



Instituto Politécnico Nacional

Escuela Superior de Cómputo

Aplicación móvil gamificada de aritmética
Trabajo Terminal No

Ingeniería en Sistemas Computacionales

Alumnos: *Pineda Vieyra Itzcoatl Rodrigo, Mothelet Delgado Izaird
Alexander

Directores: Elena Fabiola Ruiz Ledesma, Lorena Chavarría Baez
e-mail: itzcoatlpv@gmail.com

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



ESCOM®

Índice

1. Introducción	3
1.1. Motivación	3
1.2. Plantamiento del Problema	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Estado del Arte	4
1.5. Propuesta de Solución	4
2. Marco Teórico	5
2.1. Aritmética y sus dificultades	5
2.2. Gamificación	5
3. Análisis	5
3.1. Requisitos Funcionales	5
3.2. Requisitos No Funcionales	5
3.3. Casos de Uso	6
3.3.1. Tabla descriptiva de Caso de Uso 1	7
3.3.2. Tabla descriptiva de Caso de Uso 2	7
3.3.3. Tabla descriptiva de Caso de Uso 3	8
3.3.4. Tabla descriptiva de Caso de Uso 4	8
3.3.5. Tabla descriptiva de Caso de Uso 5	8
3.3.6. Tabla descriptiva de Caso de Uso 6	9
3.3.7. Tabla descriptiva de Caso de Uso 7	9
3.3.8. Tabla descriptiva de Caso de Uso 8	9
3.4. Análisis de Interfaces	10
3.5. Análisis de la Base de Datos	10
3.6. Tecnologías usadas	10
3.6.1. Dart	10
3.6.2. Flutter	10
3.6.3. Firestore	10
3.6.4. Google Play Services	11

4. Diseño	12
4.1. Arquitectura general del sistema	12
4.2. Diseño de Base de Datos	13
4.3. Diseño de Interfaces	13
4.4. Metodología	21
5. Implementación	22
6. Pruebas	29

1. Introducción

La intervención educativa requiere de una previa comprensión de la adquisición y desarrollo de la competencia aritmética que está en la base de todas las posteriores dificultades y trastornos del aprendizaje matemático. Hay dificultades que pueden surgir a lo largo de este proceso (desde nivel básico), lo que repercute en la resolución de ejercicios y problemas matemáticos avanzados. Por lo que el desarrollo de la destreza operatoria aritmética es fundamental para que el estudiante, tanto de nivel básico como medio superior, pueda enfrentar con éxito situaciones más complejas en el campo de la Matemática. Además, se requiere motivar al estudiante al desarrollar trabajo operatorio aritmético, ya que en ocasiones su desarrollo puede resultar monótono y aburrido. Para ayudar al desarrollo de la destreza operatoria de los estudiantes se propone una aplicación gamificada móvil que promueva la resolución de ejercicios aritméticos.

1.1. Motivación

La Aritmética como la Geometría son de las disciplinas matemáticas más antiguas y necesarias en la historia del género humano [3]. Su utilización funcional es requerida para las personas que participamos de esta sociedad, como medio de comunicación y comprensión de multitud de fenómenos que nos rodean, es por ello que el desarrollo de la destreza operatoria aritmética es una de las habilidades más necesitadas en la alfabetización socio instrumental. Los niveles de fracaso en el aprendizaje matemático son preocupantes, especialmente en los últimos cursos de escolaridad obligatoria (secundaria). Los resultados de estudios internacionales como el Programa Internacional para la Evaluación de Alumnos de la OCDE (PISA)[10, 9] muestran que el aprendizaje matemático es el que presenta mayor porcentaje de fracaso [2, 6]. El cálculo es un componente esencial en la resolución de problemas aritméticos, y éste es uno de los contenidos más importantes de las matemáticas, junto a la geometría, la medida o la probabilidad. Es por ello que un elevado porcentaje de las dificultades de aprendizaje de las matemáticas tiene un origen aritmético, donde el cálculo representa un papel esencial [11]. Las habilidades numéricas y aritméticas son predictores críticos del futuro éxito o fracaso académico matemático[12].

Se ha observado en declive las habilidades operatorias aritméticas de estudiantes universitarios[14, 1, 4]. El estudiante cree que podrá contar con la calculadora de su celular en todo momento, pero cuando esto no se le permite, como en los exámenes de admisión, la falta del entrenamiento del cálculo mental entorpece la solución correcta de los reactivos de dichos exámenes. Por otra parte, el no fortalecer la destreza operatoria, afecta diferentes procesos cognitivos al llegar a la edad adulta[8]. El presentar al estudiante los ejercicios de una forma rutinaria muchas veces provoca aburrimiento y desmotivación. También es fundamental la motivación y el estado emocional de los estudiantes en su desempeño académico. La motivación y estado emocional de los estudiantes es un factor clave en su desempeño académico[7, 13]. Si deseamos que los jóvenes mexicanos tengan un mejor desempeño en el área de las Matemáticas, se requiere presentarles distintas formas de aprender y practicar sus conocimientos. Para ello una estrategia de apoyo es la gamificación, la cual se empleará para incentivar a los estudiantes de educación media superior a desarrollar su destreza operatoria.

1.2. Plantamiento del Problema

La problemática que se pretende atacar es la necesidad de fortalecer la destreza operatoria aritmética de los estudiantes de nivel básico y medio superior [13], [14], lo cual es importante para el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación móvil que apoye al estudiante de nivel básico y medio superior en la adquisición de habilidades y conocimientos elementales, para fortalecer la destreza operatoria en Aritmética, con el uso de la gamificación.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diseñar actividades gamificadas, empleando números enteros con las 4 operaciones básicas.

- Desarrollar un módulo evaluador expresiones.
- Desarrollar un módulo de logros y mecánicas.
- Validar la aplicación móvil.

1.4. Estado del Arte

Software	Características	Precio en el mercado
Fraction Challenge	<ul style="list-style-type: none"> ■ PVP local ■ rondas con tiempos 	Gratuito con micro transacciones
1+2=3	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sumas y restas de enteros ■ Tablas de liderato 	Gratuito
Fracciones calculadora	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calculadora de fracciones 	Gratuito
Math Games	<ul style="list-style-type: none"> ■ Logros ■ Tablas de liderato ■ Estadísticas ■ Tutoriales de como realizar operaciones básicas 	Gratuito con contenido bloqueado(se puede desbloquear haciendo un pago único)
Arithmetic Practice	<ul style="list-style-type: none"> ■ Logros ■ Tablas de liderato 	Gratuito con contenido bloqueado(se puede desbloquear haciendo un pago único)
Mental Arithmetic	<ul style="list-style-type: none"> ■ PVP local ■ Logros ■ Tablas de liderato ■ Estadísticas ■ Contenido desbloqueable 	Gratuito

Tabla 1: Comparación con softwares disponibles.

1.5. Propuesta de Solución

Con este proyecto se pretende ayudar al desarrollo de la destreza operatoria en la resolución de ejercicios aritméticos con números enteros haciendo uso de ciertos componentes de la gamificación (Logros) y mecánicas (Competición). Como futuros ingenieros en sistemas computacionales tenemos la responsabilidad de usar las habilidades para un beneficio social, por lo que deseamos unir esfuerzos para apoyar al estudiante a mejorar su destreza operatoria. Los ejercicios podrán presentarse empleando preguntas de opción múltiple según la preferencia del usuario, con la puntuación cambiando correspondientemente. Se contará con un sistema de puntuación basado en el tiempo de respuesta para medir el desempeño. Esto con el propósito de fomentar la competitividad, permitiendo al estudiante llevar un registro del progreso de su puntuación.

2. Marco Teórico

2.1. Aritmética y sus dificultades

La aritmética es la parte de la matemática, referida a los números y a las operaciones y cálculos básicos que pueden realizarse con ellos: adición, sustracción, multiplicación y división. Su desarrollo es fruto de la madurez cognitiva del sujeto en la interacción con los objetos y la mediación de los instrumentos socioculturales de su contexto. El conocimiento de las operaciones básicas surge a partir de los aprendizajes informales y formales del conocimiento matemático. Las investigaciones cognitivas que han estudiado el desarrollo de las habilidades para el cálculo, han establecido que esta competencia requiere de la integración de una serie de esquemas protocuantitativos [8], [9] con la experiencia de contar [10]. Esas estrategias de conteo que se utilizan inicialmente para sumar y restar, se van haciendo más complejas con el uso y la práctica, ampliándose a las operaciones de multiplicar y dividir, cuya práctica las hace interiorizarse en esquemas de memoria que posibilitarán posteriormente la recuperación de hechos numéricos (desde la memoria a largo plazo semántica) para la solución de operaciones de cálculo [10]-[12].

