tiene como objetivo motivar al usuario y ofrecerle una percepción clara de su evolución en el proceso de aprendizaje.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El actor posee un perfil activo en el sistema.</li> <li>● Debe haberse completado al menos una sesión de práctica.</li> </ul>
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El actor ha visualizado su rendimiento hasta el momento.</li> <li>● No se modifican datos durante este caso de uso.</li> <li>● El sistema queda listo para volver al</li> </ul>

	menú principal o ejecutar otras acciones.
Requerimientos No Funcionales	RNF02, RNF03, RNF04, RNF05, RNF06, RNF07, RNF08.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El actor abre la aplicación desde su dispositivo móvil y accede al menú principal.</li> <li>2. El actor selecciona la opción con el símbolo de un trofeo.</li> <li>3. El sistema presenta la pantalla “<i>Recorrido</i>”, donde se observa una visión general de la información del perfil con detalles de desempeño, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cantidad de ejercicios resueltos.</li> <li>○ Tiempo total de uso.</li> <li>○ Nivel actual del perfil.</li> <li>○ Racha actual y máxima de aciertos.</li> </ul> </li> <li>4. Por debajo, el sistema muestra las insignias, medallas o trofeos obtenidos hasta el momento tal como: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ “<i>Rey de tutoriales</i>” por haber completado todos los tutoriales.</li> </ul> </li> <li>5. El actor revisa libremente la información.</li> </ol>
Flujo Alternativo	N/A
Extiende	N/A
Incluye	N/A

Fuente: Elaboración Propia

TABLA XXIV: Especificación de Caso de Uso CU03

ID del Caso de Uso	CU03
Nombre	Gestionar Perfiles

Actor	Estudiante
Descripción	Este caso de uso le permite al estudiante crear, editar o eliminar un perfil de usuario. Cada perfil almacena configuraciones personalizadas, historial de progreso y preferencias, brindando la individualización del uso de la aplicación en un mismo dispositivo.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El almacenamiento local se encuentra disponible y no posee restricciones de espacio.</li> <li>● El número máximo de perfiles permitidos no fue alcanzado.</li> </ul>
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El perfil es creado, modificado o eliminado exitosamente, según la acción realizada.</li> <li>● La información se guarda de forma persistente en el dispositivo.</li> <li>● El actor queda con un perfil activo listo para usar.</li> </ul>
Requerimientos No Funcionales	RNF02, RNF03, RNF04, RNF05, RNF06, RNF07, RNF08.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El actor abre la aplicación desde su dispositivo móvil y accede al menú principal.</li> <li>2. El actor selecciona la opción que posee un símbolo de engranaje.</li> <li>3. El actor selecciona su perfil en la parte superior de la pantalla.</li> <li>4. El sistema presenta una lista de datos que el actor puede modificar, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Avatar</li> <li>○ Apodo</li> <li>○ Género</li> <li>○ Fecha de nacimiento.</li> </ul> </li> <li>5. Si el actor selecciona la opción de “Borrar”: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ El sistema solicita confirmación.</li> <li>○ Al aceptar, se elimina el</li> </ul> </li> </ol>

	<p>perfil y los datos asociados</p> <p>6. El sistema actualiza la información correspondiente en el dispositivo, y lo registra localmente (<i>user_profiles.json</i>).</p>
Flujo Alternativo	<p>A1. Se alcanza el límite de perfiles permitidos</p> <p>a. Si se intenta crear un nuevo perfil y ya se ha alcanzado el máximo permitido por la aplicación, el sistema deshabilita el botón de “<i>Nuevo Perfil</i>”.</p> <p>A2. En cualquier momento, el actor puede cancelar la acción y retornar al menú principal sin guardar cambios.</p> <p>A3.1 El actor está usando otro perfil, por lo que decide seleccionar la opción “<i>Cambiar Perfil</i>”:</p> <p>a. El actor opta por crear un nuevo perfil, selecciona “<i>Nuevo perfil</i>”, y el sistema carga la pantalla de creación de perfil.</p> <p>i. Selecciona una avatar.</p> <p>ii. Escribe un apodo.</p> <p>iii. Elige un género.</p> <p>iv. Selecciona una fecha de nacimiento.</p> <p>v. Confirma la creación.</p> <p>vi. El sistema vuelve al menú principal con el nuevo perfil seleccionado.</p> <p>A3.2 El actor selecciona un perfil del listado (máximo 4 perfiles).</p>
Extiende	Actualizar Perfil, Crear Perfil
Incluye	N/A

Fuente: Elaboración Propia

TABLA XXV: Especificación de Caso de Uso CU04

ID del Caso de Uso	CU04
Nombre	Realizar Tutoriales
Actor	Estudiante
Descripción	Este caso de uso le permite al estudiante acceder a un módulo de tutoriales interactivos con el objetivo de familiarizarse con el uso del ábaco y las mecánicas de resolución de ejercicios. Está diseñado especialmente para usuarios que no tienen experiencia previa con el sistema o el ábaco en general.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El actor debe haber iniciado la aplicación y accedido al menú principal.</li> <li>● El actor no finalizó ninguno de los tutoriales.</li> </ul>
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El actor es redirigido al menú principal.</li> <li>● El actor es redirigido a la sección de tutoriales.</li> </ul>
Requerimientos No Funcionales	RNF02, RNF03, RNF04, RNF05, RNF07, RNF08.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desde el menú principal, el actor selecciona la opción que posee un símbolo de birrete.</li> <li>2. El sistema presenta la pantalla “<i>Aprender Leyendo</i>” con el listado de todos los tutoriales, de los cuales solo el primero está disponible para ser iniciado. Dicho listado sigue el siguiente orden:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Contar</li> <li>b. Sumar</li> <li>c. Restar</li> <li>d. Multiplicar</li> <li>e. Dividir</li> </ol> </li> <li>3. Comenzando por “<i>Contar</i>”, el actor inicia un recorrido guiado que posee información introductoria sobre el</li> </ol>

