



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**MONDAINAI, APLICACIÓN MÓVIL COMO UNA HERRAMIENTA PARA APOYAR A NIÑOS A
DESARROLLAR HABILIDADES PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS
CON OPERACIONES DE SUMA Y RESTA**

David Alejandro Asencio Sagastume

Asesorado por el Ing. Everest Darwin Medinilla Rodríguez

Guatemala, junio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MONDAINAI, APLICACIÓN MÓVIL COMO UNA HERRAMIENTA PARA APOYAR A NIÑOS A
DESARROLLAR HABILIDADES PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS
CON OPERACIONES DE SUMA Y RESTA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DAVID ALEJANDRO ASECIO SAGASTUME
ASESORADO POR EL ING. EVERES DARWIN MEDINILLA RODRÍGUEZ

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, JUNIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humbert Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Fernández Cáceres
EXAMINADOR	Ing. César Rolando Batz Saquimux
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Giovanni Longo Morales
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MONDAINAI, APLICACIÓN MÓVIL COMO UNA HERRAMIENTA PARA APOYAR A NIÑOS A DESARROLLAR HABILIDADES PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS CON OPERACIONES DE SUMA Y RESTA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 22 de febrero 2021.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials 'DAS' followed by a full name in cursive script.

David Alejandro Asencio Sagastume

Guatemala, 07 de marzo de 2022

Ingeniero
Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados y Trabajos de Tesis
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas
Facultad de Ingeniería - USAC

Respetable Ingeniero Azurdia:

Por este medio hago de su conocimiento que en mi rol de asesor del trabajo de investigación realizado por el estudiante **DAVID ALEJANDRO ASECIO SAGASTUME** con carné **201404007** y CUI **2734 41981 1804** titulado **“MONDAINAI - APLICACIÓN MÓVIL COMO UNA HERRAMIENTA PARA APOYAR A NIÑOS A DESARROLLAR HABILIDADES PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS CON OPERACIONES DE SUMA Y RESTA”**, lo he revisado y luego de corroborar que el mismo se encuentra concluido y que cumple con los objetivos propuestos en el respectivo protocolo, procedo a la aprobación respectiva.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,



Ing. Everest Darwin Medinilla Rodríguez
Colegiado No. 4332

Everest Darwin Medinilla Rodríguez
Ingeniero en Ciencias y Sistemas
Colegiado 4,332



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala 14 de marzo de 2022

Ingeniero
Carlos Gustavo Alonzo
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Alonzo:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante **DAVID ALEJANDRO ASECIO SAGASTUME** con carné **201404007** y CUI **2734 41981 1804** titulado **“MONDAINAI – APLICACIÓN MÓVIL COMO UNA HERRAMIENTA PARA APOYAR A NIÑOS A DESARROLLAR HABILIDADES PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS CON OPERACIONES DE SUMA Y RESTA”** y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo aprobado.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,



Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.115.EICCSS.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **MONDAINAI, APLICACIÓN MÓVIL COMO UNA HERRAMIENTA PARA APOYAR A NIÑOS A DESARROLLAR HABILIDADES PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS CON OPERACIONES DE SUMA Y RESTA**, presentado por: **David Alejandro Asencio Sagastume**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Msc. Ing. Carlos Gustavo Alonzo
Director

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

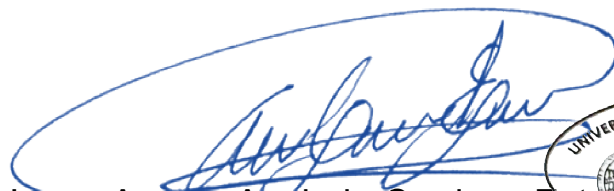
Guatemala, mayo de 2022




LNG.DECANATO.OI.403.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **MONDAINAI, APLICACIÓN MÓVIL COMO UNA HERRAMIENTA PARA APOYAR A NIÑOS A DESARROLLAR HABILIDADES PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS CON OPERACIONES DE SUMA Y RESTA**, presentado por: **David Alejandro Asencio Sagastume**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, junio de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Israel Asencio y Alida Sagastume, por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida y estar siempre a mi lado.

Mi hermana

Dahianna Asencio, por su apoyo y cariño.