2.2. Gamificación

3. Análisis

3.1. Requisitos Funcionales

1. El sistema permitirá el registro de usuarios, este se realizará por medio de un correo electrónico y contraseña válidos.
2. El sistema permitirá el ingreso de un usuario al sistema mediante un correo y contraseña previamente registrados.
3. El sistema permitirá el registro y acceso mediante una cuenta de Google.
4. El sistema contará con un modo de juego infinito, un modo por tiempo y un modo de jugador contraa jugador local
5. El sistema permitirá a los uuarios elegir que tipo de operaciones realizar asi como la dificultad
6. Los administradores podrán añadir plantillas con los respectivoss vaaalores que se usarán

3.2. Requisitos No Funcionales

1. La aplicación no deberá exceder 2 GB de almacenamiento
2. La aplicación deberá ser compatible con Android 8.1 en adelante
- 3.

3.3. Casos de Uso

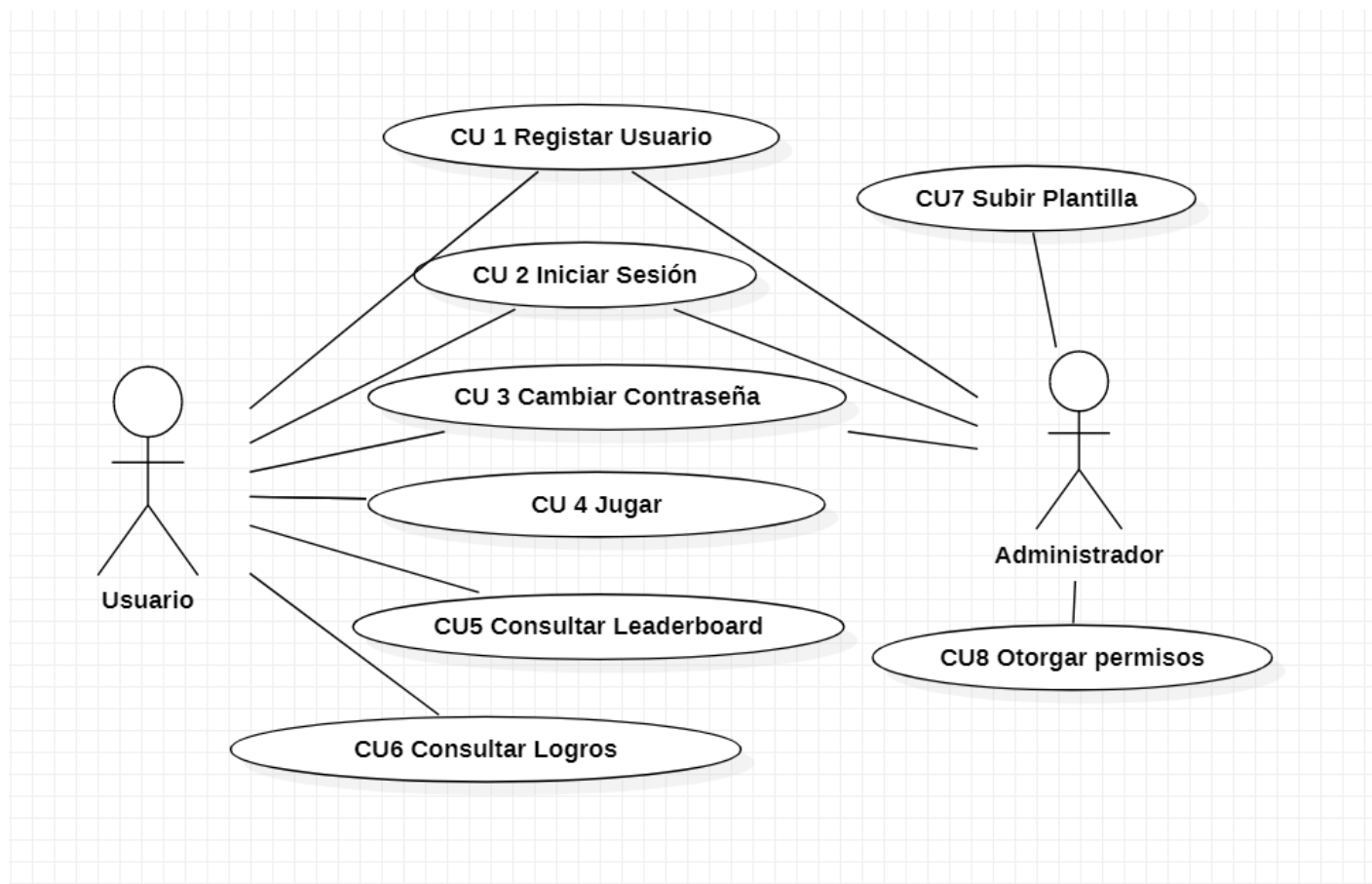


Figura 1: Diagrama de Casos de Uso

3.3.1. Tabla descriptiva de Caso de Uso 1

Caso de Uso	CU1 Registrar Usuario
Versión	1.1
Autor(es)	Itzcoatl Rodrigo Pineda Vieyra
Revisor	Izaird Alexander Mothelet Delgado
Actor(es)	Usuario Final
Entradas	correo electrónico, contraseña, Cuenta de Google
Salidas	Cuenta de usuario creada
Pre-condiciones	Instalar y abrir la aplicación
Post-condiciones	Cuenta de usuario creada
Mensajes	MSN1: "Ingrese un texto válido" MSN2: "Bienvenido"
Fuente	RF1,RF3
Trayectoria	<p>Trayectoria A (principal)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario seleccionará la opción de registrarse. 2. Se ingresarán los datos correspondientes. 3. Se creará correctamente la cuenta del usuario 4. Se envía un correo de confirmación al email proporcionado <p>Trayectoria B</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario seleccionará la opción de registrarse. 2. Se proporcionará una cuenta de Google 3. Se confirma y se dan los permisos correspondientes. 4 Se creará correctamente la cuenta del usuario.

3.3.2. Tabla descriptiva de Caso de Uso 2

Caso de Uso	CU2 Iniciar Sesión
Versión	1.1
Autor(es)	Itzcoatl Rodrigo Pineda Vieyra
Revisor	Izaird Alexander Mothelet Delgado
Actor(es)	Usuario Final Administrador
Entradas	Correo electrónico, contraseña Cuenta de Google
Salidas	Sesión de usuario
Pre-condiciones	Instalar y abrir la aplicación
Post-condiciones	Sesión iniciada
Mensajes	MSN1: "Ingrese un texto válido" MSN2: "Bienvenido"
Fuente	RF2,RF3
Trayectoria	<p>Trayectoria A (principal)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa sus credenciales (correo y contraseña). 2. Se valida si existen coincidencias de las credenciales proporcionadas 3. Se inicia sesión o se despliega un mensaje de error. <p>Trayectoria B</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario seleccionará la opción de registrarse. 2. Se proporcionará una cuenta de Google 3. Se inicia sesión.

3.3.3. Tabla descriptiva de Caso de Uso 3

Caso de Uso	CU3 Cambiar Contraseña
Versión	1.1
Autor(es)	Itzcoatl Rodrigo Pineda Vieyra
Revisor	Izaird Alexander Mothelet Delgado
Actor(es)	Usuario Final
Entradas	Correo y contraseña nueva
Salidas	Cuenta con contraseña nueva
Pre-condiciones	Iniciar Sesión
Post-condiciones	
Mensajes	MSN1: "Se envió el correo para reestablecer contraseña" MSN2: "Bienvenido"
Fuente	RF4
Trayectoria	1. El usuario selecciona el Modo Infinito del menú lateral 2. El usuario responde las preguntas 3. El usuario comete 3 errores o presiona el botón de regreso, terminando el juego.