	<p>uso del ábaco.</p> <p>4. El actor navega por la pantalla del tutorial sin interrupciones hasta el final, y selecciona el botón “Finalizar”.</p> <p>5. El sistema le otorga al actor un trofeo, por ser su primera vez completando el tutorial, y lo registra en la sección de “Recorrido”, con persistencia a través de un archivo JSON (<i>user_profiles.json</i>)</p> <p>6. El sistema habilita la siguiente sección del tutorial.</p>
Flujo Alternativo	<p>A1.El actor opta por repetir uno de los tutoriales para reforzar conceptos.</p> <p>A2.En cualquier punto del recorrido, el actor decide salir del tutorial, y retornar al menú principal.</p> <p>A3.El actor completa el último tutorial “Dividir”.</p> <p>a. El sistema le presenta una pantalla donde se indica que completó todos los tutoriales, junto a un botón para volver al menú principal.</p> <p>b. El actor selecciona el botón y vuelve al menú principal.</p> <p>c. El sistema le otorga al actor la insignia por haber completado el tutorial de división (“Emperador divisor”) y otro por haber terminado todos los tutoriales (“Rey de los tutoriales”).</p>
Extiende	Actualizar Perfil
Incluye	N/A

Fuente: Elaboración Propia

TABLA XXVI: Especificación de Caso de Uso CU05

ID del Caso de Uso	CU05
--------------------	------

Nombre	Jugar Partidas Multijugador
Actor	Estudiante
Descripción	Este caso de uso permite que dos o más estudiantes participen en una partida multijugador por turnos, en un mismo dispositivo móvil. Cada jugador resuelve ejercicios individualmente, y el sistema registra los resultados para mostrar un resumen comparativo al final.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hay al menos dos perfiles de usuario para iniciar una partida.</li> </ul>
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El sistema registra métricas agregadas en los perfiles correspondientes al finalizar el modo de juego.</li> <li>● El sistema queda disponible para iniciar otra partida o retornar al menú principal.</li> </ul>
Requerimientos No Funcionales	RNF01, RNF02, RNF03, RNF04, RNF05, RNF06, RNF07, RNF08.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El actor abre la aplicación desde su dispositivo móvil y accede al menú principal.</li> <li>2. El actor selecciona la opción “<i>Multijugador</i>”.</li> <li>3. El sistema carga la pantalla del modo multijugador y solicita el número de jugadores (mínimo dos) mediante el botón “<math>\oplus</math>” y permite seleccionar dos opciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Jugador Existente.</li> <li>○ Jugador Temporal. <ol style="list-style-type: none"> <li>i. El jugador temporal no requiere de un perfil previamente creado, pero su desempeño no se guarda al finalizar la partida.</li> </ol> </li> </ul> </li> <li>4. El actor selecciona las opciones de</li> </ol>

	<p>ronda</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tiempo de partida (minutos).</li> <li>○ Cantidad de vidas.</li> <li>○ Configuración grupal o individual             <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Individual: cada jugador determina su preferencia de tipos de operaciones aritméticas.</li> <li>ii. Grupal: se determinan los parámetros globales que todos jugadores usarán (suma, multiplicación, división, etc)</li> </ul> </li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Habiendo establecido los parámetros pertinentes, el actor selecciona el botón “Comenzar”.</li> <li>6. El sistema muestra una pantalla indicando el comienzo del primer jugador.</li> <li>7. El actor selecciona el botón “Comenzar” e inicia su turno.</li> <li>8. El actor resuelve los ejercicios.</li> <li>9. El sistema evalúa la respuesta, presenta retroalimentación y registra el resultado.</li> <li>10. Una vez terminado el turno del jugador, el sistema muestra una pantalla indicando el comienzo del próximo.</li> <li>11. Se repiten los cuatro pasos anteriores hasta que todos los jugadores hayan jugado.</li> <li>12. El sistema indica que finalizó la partida e identifica al jugador ganador (o los que empataron), y las opciones de volver a jugar o volver al menú principal.</li> </ol>
Flujo Alternativo	<p>A1. Número de jugadores inválido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si se intenta iniciar la partida con menos de dos</li> </ul>

	<p>jugadores, el sistema bloquea el botón de comienzo de partida.</p> <p>A2. Configuración de partida inválida:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si tanto el tiempo como las vidas están en gris, el sistema bloquea el botón de comienzo de partida.</li> </ul> <p>A3. Configuración Individual inválida:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Si no se definen las operaciones aritméticas de cada perfil, el sistema bloquea el botón de comienzo de partida.</li> </ul>
Extiende	N/A
Incluye	CU01: Practicar con Ábacos Virtuales

Fuente: Elaboración Propia

## 8.4. Anexo D - Términos y Condiciones de Abacuy

### 1. Objeto del Servicio

Abacuy es una aplicación educativa destinada al aprendizaje y práctica de aritmética mediante el uso de un ábaco virtual. El servicio está orientado a estudiantes de nivel primario y secundario, bajo la supervisión de un adulto responsable.

### 2. Datos solicitados:

La aplicación no solicita datos personales sensibles ni de contacto (como nombre completo, documento de identidad, dirección, teléfono o correo electrónico).

Únicamente se requieren datos mínimos con el fin de personalizar la experiencia de uso:

- Apodo del perfil de usuario.
- Género.
- Fecha de nacimiento.

### 3. Finalidad del tratamiento de datos

Los datos mencionados se utilizan exclusivamente para:

- Personalizar la experiencia de juego.
- Adaptar las métricas de progreso y niveles de dificultad.
- Generar estadísticas anónimas de uso para fines educativos y de investigación.

Los datos no serán utilizados para finalidades comerciales, publicitarias ni cedidos a terceros con fines ajenos al objetivo educativo de la aplicación.

### 4. Consentimiento informado

El uso de la aplicación implica el consentimiento expreso e informado del usuario, o en su caso, de su madre, padre o tutor legal, para el tratamiento de los datos mínimos mencionados.