Mis mejores amigos

Daniel Palacios y Roberto Acosta, por su apoyo en los momentos importantes de mi vida y motivación para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios y darme la oportunidad de desarrollar mi carrera profesional en una institución de alto prestigio.
Mis amigos de la Facultad de Ingeniería	Juan Pablo Ruíz, Manuel Galván, Ali Daryousef, Fabio De Paz, Robin Salvatierra y Mike Gutiérrez, por apoyarme y ser una influencia en mi desarrollo personal y profesional.
Mi asesor de tesis	Ing. Everest Darwin Medinilla Rodríguez, por su orientación y supervisión en este trabajo.
Ing. Julio Pineda	Por sus enseñanzas en mi desarrollo personal y profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA Y SU IMPACTO EN GUATEMALA	1
1.1. Modelo de adopción de sistemas de motivación hedónica (HMSAM).....	1
1.1.1. Facilidad de uso.....	2
1.1.2. Utilidad.....	2
1.1.3. Curiosidad.....	2
1.1.4. Alegría	3
1.1.5. Control	3
1.2. Método Pólya.....	4
1.2.1. Entender el problema	4
1.2.2. Diseñar un plan.....	5
1.2.3. Ejecutar el plan	6
1.2.4. Mirar hacia atrás	6
1.3. Gamificación.....	6
1.3.1. Enganchar al usuario	7
1.3.2. Creación de hábitos.....	8
1.3.3. Insignias	10
1.3.4. Sistema de acumulación de puntos	11

1.3.5.	Niveles de habilidad	11
1.3.6.	Obtención de premios	11
1.4.	Experiencia de usuario.....	11
1.4.1.	Fácil acceso a las acciones.....	12
1.4.2.	No saturar con información	12
1.4.3.	Consistencia.....	13
1.5.	Teoría y la relación con la tecnología escogida	13
2.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN QUE LA APLICACIÓN REALIZARÁ	15
2.1.	Antecedentes	15
2.2.	Mercado objetivo.....	17
2.3.	<i>Benchmarking</i> de la aplicación.....	18
2.3.1.	<i>Elevate</i>	18
2.3.2.	Matemáticas con Grin 678.....	19
2.3.3.	<i>Brilliant</i>	20
2.4.	Resolución	21
2.5.	Descripción del problema.....	22
3.	DOCUMENTO DE ESPECIFICACIONES, REQUERIMIENTOS Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL SOFTWARE-DERCAS.....	23
3.1.	Alcances.....	23
3.2.	Limitantes.....	23
3.3.	RQMT-01 inicio de sesión	24
3.3.1.	Pantalla o reporte	24
3.3.2.	Reglas de funcionalidad	25
3.4.	RQMT-02 registro de usuarios	26
3.4.1.	Pantalla o reporte	26
3.4.2.	Reglas de funcionalidad	27

3.5.	RQMT-03 tablero de actividades	27
3.5.1.	Pantalla o reporte	27
3.5.2.	Reglas de funcionalidad	28
3.6.	RQMT-04 listado de insignias.....	29
3.6.1.	Pantalla o reporte	29
3.6.2.	Reglas de funcionalidad	30
3.7.	RQMT-05 compra de personajes	30
3.7.1.	Pantalla o reporte	30
3.7.2.	Reglas de funcionalidad	31
3.8.	RQMT-06 información de cuenta.....	32
3.8.1.	Pantalla o reporte	32
3.8.2.	Reglas de funcionalidad	33
3.9.	RQMT-07 desarrollo de actividades	33
3.9.1.	Pantalla o reporte	33
3.9.2.	Reglas de funcionalidad	34
3.10.	Diagrama de flujo de la solución.....	35
3.10.1.	Inicio de sesión y registro	35
3.10.2.	Desarrollo de actividades y progreso de los niveles	36
3.11.	Diagrama de arquitectura	37
3.12.	Diseño intuitivo y usabilidad	37
4.	DOCUMENTACIÓN Y TUTORIAL DE PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN.....	39
4.1.	Requisitos.....	39
4.1.1.	Requisitos para desarrollo	39
4.1.2.	Requisitos para uso de la aplicación	40
4.2.	Herramientas	40
4.2.1.	<i>React</i>	40