3.3.4. Tabla descriptiva de Caso de Uso 4

Caso de Uso	CU4 Jugar
Versión	1.1
Autor(es)	Itzcoatl Rodrigo Pineda Vieyra
Revisor	Izaird Alexander Mothelet Delgado
Actor(es)	Usuario Final
Entradas	Respuesta, modo de juego, operación, dificultad
Salidas	Puntuación
Pre-condiciones	Iniciar Sesión
Post-condiciones	Puntuación
Mensajes	
Fuente	RF4, RF5
Trayectoria	1. El usuario selecciona Juegos del menú lateral o de la pantalla principal 2. El usuario selecciona el modo de juego, el tipo de operaciones y la dificultad. 3. El usuario responde las preguntas 4. Al completar la ronda de preguntas o cometer 3 errores en caso del modo infinito, termina 5. Se informa al usuario de su puntuación y se registra en el leaderboard

3.3.5. Tabla descriptiva de Caso de Uso 5

Caso de Uso	CU5 Consultar Leaderboard
Versión	1.1
Autor(es)	Itzcoatl Rodrigo Pineda Vieyra
Revisor	Izaird Alexander Mothelet Delgado
Actor(es)	Usuario Final
Entradas	Modo de juego, operación
Salidas	Leaderboard
Pre-condiciones	Iniciar Sesión
Post-condiciones	
Mensajes	
Fuente	
Trayectoria	1. El usuario selecciona Leaderboards del menú lateral o de la pantalla principal 2. El usuario selecciona el modo de juego, el tipo de operaciones. 3. El usuario responde las preguntas 4. Se despliega el leaderboard correspondiente

3.3.6. Tabla descriptiva de Caso de Uso 6

Caso de Uso	CU6 Consultar Logros
Versión	1.1
Autor(es)	Itzcoatl Rodrigo Pineda Vieyra
Revisor	Izaird Alexander Mothelet Delgado
Actor(es)	Usuario Final
Entradas	Modo de juego, operacion
Salidas	Leaderboard
Pre-condiciones	Iniciar Sesión,
Post-condiciones	
Mensajes Fuente	
Trayectoria	1. El usuario selecciona Logros del menu lateral o de la pantalla principal 2. Se despliega la lista de logros

3.3.7. Tabla descriptiva de Caso de Uso 7

Caso de Uso	CU7 Subir Plantilla
Versión	1.1
Autor(es)	Izaird Alexander Mothelet Delgado
Revisor	Itzcoatl Rodrigo Pineda Vieyra
Actor(es)	Administrador
Entradas	Plantilla, valores
Salidas	Leaderboard
Pre-condiciones	Iniciar Sesión
Post-condiciones	Plantilla en Base de Datos
Mensajes Fuente	
Trayectoria	1. El administrador selecciona Plantillas del menu lateral o de la pantalla principal 2. Se despliega la lista de plantillas 3. Se presiona el botón de + para agregar plantilla 4. Se rellenan los campos de plantilla y valores respectivos a cada dificultad

3.3.8. Tabla descriptiva de Caso de Uso 8

Caso de Uso	CU7 Otorgar permisos
Versión	1.1
Autor(es)	Itzcoatl Rodrigo Pineda Vieyra
Revisor	Izaird Alexander Mothelet Delgado
Actor(es)	Administrador
Entradas	Plantilla, valores
Salidas	1
Pre-condiciones	Iniciar Sesión
Post-condiciones	Usuario con permisos de adminitrador
Mensajes Fuente	
Trayectoria	1. El administrador selecciona Usuarios del menu lateral o de la pantalla principal 2. Se despliega la lista de usuarios 3. Se selecciona el usuario al que se desea otorgar o revocar permisos 4. Se checa la checkbox para otorgar permisos 5. Se selecciona la paloma para confirmar

3.4. Análisis de Interfaces

Las interfaces deberán ser optimizadas para dispositivos móviles. Deberá considerarse la capacidad touch de dichos dispositivos. La primera pantalla será para Iniciar sesión por medio del correo y contraseña junto con un botón para registrarse. La pantalla de registro solicitará el correo, contraseña y confirmación de la contraseña. Se deberá contar con botones para acceder al perfil de usuario, leaderboards y logros en una barra de navegación, esta puede ser horizontal o vertical. La pantalla de ejercicios mostrará la puntuación en todo momento en una esquina y el número de respuestas correctas consecutivas junto un icono. En caso de haber tiempo para responder a una pregunta habrá una barra horizontal en la parte superior la cual irá desapareciendo conforme transcurre el tiempo asignado al usuario para dar respuesta a la pregunta, la cual irá desapareciendo de derecha a izquierda.

3.5. Análisis de la Base de Datos

Para desarrollar esta aplicación se cuenta con una entidad Usuario con campos correo (llave primaria) y contraseña, con el correo como identificador de la entidad, pues no se permiten correos duplicados. Los Logros y leaderboards son manejados por el servicio externo de Google Play Juegos por lo cual no se incluyen en nuestra base de datos

3.6. Tecnologías usadas

3.6.1. Dart

Dart es un lenguaje optimizado para el cliente que permite desarrollar aplicaciones rápidas en cualquier plataforma. Su objetivo es ofrecer el lenguaje de programación más productivo para el desarrollo multiplataforma, junto con una plataforma de ejecución flexible para marcos de aplicaciones.

Uno de los principales beneficios de usar Dart es su compilación AOT (Ahead-of-Time). AOT permite la capacidad de compilar código en código de máquina nativo. Como resultado, esto permite a los archivos binarios la capacidad de ejecutarse de forma nativa.

Además de ser muy flexible, fácil de usar y altamente compatible con Javascript, Dart permite que un programa se ejecute incluso si hay errores en otros lugares de la compilación. Esto permite a los desarrolladores la facilidad de edición ya que pueden probar sólo una pequeña sección del código sin importar si el resto de la aplicación está completa o no.

Dart es un lenguaje rápido. Casi siempre compila más rápido, utilizando un compilador fuente a fuente. Puede esperar que tenga una interfaz de usuario más eficiente que muchos de los otros lenguajes principales.

3.6.2. Flutter

Flutter es un kit de herramientas de interfaz de usuario portátil para crear aplicaciones de tipo nativo en móviles, web y escritorio, a partir de una única base de código. Utiliza el lenguaje de programación Dart e incorpora Material Design y los widgets de Cupertino. Los desarrolladores de Flutter pueden crear una interfaz de usuario espectacular que se ve y se siente nativa. Se comporta de forma natural en cualquier plataforma, a pesar de que está utilizando una sola base de código.

Flutter es el único framework con un SDK para móviles que proporciona un estilo responsive sin utilizar un puente Javascript, alcanzando así un nivel de rendimiento que rivaliza con su primo y competidor directo React Native. Se integra fácilmente con las diferentes plataformas como Android, IOS y Linux, MAC, Windows y aplicaciones de Google Fuchsia.

3.6.3. Firestore

Firebase es un Backend-as-a-Service (Baas). Proporciona a los desarrolladores una variedad de herramientas y servicios para ayudarles a desarrollar aplicaciones de calidad. Está construido sobre la infraestructura de Google.

Firebase está categorizado como un programa de base de datos NoSQL, que almacena datos en documentos tipo JSON.

Firebase auth tiene un sistema de autenticación de correo electrónico/contraseña incorporado. También soporta OAuth2 para Google, Facebook, Twitter y GitHub. Nos centraremos en la autenticación de correo electrónico/contraseña en su mayor parte.

3.6.4. Google Play Services

4. Diseño

4.1. Arquitectura general del sistema

La arquitectura se compone de 4 subsistemas (ver figura 2). El primer subsistema es el de Registro e inicio de sesión y es el encargado de dar de alta y permitir el acceso a los usuarios ya registrados. El segundo subsistema corresponde a los módulos que interactúan con el usuario, estos son el módulo de ejercicios, encargado de proporcionar ejercicios al usuario, y el módulo evaluador de logros y mecánicas, el cual se encarga de llevar el registro de la puntuación, logros y niveles. El Subsistema de administrador incluye los módulos generador de problemas y evaluador de expresiones, los cuales se usan para generar los ejercicios para el usuario. También se incluye un módulo de actualización y consulta de dichos ejercicios. El último subsistema es el de estadísticas y progreso, el cual lleva el registro de los logros globales del usuario.