#### 5. Derechos de los usuarios (ARCO)

Conforme a la Ley 25.326, los usuarios, o sus representantes legales, tienen derecho a:

- Acceder a la información registrada.
- Solicitar la rectificación, actualización o supresión de sus datos.
- Oponerse al tratamiento de los mismos, cuando corresponda.

La aplicación pondrá a disposición mecanismos sencillos para ejercer estos derechos en cualquier momento.

#### 6. Responsable de los datos

El responsable del tratamiento de los datos es el equipo desarrollador de Abacuy. En el caso de implementaciones fuera del ámbito académico, la base de datos deberá inscribirse ante la Autoridad Nacional de Protección de Datos Personales.

#### 7. Protección de menores

Dado que la aplicación está destinada principalmente a niños, niñas y adolescentes, su uso debe realizarse bajo la supervisión de un adulto responsable.

### 8.5. Anexo E - Modelo de Examen de Ábaco Soroban

A continuación se presenta un examen de ábaco producido por el generador proveniente de *sorobanexam.org*. El mismo es de nivel “*Kyu 7*”, en idioma inglés y se encuentra basado en los textos de Kojima. Sin embargo, existen otros parámetros seleccionables (solsTiCe d’Hiver, 2025b).

Según el autor del sitio, *solsTiCe d’Hiver*, para aprobar un examen se debe completar una tabla de 10 sumas en 10 minutos con un 70% de precisión, y cada grupo de 10 multiplicaciones (o divisiones) en 5 minutos, también con un 70% de precisión. En total, el examen debería durar, a lo sumo, 30 minutos (solsTiCe d’Hiver, 2025b).

## Exercises for 7 kyu exam [Kojima]

### Addition - Subtraction

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
74	21	16	50	77	44	65	85	39	90
39	44	89	81	79	73	-34	46	99	14
44	88	51	98	-71	38	80	47	17	79
57	69	16	47	99	47	51	21	-59	75
66	93	-76	76	-61	30	-76	13	14	79
82	98	15	47	50	20	12	10	-16	16
52	47	-59	18	95	34	-88	48	-45	86
54	48	37	76	24	77	14	68	49	74
12	89	92	69	46	36	54	86	37	92
42	24	-87	92	34	70	94	94	-91	28
54	53	-56	54	-56	10	-78	63	63	32
87	99	97	16	76	18	23	26	-24	54
41	78	-92	12	-92	13	-93	98	31	40
87	93	60	73	35	64	48	28	46	51
84	95	71	59	-47	85	86	75	83	12
<b>875</b>	<b>1,039</b>	<b>174</b>	<b>868</b>	<b>288</b>	<b>659</b>	<b>158</b>	<b>808</b>	<b>243</b>	<b>822</b>

### Multiplication

(11)	$4,393 \times 9 =$	<b>39,537</b>	(21)	$8,936 \times 8 =$	<b>71,488</b>
(12)	$7,741 \times 6 =$	<b>46,446</b>	(22)	$2,363 \times 5 =$	<b>11,815</b>
(13)	$3,386 \times 6 =$	<b>20,316</b>	(23)	$7,465 \times 3 =$	<b>22,395</b>
(14)	$3,621 \times 6 =$	<b>21,726</b>	(24)	$8,193 \times 6 =$	<b>49,158</b>
(15)	$2,702 \times 7 =$	<b>18,914</b>	(25)	$9,816 \times 9 =$	<b>88,344</b>
(16)	$9,811 \times 2 =$	<b>19,622</b>	(26)	$8,544 \times 8 =$	<b>68,352</b>
(17)	$5,768 \times 2 =$	<b>11,536</b>	(27)	$1,875 \times 6 =$	<b>11,250</b>
(18)	$9,794 \times 4 =$	<b>39,176</b>	(28)	$1,583 \times 6 =$	<b>9,498</b>
(19)	$4,508 \times 3 =$	<b>13,524</b>	(29)	$9,814 \times 6 =$	<b>58,884</b>
(20)	$7,375 \times 3 =$	<b>22,125</b>	(30)	$3,789 \times 4 =$	<b>15,156</b>

### Division

(31)	$158 \div 2 =$	<b>79</b>	(41)	$5,902 \div 9 =$	<b>655</b>
(32)	$179 \div 2 =$	<b>89</b>	(42)	$8,165 \div 9 =$	<b>907</b>
(33)	$664 \div 9 =$	<b>73</b>	(43)	$9,368 \div 9 =$	<b>1,040</b>
(34)	$581 \div 6 =$	<b>96</b>	(44)	$9,803 \div 3 =$	<b>3,267</b>
(35)	$861 \div 5 =$	<b>172</b>	(45)	$5,149 \div 3 =$	<b>1,716</b>
(36)	$8,295 \div 7 =$	<b>1,185</b>	(46)	$1,541 \div 2 =$	<b>770</b>
(37)	$4,176 \div 3 =$	<b>1,392</b>	(47)	$6,176 \div 5 =$	<b>1,235</b>
(38)	$4,887 \div 7 =$	<b>698</b>	(48)	$1,929 \div 7 =$	<b>275</b>
(39)	$1,349 \div 3 =$	<b>449</b>	(49)	$6,734 \div 4 =$	<b>1,683</b>
(40)	$8,395 \div 8 =$	<b>1,049</b>	(50)	$9,815 \div 3 =$	<b>3,271</b>

Figura 44: Modelo de examen de ábaco - Fuente: solsTiCe d’Hiver, 2025

## 8.6. Anexo F - Modos de Juego

A continuación se presentan los modos de juego implementados en Abacuy, detallando su funcionamiento. Todos son accesibles desde el menú principal.

### 8.6.1. Aventura Aritmética

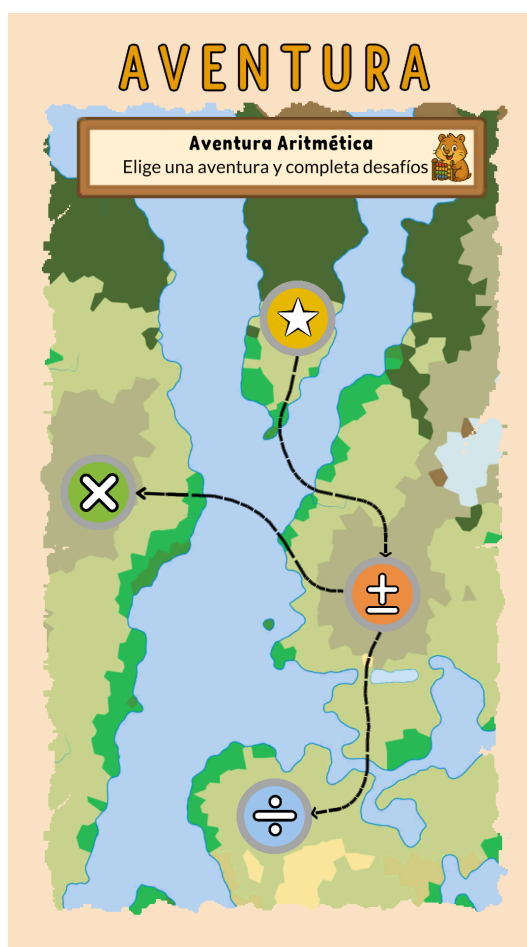


Figura 45: Aventura Aritmética - Fuente: Elaboración Propia

Este modo de juego está inspirado en los exámenes de ábaco presentes en *sorobanexam.org* (solsTiCe d’Hiver, 2025b), analizados en el Anexo E. El objetivo es replicar los parámetros de tiempo, niveles y cantidad de ejercicios, pero utilizando las herramientas lúdicas que brinda Abacuy.

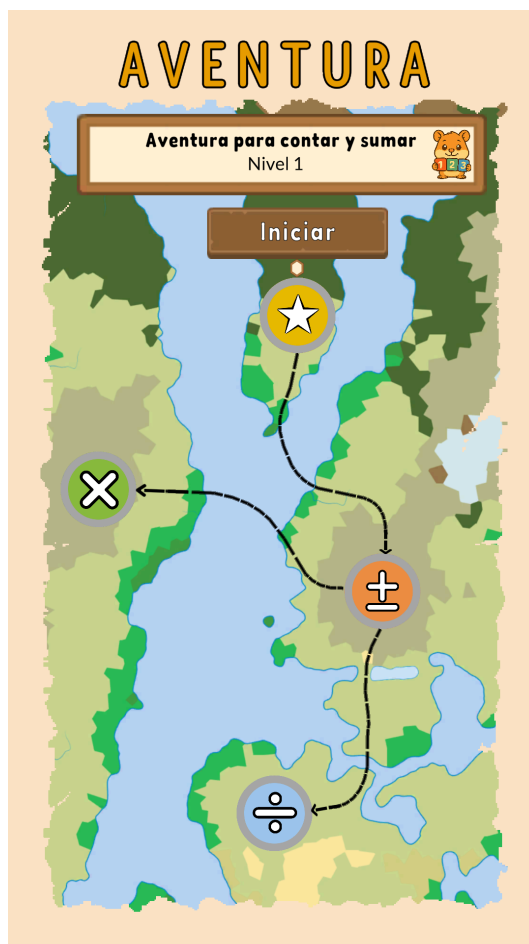


Figura 46: Aventura para contar y sumar de nivel 1 - Fuente: Elaboración Propia

Al entrar al modo “Aventura”, el usuario podrá observar un mapa interactivo con múltiples íconos que representan los diferentes tipos de operaciones aritméticas y sus desafíos asociados. En la Figura 46, al seleccionar uno de los íconos, se despliega el botón de inicio junto a un cartel donde se indica la aventura seleccionada, seguido del nivel actual alcanzado. Dicho nivel representa la complejidad de sus ejercicios, similar al sistema japonés de “Kyus”, seguido por la dificultad en orden decreciente. “Kyu 13” es el más básico disponible en *sorobanexam.org*, y equivale al nivel 1 en este modo (solsTiCe d’Hiver, 2025b).

A su vez, entre cada ícono existen caminos o líneas direccionales que se renderizan a través del componente “*UILineRenderer*” proveniente del asset “*Unity-UI-Extensions*” (Jackson, 2023), y representa el recorrido recomendado de resolución correspondiente a cada aventura.

Adicionalmente, el mapa de tipo archipiélago fue generado mediante “*Azgaar's Fantasy Map Generator*” (Azgaar, 2025) y puede ser explorado en su totalidad al desplazar la pantalla, hasta que el usuario seleccione una de las aventuras. Cabe destacar que dicho mapa posee una extensión suficiente para incorporar nuevas aventuras en futuras versiones.

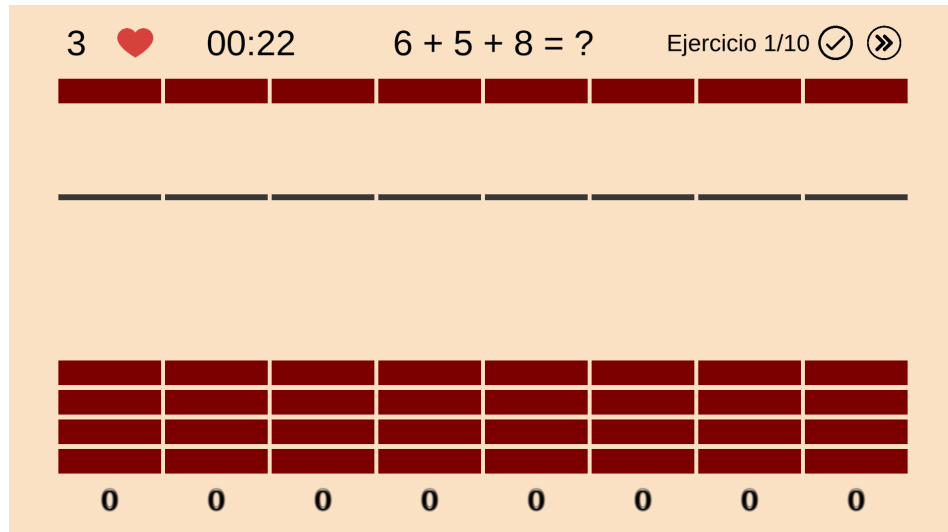


Figura 47: Ejercicios del modo aventura - Fuente: Elaboración Propia

Una vez iniciada la aventura, se carga la pantalla “*AdventureAbacusScreen*” (Figura 47) configurada con 10 ejercicios, 3 vidas y 30 segundos para resolver cada uno. Dichos parámetros están determinados desde el inspector de Unity, y se replican para todas las aventuras. Cada modo de juego, salvo “*Aprender Leyendo*”, posee su propio *AbacusScreen*.