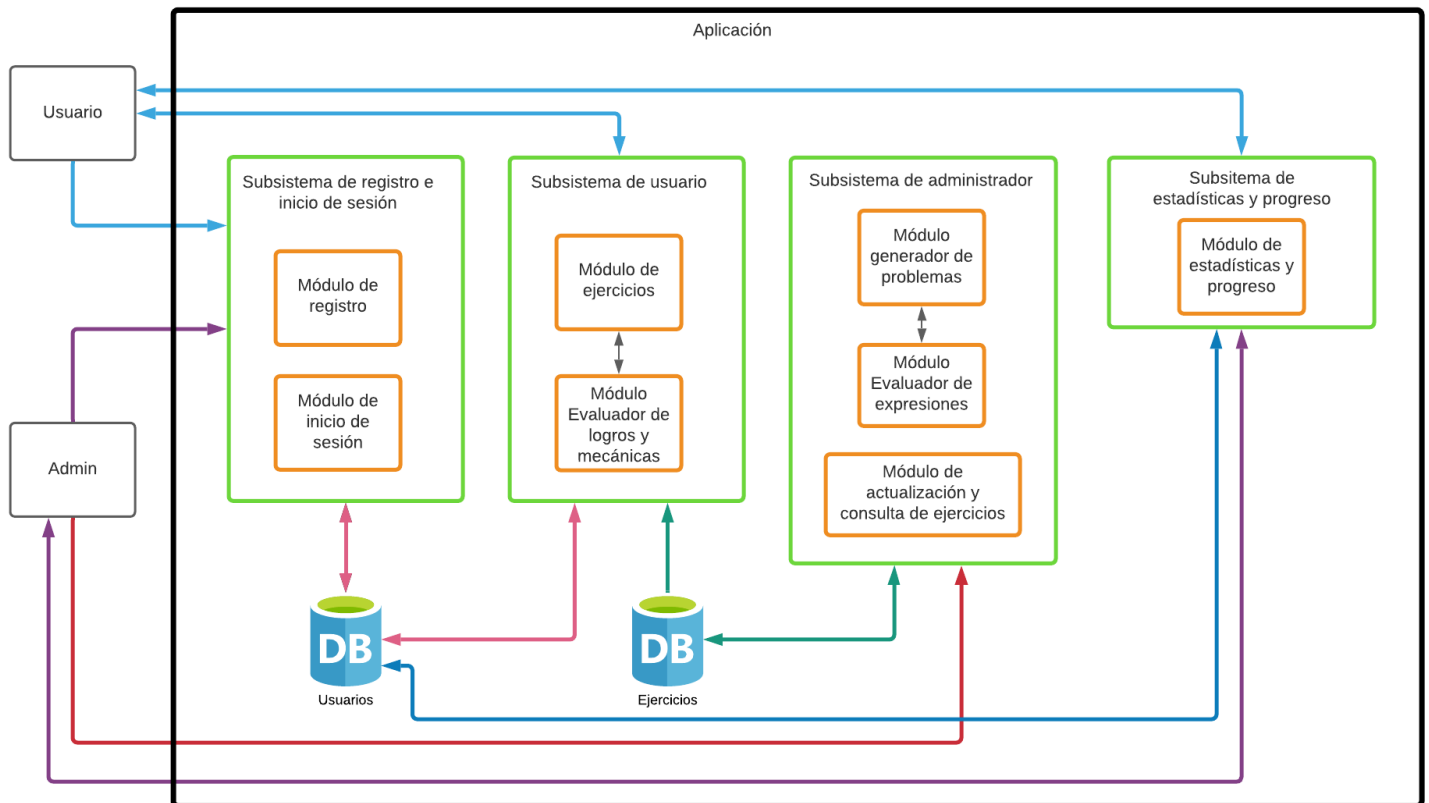


Figura 2: Arquitectura

4.2. Diseño de Base de Datos

Diagrama Entidad Relación

Itzcoatl Pineda Vieyra | November 17, 2021

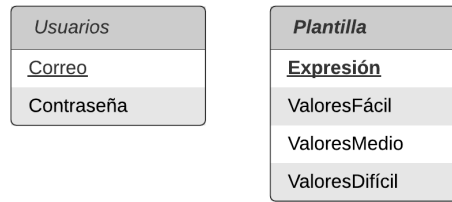


Figura 3: Diagrama entidad relación

4.3. Diseño de Interfaces

En este apartado se presentarán los diseños de las interfaces previamente descritas.