Habiendo expresado un resultado a través de las fichas del ábaco, el usuario puede utilizar el símbolo de “✓” para indicar una respuesta, o “»»” para saltar el ejercicio y perder una vida. La aventura se completa resolviendo correctamente el 70% de los ejercicios en un plazo de 5 minutos. En caso de no conseguirlo, el usuario podrá volver a intentarlo (mediante una redirección hacia la pantalla de la Figura 46) o volver al menú principal. Caso contrario, se desbloquea el siguiente nivel de dificultad.

### 8.6.2. Rondas Rápidas



Figura 48: Configuración de rondas rápidas - Fuente: Elaboración Propia

“*Rondas Rápidas*” es un modo de juego donde se busca la práctica veloz de ejercicios mediante series de corta duración, actualmente se limita a 5 rondas, tanto para la configuración automática como avanzada. Al igual que con el modo *Aventura*, estos parámetros son modificables a través del inspector de Unity, siendo dicha posibilidad extensiva a los demás modos de juego.

Como se observa en la Figura 48, es posible establecer las condiciones de partida; “*Por Tiempo*” representa los minutos y segundos disponibles para que el usuario resuelva cada ejercicio, mientras que el modo “*Por Vidas*” indica la cantidad de intentos fallidos

permitidos. Cabe destacar que ambos son modificables y se pueden utilizar de forma independiente o en conjunto.

En la sección de opciones, se dispone de la configuración automática, la cual emplea el nivel global establecido por el sistema de dificultad dinámica, basado en el rendimiento del perfil. En función de este último, las operaciones aritméticas que se presentan en cada ronda son variables. Asimismo, se ofrece la opción de configuración avanzada, que permite la selección manual de las operaciones aritméticas a generar (suma, suma y resta, multiplicación y/o división).

### 8.6.3. Multijugador



Figura 49: Configuración del modo multijugador - Fuente: Elaboración Propia

El modo multijugador (Figura 49) repite los parámetros de configuración presentados en *Rondas Rápidas* (tiempo, vidas y un selector manual o automático de operaciones aritméticas); pero como lo indica el nombre, incorpora la funcionalidad de competir contra otros participantes.

Dicha funcionalidad posibilita la creación de una partida de dos a cuatro jugadores, permitiendo seleccionar jugadores existentes (otros perfiles previamente creados) o temporales. Estos últimos no requieren de perfiles preexistentes y se utilizan exclusivamente para el modo multijugador. De esta manera, el usuario puede jugar con otros estudiantes de su entorno en el momento.



Figura 50: Comienzo de turno del modo multijugador- Fuente: Elaboración Propia

Al comenzar una partida multijugador, y al finalizar cada turno, aparecerá por pantalla un cartel indicando el inicio del jugador activo (Figura 50). De este modo, cada participante deberá resolver 3 rondas y sus resultados quedan registrados para determinar los diferentes casos de fin de juego.

Cabe destacar que la decisión de acotar la cantidad de rondas se realizó en base a la necesidad de minimizar la fatiga por espera. Una partida de más rondas podría generar rechazo por parte de los demás participantes, especialmente considerando que para poder

jugar hay que compartir el dispositivo entre varios usuarios (siguiendo el sistema de modalidad *hot-seat*).



Figura 51: Caso de empate y victoria del modo multijugador - Fuente: Elaboración Propia

Tal como se indica en la Figura 51, en función al desempeño de cada participante el resultado de la partida puede ser un empate entre varios jugadores, o la victoria de un único jugador.

#### 8.6.4. Libre

Se trata de un simple modo sin gamificación que busca simular el uso del instrumento físico, pero desde el teléfono celular. Es una funcionalidad ampliamente utilizada en las aplicaciones de ábacos, y fue el primer modo en ser implementado dentro de Abacuy.

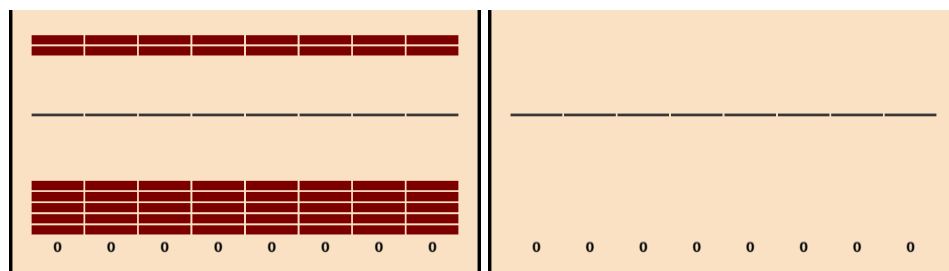


Figura 52: Ábaco chino visible e invisible en el modo libre - Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Figura 52, es posible cambiar el tipo de ábaco; esto se realiza accediendo al menú de configuración a través del ícono de engranaje, ubicado en la barra inferior (Figura 43).

También es posible ajustar los parámetros de sonido y vibración (indican cuándo una ficha hace contacto con la barra central) seguido por una funcionalidad avanzada llamada “*Modo Invisible*” (Figura 53). Esta última se inspira en la modalidad “*Anzan*” de otras plataformas, y tiene por objetivo fortalecer la técnica de cálculo mental, fomentando la visualización y manipulación de un ábaco imaginario (Kojima, 1954, p. 48; solsTiCe d’Hiver, 2025a).

Al activarlo, cada vez que se presente un ábaco por pantalla, el usuario deberá mover fichas invisibles y arrastrarlas hacia el centro hasta que el indicador de la parte inferior refleje el valor deseado. No se recomienda su uso a menos que el perfil posea un nivel global elevado.

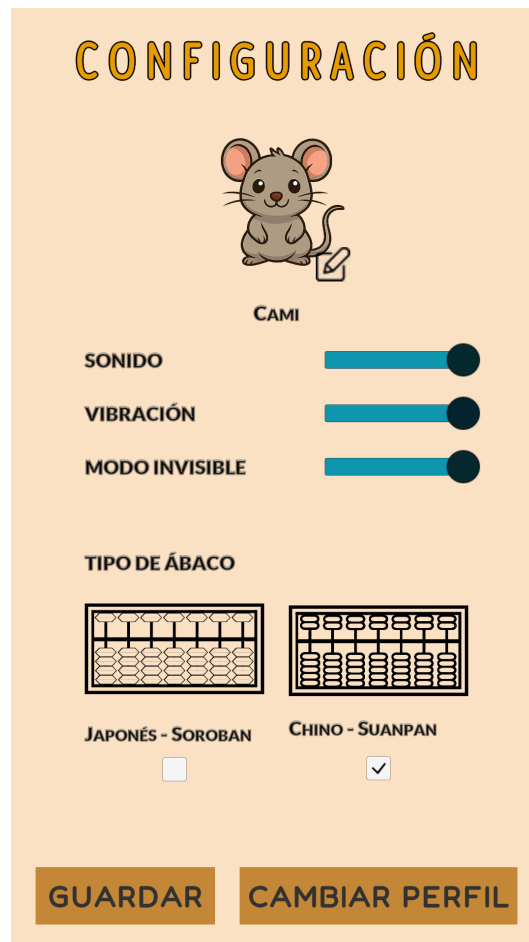


Figura 53: Pantalla de configuración general - Fuente: Elaboración Propia

### 8.6.5. Aprender Leyendo

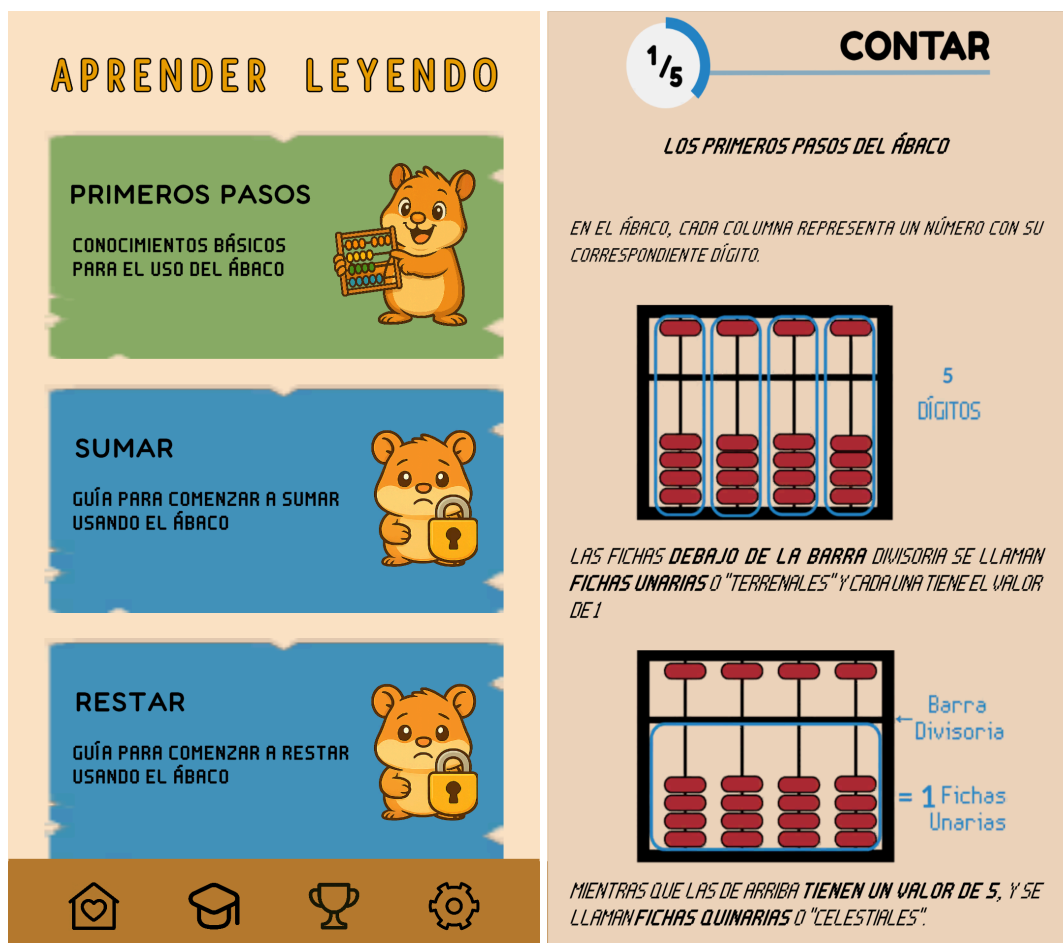


Figura 54: Aprender Leyendo y tutorial Primeros Pasos - Fuente: Elaboración Propia

Por último se encuentra el modo “Aprender Leyendo”, accesible mediante el ícono de birrete de la barra inferior (Figura 43), cuyo propósito es la enseñanza del ábaco y su aplicación para la resolución de todas las operaciones de aritmética básica (suma, resta, multiplicación y división).

Para tal fin, se presenta un listado desplegable de tarjetas (Figura 54); que pueden ser de color verde, indicando disponibilidad para ser seleccionadas, o azul, en caso contrario. Cada una posee un título descriptivo, un texto introductorio y una imagen que representa el contenido o su estado de inaccesibilidad.