Figura 4: Registro



Figura 5: Login



Figura 6: Administrador

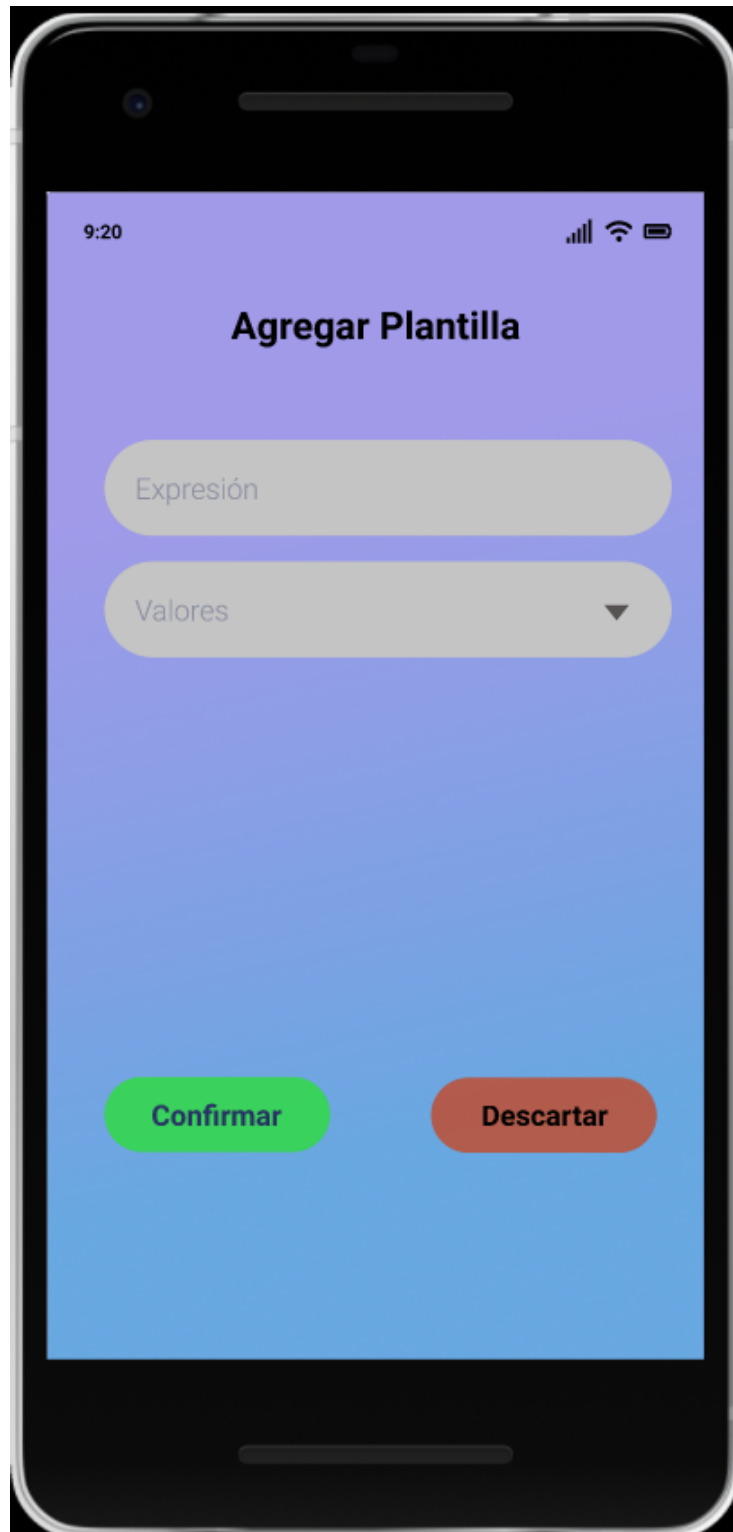


Figura 7: Plantillas

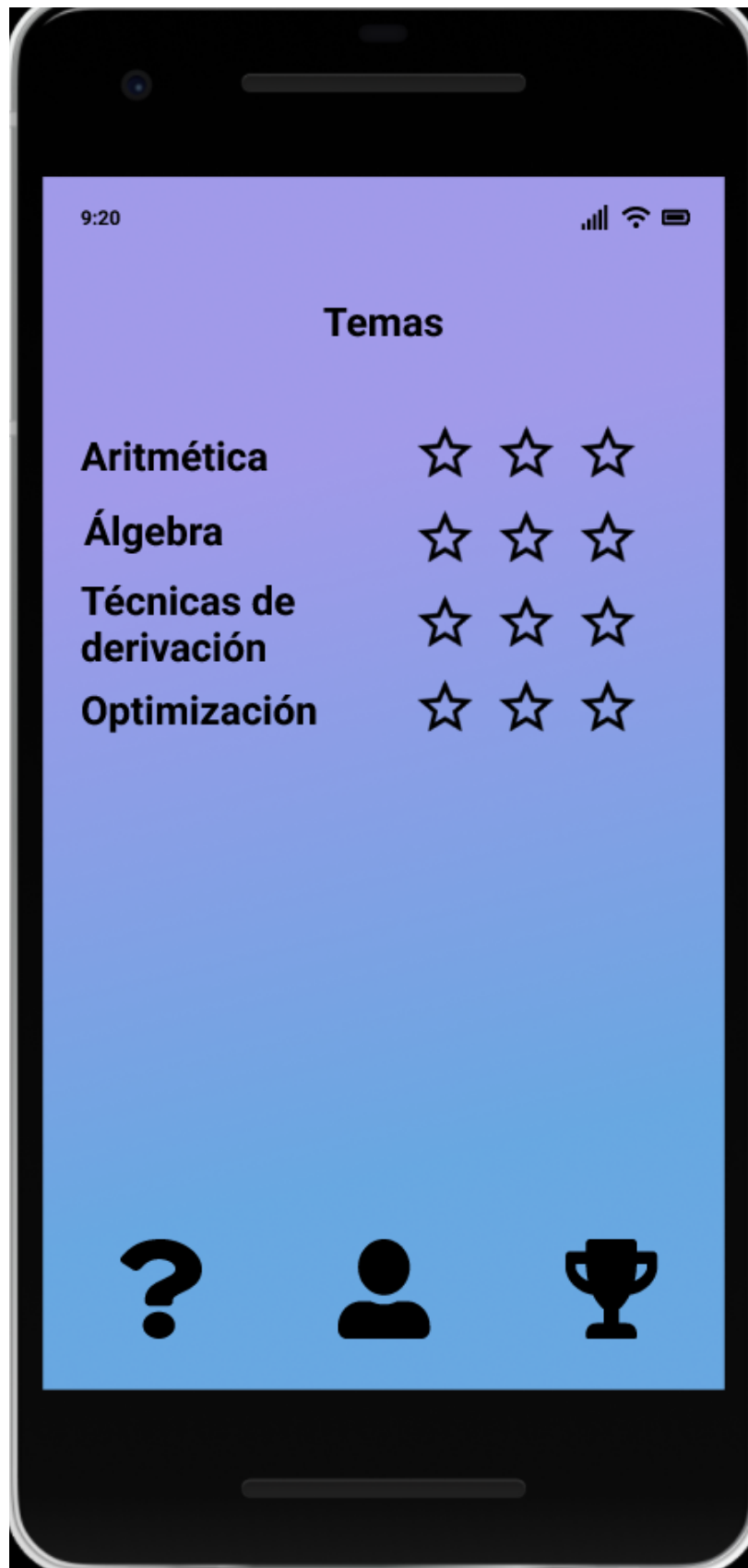


Figura 8: Selección de tema

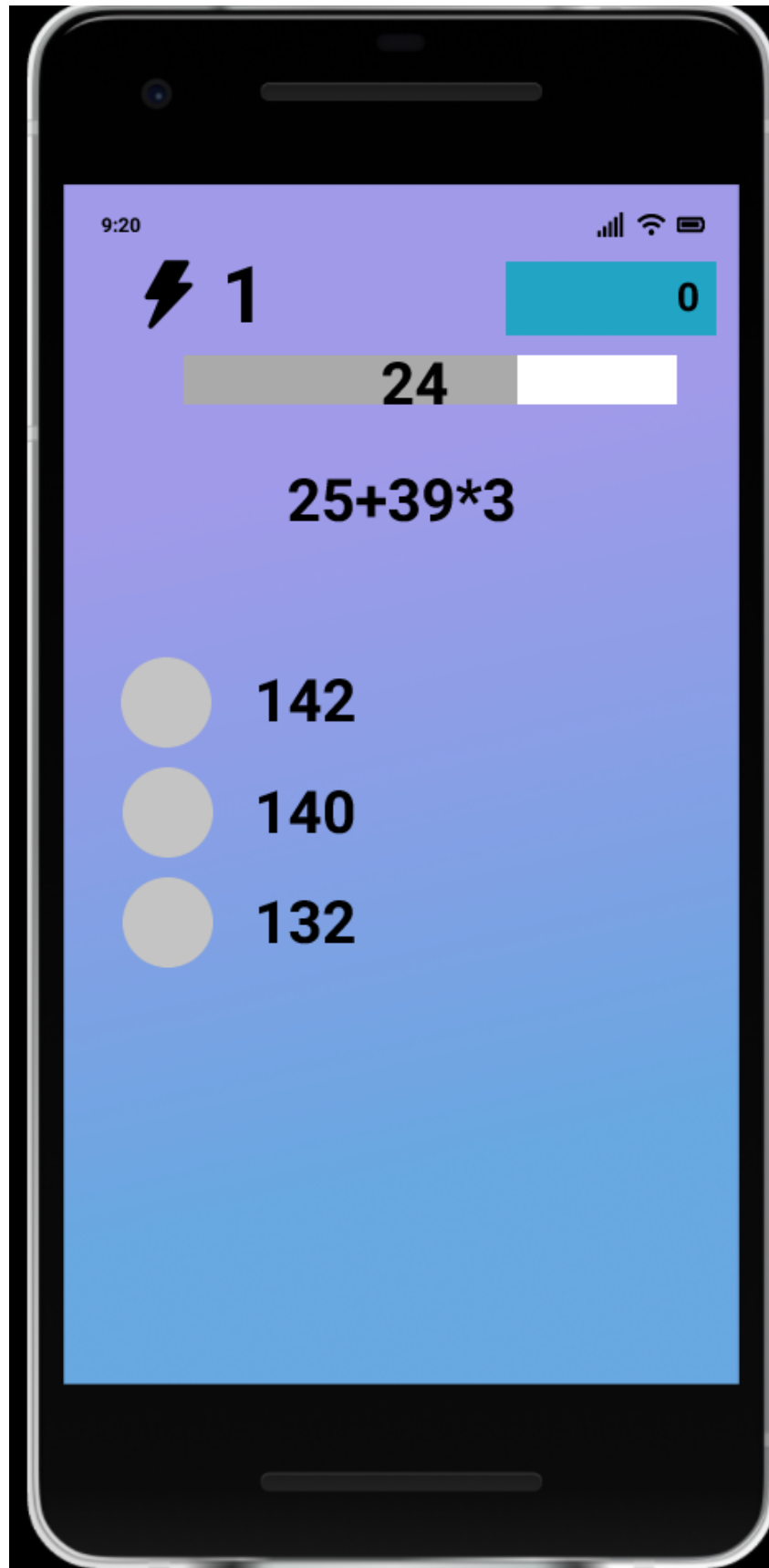


Figura 9: Ejemplo



Figura 10: Leaderboard

4.4. Metodología

La metodología que se ha elegido para el desarrollo de este proyecto es Feature planning [5], también conocida como Feature Driven Development F.D.D Esta metodología iterativa orientada a objetos, consistente en planear la estructura general del proyecto, realizar una lista de características, planear y finalmente construir cada una de ellas. En nuestro caso podemos ver cada característica como un tema y ciertas funcionalidades adicionales que deseamos integrar. Para garantizar la variedad de ejercicios se pretende usar técnicas de generación por procedimientos.

La lista de características sería la siguiente:

1. Sistema de puntuación.
2. Ejercicios de Aritmética.
 - a) Adición y sustracción.
 - b) multiplicación.
 - c) División.
3. Evaluador de expresiones.
4. Niveles de dificultades.
5. Leaderboards.
6. Títulos, Iconos para desbloquear con puntos.
7. Estadísticas del jugador.

5. Implementación

El subsistema de registro e ingreso fue implementado con Firebase

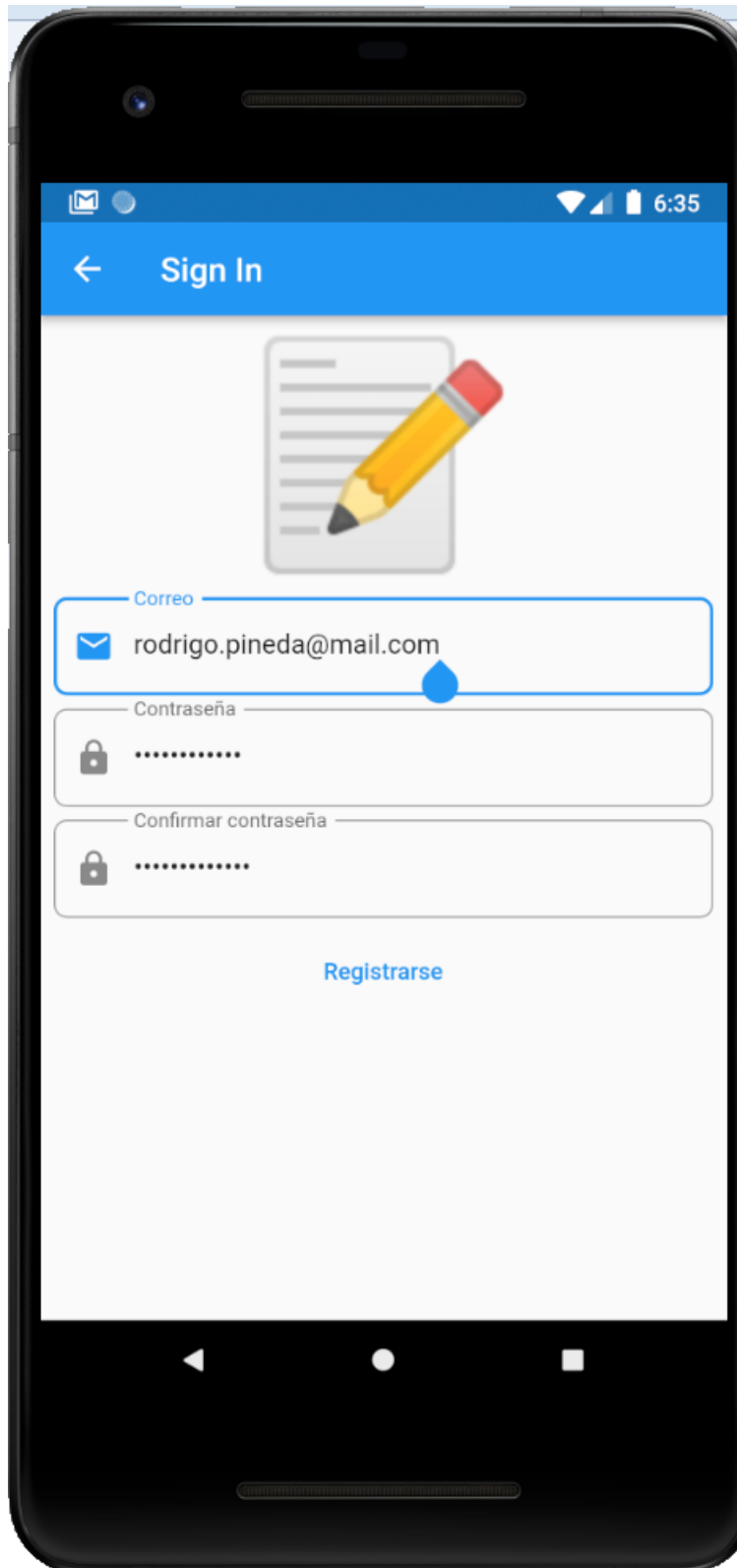


Figura 11: Implementación Registro

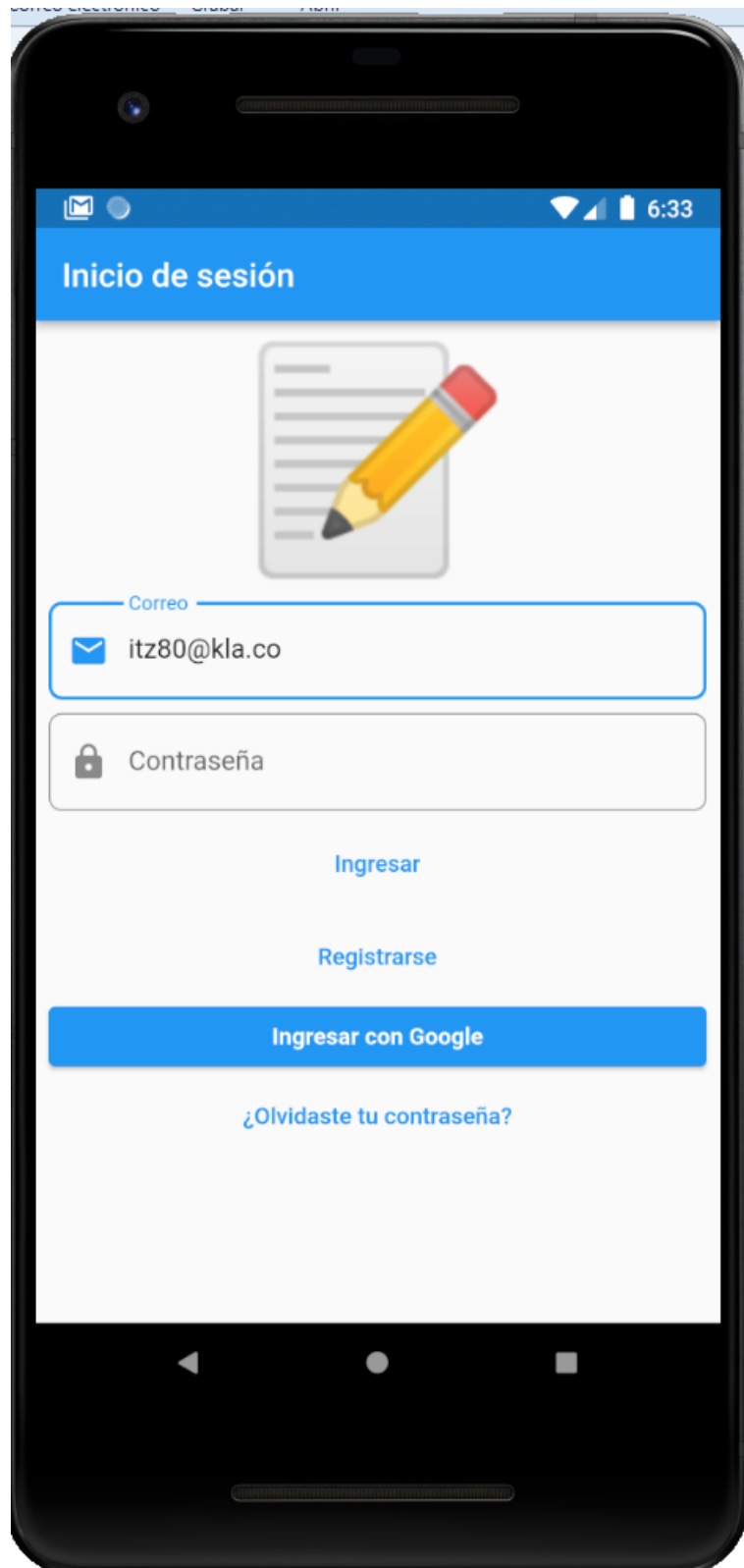


Figura 12: Implementación de Login

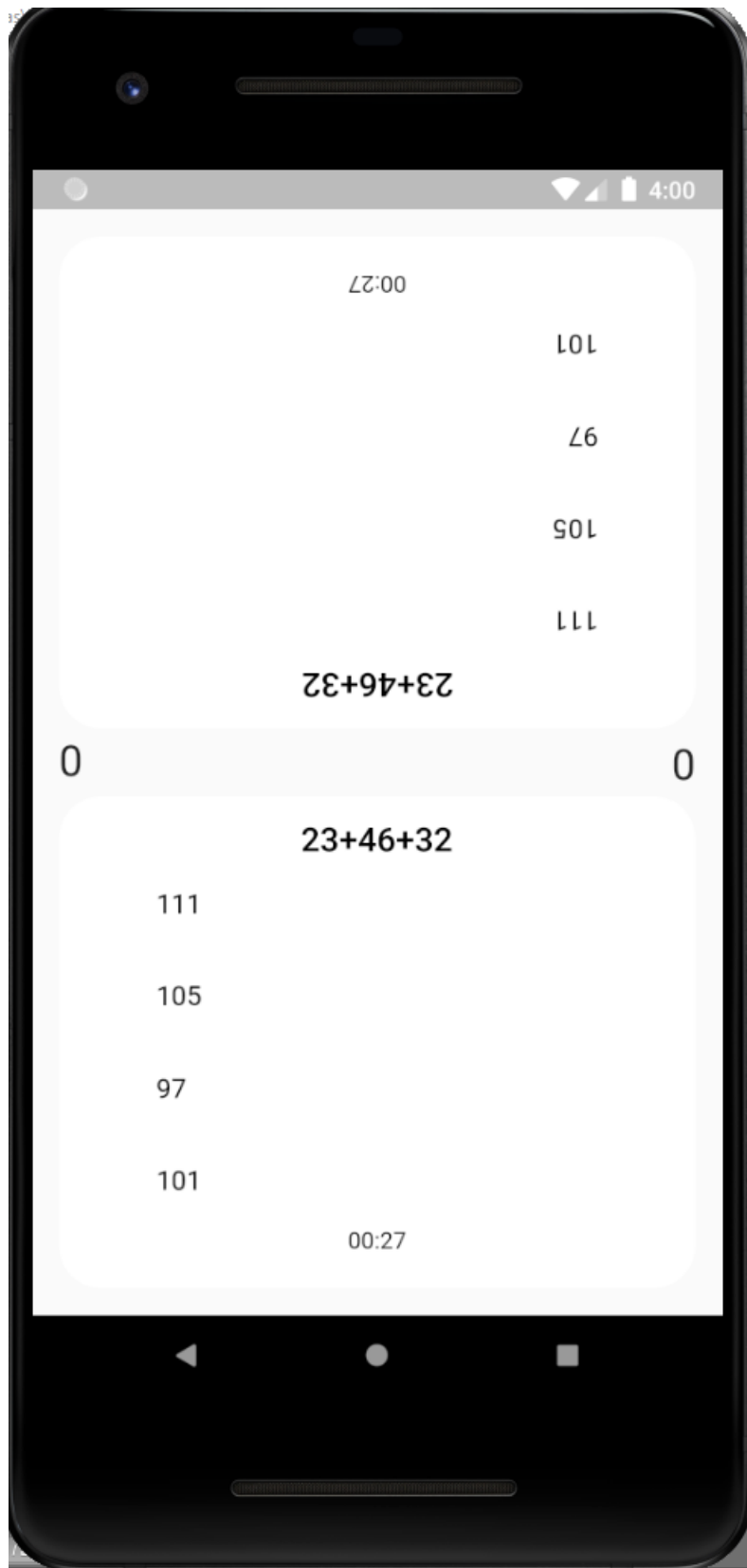


Figura 13: Implementación de modo jugador contra jugador

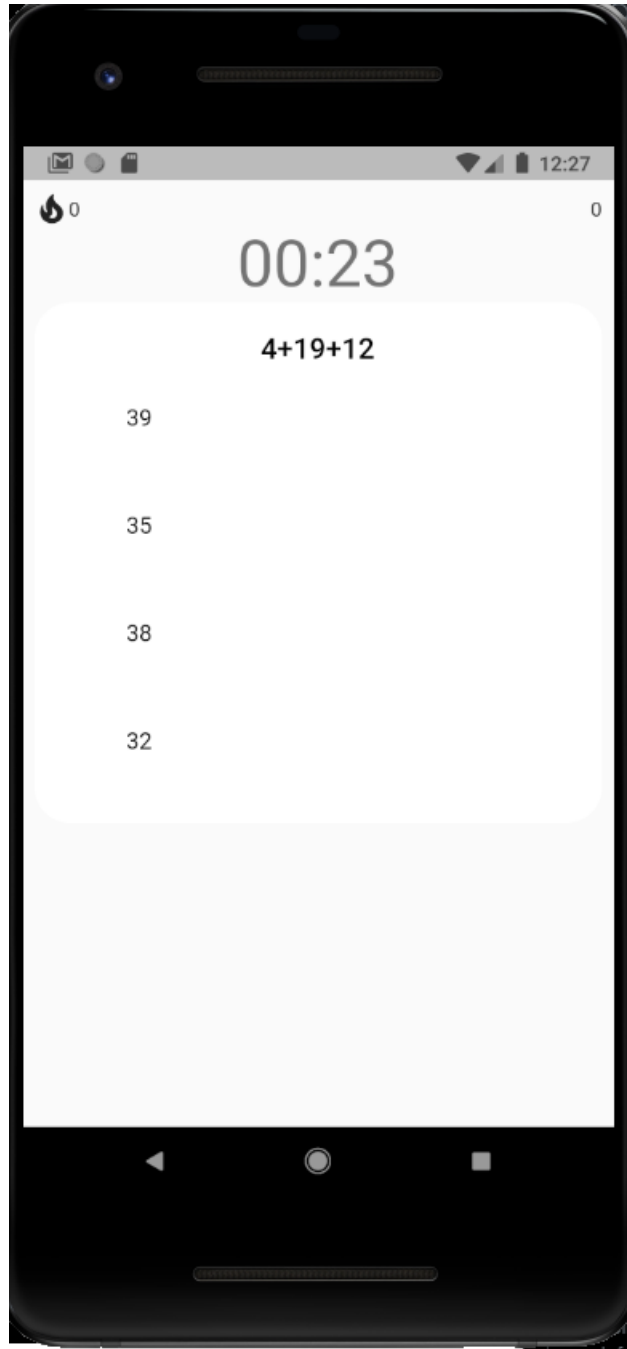


Figura 14: Implementación de modo infinito

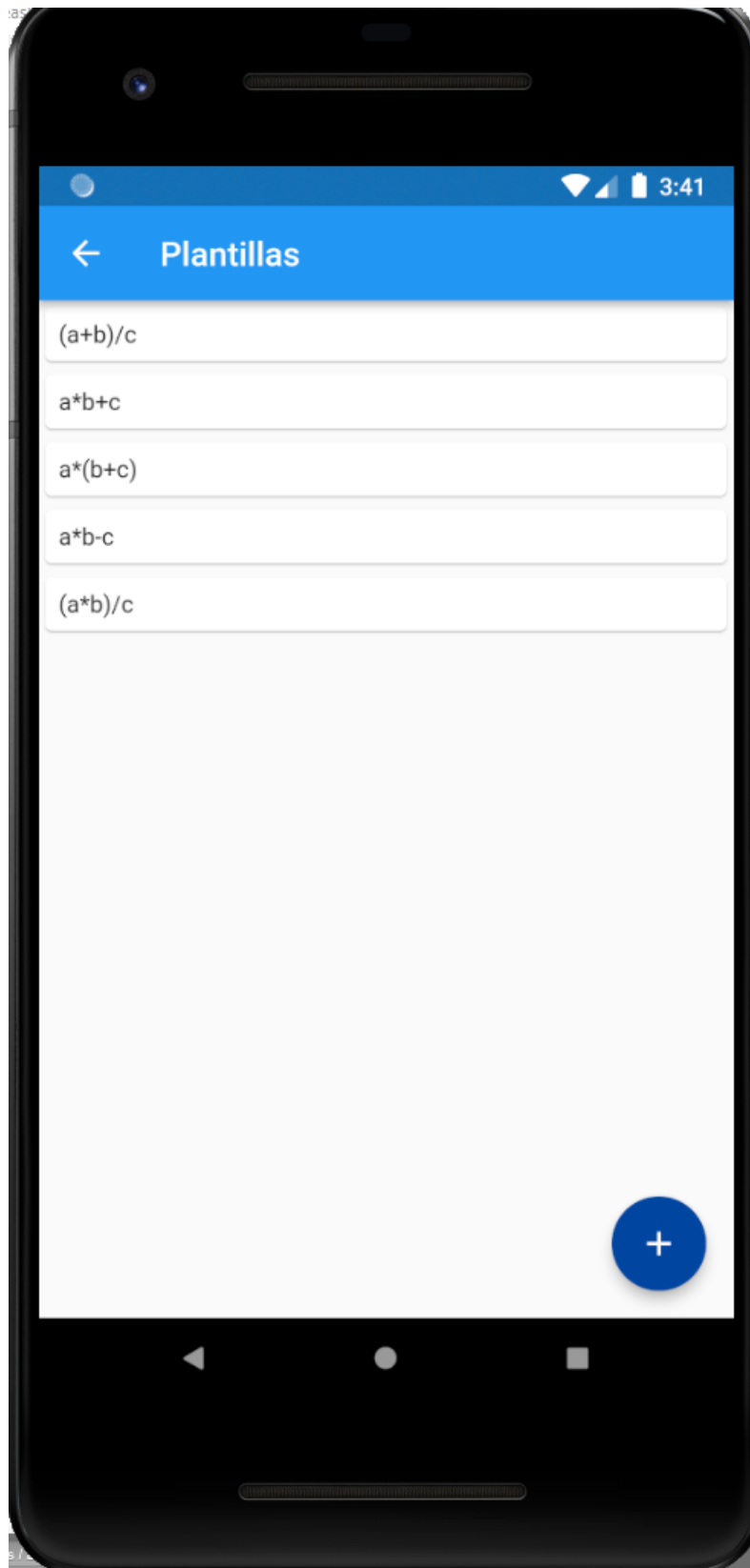


Figura 15: Implementación de Plantillas

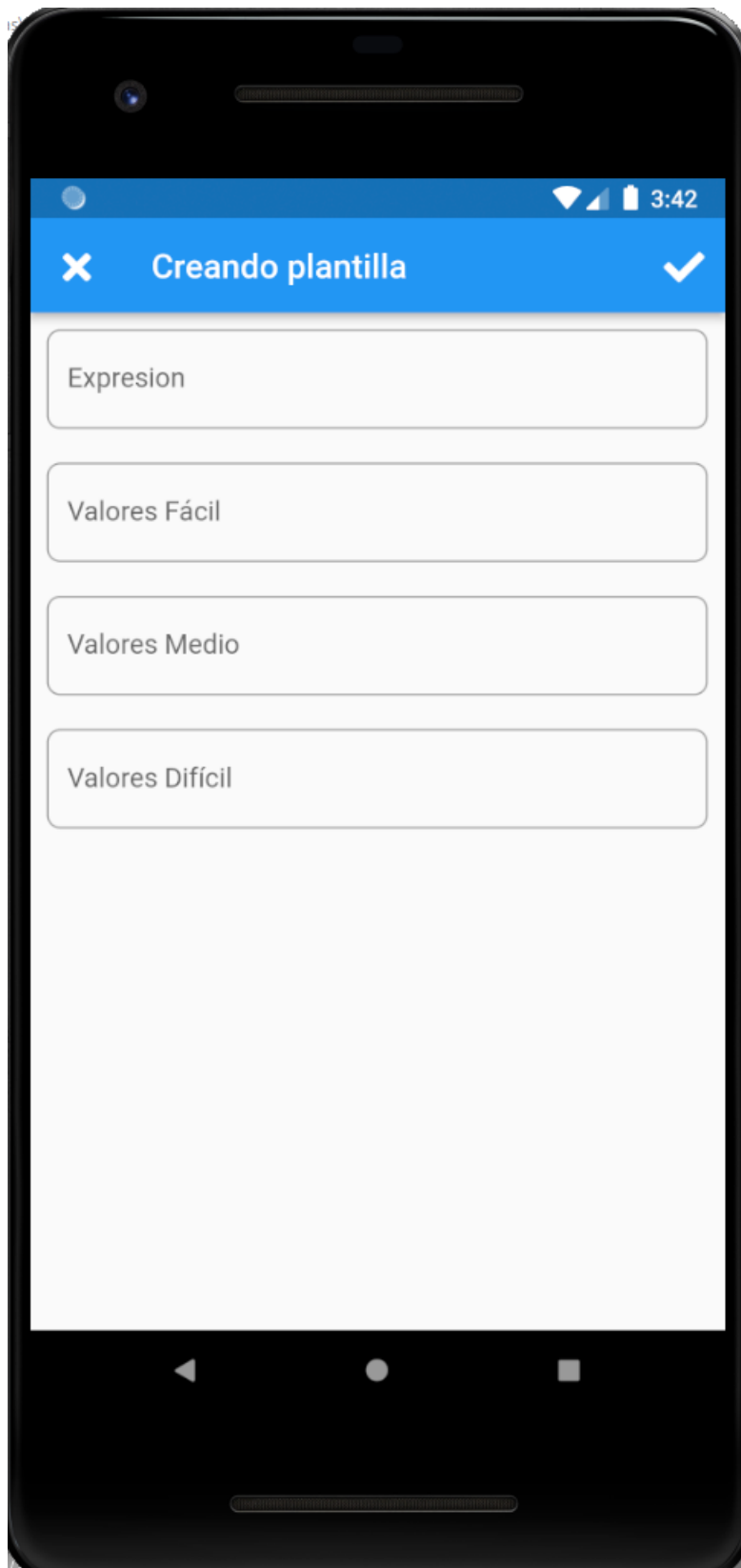


Figura 16: Implementación de Plantillas

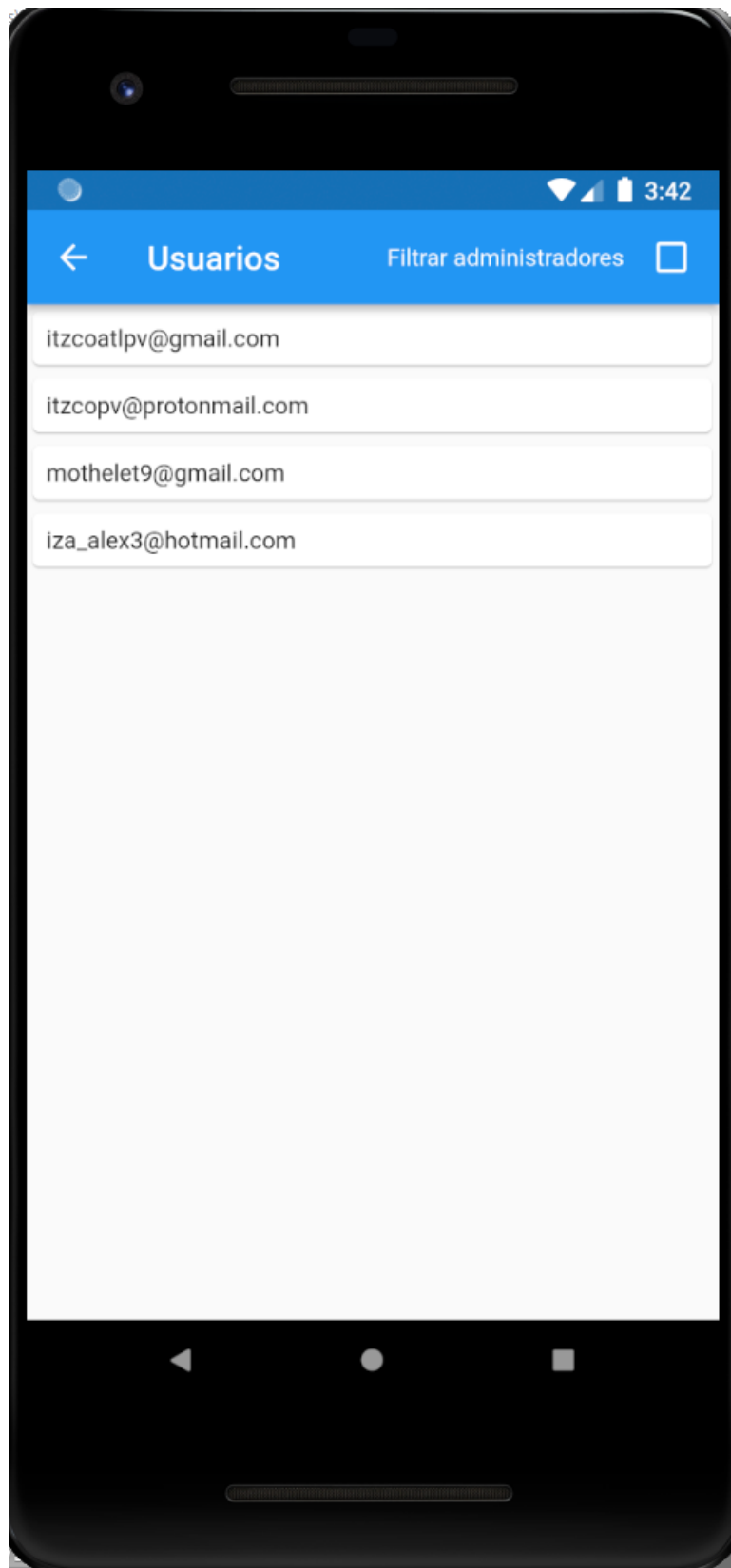


Figura 17: Implementación de Usuarios

6. Pruebas

Se validó el correo con una expresión regular. Algunos ejemplos de correos validos

- itz80@kla.co
- itz!&*%^7@protonmail.net
- 1A!e@protonmail.com

Referencias

- [1] Thomas P Carpenter y Roger E Kirk. «Are psychology students getting worse at math?: Trends in the math skills of psychology statistics students across 21 years». En: *Educational Studies* 43.3 (2017), págs. 282-295.