Al seleccionar una tarjeta, se carga otra pantalla verticalmente desplazable que brinda información detallada sobre el área de estudio mediante material visual y textual. Al final de la misma se dispone de un botón de finalización que permite retornar a la pantalla “*Aprender Leyendo*” y desbloquear la siguiente operación.

Cada tutorial, una vez completado por el usuario, contribuye a la gamificación de la experiencia de aprendizaje gracias a la obtención de logros. Este sistema de recompensas busca incentivar la finalización de los recorridos y la adquisición de conocimientos. La visibilidad de estos avances y recompensas se centralizan en la sección denominada “*Recorrido*”, identificable por su símbolo de trofeo en la barra inferior (Figura 43).

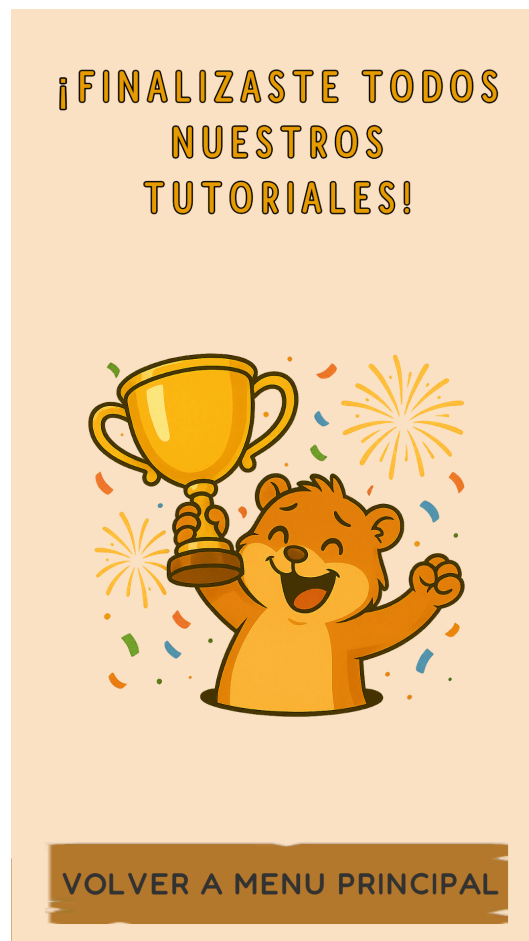


Figura 55: Finalización de todos los tutoriales - Fuente: Elaboración Propia

Complementariamente, al finalizar el último tutorial (división), el usuario recibirá una pantalla especial donde se le indica lo anterior y un botón para volver al menú principal (Figura 55). Una vez completado este proceso, se habrán adquirido todos los logros correspondientes a este modo de juego, lo cual se verá reforzado mediante una insignia adicional denominada “*Rey de tutoriales*”, tal como se presenta en la Figura 56.



Figura 56: Recorrido y sus parámetros - Fuente: Elaboración Propia

Dicha sección también muestra las métricas de desempeño del perfil, como se observa en la sección “*Visión General*” de la Figura 56. Estas varían en base a la cantidad de ejercicios que se resuelvan en los diferentes modos de juego y, junto con los trofeos y logros, constituyen un factor clave de gamificación y mejora continua. De este modo, se incentiva al usuario a seguir practicando y superando sus propios resultados.

## 9. Índice de Figuras

Nº de Figura	Descripción	Fuente
1	<a href="#">Evolución histórica del nivel de desempeño en Matemática en Aprender Secundaria</a>	Secretaría de Educación, 2025d, p. 24
2	<a href="#">Ábaco soroban y sus partes, mostrando el valor 123.456.789</a>	Elaboración Propia
3	<a href="#">Representación de números en un ábaco moderno soroban</a>	Cabrera-Caño, 2021, p. 36
4	<a href="#">Ejemplo de suma directa</a>	Green, 2007, p. 15
5	<a href="#">Operación “3+3” seguida por “6-3” usando la regla de Complementos a 5</a>	Cabrera-Caño, 2021, p. 39
6	<a href="#">Operación “9+3” seguida por “12-3” usando la regla de Complementos a 10</a>	Cabrera-Caño, 2021, p. 41
7	<a href="#">Operación “5+7” usando la regla de Complementos Combinados</a>	Cabrera-Caño, 2021, p. 42
8	<a href="#">Operación “95+7” usando la regla de Complementos Combinados</a>	Cabrera-Caño, 2021, p. 43
9	<a href="#">Porcentaje de juegos lanzados por año según el motor de juego</a>	VGI, 2025, p. 9
10	<a href="#">Total de unidades vendidas en 2024 por motor de juego según su tamaño</a>	VGI, 2025, p. 7
11	<a href="#">Las 5 Fuerzas de Porter</a>	Elaboración Propia
12	<a href="#">Hogares con acceso a computadora e Internet, total 31 aglomerados urbanos</a>	INDEC, 2024, p. 3
13	<a href="#">Población de 4 años y más, por utilización de bienes y servicios de las TIC, total 31 aglomerados urbanos</a>	INDEC, 2024, p. 3
14	<a href="#">Matriz FODA</a>	Elaboración Propia
15	<a href="#">Matriz ERIC</a>	Elaboración Propia