- [2] Antonio Coronado-Hijón. «Academic resilience: a transcultural perspective. Procedia - Social and Behavioral Sciences». En: *Elsevier Ltd* (2016). DOI: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.013>.
- [3] Antonio Coronado-Hijón. «Estudio de prevalencia de dificultades de aprendizaje en el cálculo aritmético». En: *Bordón: Revista de pedagogía* (2014), págs. 36-60. ISSN: 0210-5934. DOI: <https://doi.org/10.13042/Bordon.2014.66303>.
- [4] Wendy Hsin-Yuan Huang y Dilip Soman. «Gamification of education». En: *Report Series: Behavioural Economics in Action* 29 (2013).
- [5] John Hunt. «Feature-driven development». En: *Agile Software Construction* (2006), págs. 161-182.
- [6] Pierre Foy Ina V.S. Mullis Michael O. Martin y Martin Hooper. *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. Boston College , Chestnut Hill, MA, 2016.
- [7] Norma Larrazolo, Eduardo Backhoff y Felipe Tirado. «Habilidades de razonamiento matemático de estudiantes de educación media superior en México». En: *Revista mexicana de investigación educativa* 18.59 (2013), págs. 1137-1163.
- [8] Roy C Martin y col. «Loss of calculation abilities in patients with mild and moderate Alzheimer disease». En: *Archives of neurology* 60.11 (2003), págs. 1585-1589.
- [9] OECD. «Low-Performing Students: Why They Fall Behind and How to Help Them Succeed. PISA». En: *OECD Publishing, Paris* (2016). DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264250246-en>.
- [10] OECD. «PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I, Revised edition, February 2014). PISA». En: *OECD Publishing* (2014). DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201118-en>.
- [11] Josetxu Orrantia. «Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva evolutiva». En: *Revista Psicopedagogía* 23.71 (2006), págs. 158-180.
- [12] José Orrantia Rodríguez y col. «Marcadores nucleares de la competencia aritmética en preescolares». En: *Psychology, Society & Education* 9.1 (2017), págs. 121-134.
- [13] Allison M Ryan y Paul R Pintrich. «"Should I ask for help?" The role of motivation and attitudes in adolescents' help seeking in math class.» En: *Journal of educational psychology* 89.2 (1997), pág. 329.
- [14] Vicki N Tariq. «A decline in numeracy skills among bioscienceunder graduates». En: *Journal of Biological Education* 36.2 (2002), págs. 76-83.