16	<a href="#">Cruce entre actitud hacia la matemática y desempeño auto-reportado (% dentro de cada grupo)</a>	Elaboración Propia
17	<a href="#">Comparación internacional de la enseñanza matemática</a>	Elaboración Propia
18	<a href="#">Nivel de conocimientos matemáticos percibido al finalizar la escuela secundaria (cantidad de respuestas por categoría)</a>	Elaboración Propia
19	<a href="#">Necesidad de modificar la enseñanza</a>	Elaboración Propia
20	<a href="#">Cantidad de encuestados que conocen el ábaco y su grupo etario correspondiente</a>	Elaboración Propia
21	<a href="#">Proporción de encuestados que conocen el ábaco y su grupo etario correspondiente</a>	Elaboración Propia
22	<a href="#">User Persona 1</a>	Elaboración Propia
23	<a href="#">User Persona 2</a>	Elaboración Propia
24	<a href="#">User Persona 3</a>	Elaboración Propia
25	<a href="#">User Persona 4</a>	Elaboración Propia
26	<a href="#">Diagrama de Casos de Uso</a>	Elaboración Propia
27	<a href="#">Modelo de datos</a>	Elaboración Propia
28	<a href="#">Diagrama de desarrollo</a>	Elaboración Propia
29	<a href="#">Diagrama de navegación</a>	Elaboración Propia
30	<a href="#">Diagrama de Contexto, Modelo C4</a>	Elaboración Propia
31	<a href="#">Diagrama de Contenedores, Modelo C4</a>	Elaboración Propia
32	<a href="#">Diagrama de Componentes, Modelo C4</a>	Elaboración Propia
33	<a href="#">Edad de acceso al primer celular propio con Internet</a>	UNICEF Argentina, 2025, p. 10
34	<a href="#">Asignación de área y perspectiva dentro del Modelo Canvas de Negocio</a>	Becker y Bröcker, 2021, p. 2.

35	<a href="#">Modelo Canvas de Negocio</a>	Elaboración Propia
36	<a href="#">Isotipo de Abacuy</a>	Elaboración Propia
37	<a href="#">Paleta de colores mediante colors.co</a>	Elaboración Propia
38	<a href="#">Organización de Tareas Scrumban mediante Trello</a>	Elaboración Propia
39	<a href="#">Generador de ejercicios</a>	Elaboración Propia
40	<a href="#">Solapamiento por niveles y franjas</a>	Elaboración Propia
41	<a href="#">Configuración de la prueba unitaria para la Demo Adaptativa</a>	Elaboración Propia
42	<a href="#">Resumen inicial y final por consola de la Demo Adaptativa</a>	Elaboración Propia
43	<a href="#">Barra inferior rediseñada</a>	Elaboración Propia
44	<a href="#">Modelo de examen de ábaco</a>	solsTiCe d'Hiver, 2025
45	<a href="#">Aventura Aritmética</a>	Elaboración Propia
46	<a href="#">Aventura para contar y sumar de nivel 1</a>	Elaboración Propia
47	<a href="#">Ejercicios del modo aventura</a>	Elaboración Propia
48	<a href="#">Configuración de rondas rápidas</a>	Elaboración Propia
49	<a href="#">Configuración del modo multijugador</a>	Elaboración Propia
50	<a href="#">Comienzo de turno del modo multijugador</a>	Elaboración Propia
51	<a href="#">Caso de empate y victoria del modo multijugador</a>	Elaboración Propia
52	<a href="#">Ábaco chino visible e invisible en el modo libre</a>	Elaboración Propia
53	<a href="#">Pantalla de configuración general</a>	Elaboración Propia
54	<a href="#">Aprender Leyendo y tutorial Primeros Pasos</a>	Elaboración Propia
55	<a href="#">Finalización de todos los tutoriales</a>	Elaboración Propia
56	<a href="#">Recorrido y sus parámetros</a>	Elaboración Propia

## 10. Índice de Tablas

Nº de Tabla	Descripción	Fuente
I	<a href="#">Puntaje por países en matemática en las pruebas PISA</a>	OECD, 2023b, pp. 333-334
II	<a href="#">Movimiento de cuentas para formar un dígito</a>	Cabrera-Caño, 2021, p. 36
III	<a href="#">Suma Directa</a>	Kojima, 1954, p. 16
IV	<a href="#">Resta Directa</a>	Kojima, 1954, p. 16
V	<a href="#">Complementos a 5</a>	Elaboración Propia
VI	<a href="#">Complementos a 10</a>	Elaboración Propia
VII	<a href="#">Complementos Combinados</a>	Elaboración Propia
VIII	<a href="#">Cuadro comparativo</a>	Elaboración Propia
IX	<a href="#">Costo estimado inicial</a>	Elaboración Propia
X	<a href="#">Costos estimados de servicios</a>	Elaboración Propia
XI	<a href="#">Proyecciones de usuarios</a>	Elaboración Propia
XII	<a href="#">Proyecciones de colegios estatales y privados</a>	Elaboración Propia
XIII	<a href="#">Valor Actual Neto según escenario</a>	Elaboración Propia
XIV	<a href="#">Tasa Interna de Retorno según escenario</a>	Elaboración Propia
XV	<a href="#">Payback según escenario</a>	Elaboración Propia
XVI	<a href="#">Matriz de ejercicios por nivel</a>	Elaboración Propia
XVII	<a href="#">Caso de Prueba 01</a>	Elaboración Propia
XVIII	<a href="#">Caso de Prueba 02</a>	Elaboración Propia
XIX	<a href="#">Caso de Prueba 03</a>	Elaboración Propia
XX	<a href="#">Caso de Prueba 04</a>	Elaboración Propia

XXI	<a href="#">Caso de Prueba 05</a>	Elaboración Propia
XXII	<a href="#">Especificación de Caso de Uso CU01</a>	Elaboración Propia
XXIII	<a href="#">Especificación de Caso de Uso CU02</a>	Elaboración Propia
XXIV	<a href="#">Especificación de Caso de Uso CU03</a>	Elaboración Propia
XXV	<a href="#">Especificación de Caso de Uso CU04</a>	Elaboración Propia
XXVI	<a href="#">Especificación de Caso de Uso CU05</a>	Elaboración Propia

## 11. Índice de Ecuaciones

N° de Ecuación	Descripción	Fuente
1	<a href="#"><u>Crecimiento Compuesto de Usuarios</u></a>	Campbell, 2004; Prajneshu y Chandran, 2005, p. 318
2	<a href="#"><u>Valor Actual Neto</u></a>	Sinaga <i>et al.</i> , 2023, p. 1079
3	<a href="#"><u>Tasa Interna de Retorno</u></a>	Sinaga <i>et al.</i> , 2023, p. 1080
4	<a href="#"><u>Plazo de Recuperación</u></a>	Morales, 2020