4.2.2.	<i>Ionic Framework</i>	40
4.2.3.	<i>Capacitor</i>	41
4.2.4.	Android SDK.....	41
4.2.5.	<i>Visual Studio Code</i>	41
4.2.6.	<i>Firebase Authentication Service</i>	41
4.2.7.	<i>Firebase Cloud Firestore</i>	42
4.3.	<i>Hardware</i>	42
4.3.1.	Requerimientos de Windows.....	42
4.3.2.	Requerimientos Mac OS	42
4.3.3.	Requerimientos Linux OS.....	43
4.4.	<i>Software</i>	44
4.5.	Consideraciones de la implementación.....	44
4.5.1.	Componentes de <i>Ionic Framework</i>	44
4.5.2.	Animación de personajes	44
CONCLUSIONES.....		45
RECOMENDACIONES		47
BIBLIOGRAFÍA.....		49
APÉNDICE		51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquematación de HMSAM.....	1
2.	Gráfica del estado de fluidez.....	8
3.	Secuencia de un hábito.....	10
4.	<i>Mockup</i> pantalla de inicio de sesión.....	25
5.	<i>Mockup</i> pantalla de registro de usuarios.....	26
6.	<i>Mockup</i> pantalla de tablero de actividades	28
7.	<i>Mockup</i> pantalla de listado de insignias.....	29
8.	<i>Mockup</i> pantalla de listado de personajes	31
9.	<i>Mockup</i> pantalla de información de cuenta	32
10.	<i>Mockup</i> pantalla para desarrollo de actividades	34
11.	Diagrama de flujo de inicio de sesión.....	36
12.	Diagrama de flujo de progreso	36
13.	Diagrama de arquitectura de la solución	37

TABLAS

I.	Cuadro comparativo de <i>Elevate</i>	19
II.	Cuadro comparativo de Matemáticas con Grin	20
III.	Cuadro comparativo de <i>Brilliant</i>	21

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
iOS	Sistema operativo para dispositivos móviles desarrollado por Apple Inc.

GLOSARIO

Android	Sistema operativo para dispositivos móviles, basado en GNU Linux, desarrollado por Google.
Componente	En <i>React</i> , son secciones de código independientes y reutilizables, que sirven para el mismo propósito que las funciones de JavaScript, pero funcionan de forma aislada y retornan <i>HTML</i> .
HTML	<i>Hypertext Marckup Language</i> , lenguaje utilizado para el desarrollo de páginas web.
JavaScript	Lenguaje de programación interpretado, sirve para alterar elementos de una página web, con el objetivo de mostrar información de forma dinámica.
Mondainai	Nombre de la aplicación. La traducción literal del japonés significa sin problemas.
Mondi	Personaje principal de la aplicación, representado como un <i>slime</i> animado que puede cambiar de color y forma.

SDK

Software Development kit, conjunto de herramientas utilizadas como apoyo para el desarrollo de *software*, distribuidas comúnmente en paquetes instalables.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se realizó el diseño e implementación de una aplicación móvil, como herramienta de apoyo dirigida a padres de familia y catedráticos a desarrollar las habilidades para la resolución de problemas matemáticos, en las operaciones de suma y resta de la aritmética.

En el desarrollo de la herramienta se utilizaron las técnicas de Gamificación, como el sistema de acumulación de puntos, sistema de recompensas con insignias, entre otros; para implementar una serie de actividades o ejercicios que los niños deben resolver. Al utilizar estas técnicas inspiradas en los juegos y aplicarlas en el aprendizaje, se logra mantener la atención de los niños para que disfruten la experiencia de aprendizaje.

Para ayudar a los niños a desarrollar las habilidades de resolución de problemas, se utilizarán las cuatro fases de la resolución de problemas establecidas en la metodología de Pólya; las cuales ayudan a comprender la totalidad del problema, cómo se llegó a la solución y cómo se puede aplicar en problemas similares.

Por medio de lo anteriormente mencionado se pretende desarrollar la lógica en los niños, que les servirá a futuro para resolver problemas matemáticos de mayor dificultad y, a largo plazo, cualquier tipo de problemas de la vida diaria.

OBJETIVOS

General

Proporcionar una herramienta que sirva de apoyo a padres de familia y profesores, en el desarrollo de las habilidades para la resolución de problemas matemáticos con las operaciones de suma y resta en niños que cursan el nivel de cuarto primaria.

Específicos

1. Diseñar e implementar una aplicación utilizando los principios de experiencia de usuario, que le permita realizar acciones en no más de dos clics, sin saturar la información presentada en una sola pantalla y manteniendo consistente la posición de las opciones a través de todas las pantallas, para que sea cómodo e interactuar con la aplicación.
2. Diseñar e implementar una aplicación utilizando las técnicas de gamificación (sistema de acumulación de puntos, niveles de habilidad e insignias obtenidas por exactitud, velocidad y constancia).
3. Aplicar las cuatro fases para la resolución de un problema establecido en el método de Pólya y validar que los usuarios comprendan y apliquen la metodología.

INTRODUCCIÓN

En la vida diaria se resuelven problemas en todo momento, desde algo tan simple como elegir la vestimenta del día, hasta problemas complejos como definir una estrategia de venta para un cliente importante en el trabajo. La forma en que se aprende a resolver estos problemas, generalmente es la experiencia con situaciones similares que se han vivido anteriormente o aplicando la lógica.

Durante la formación educativa de cada ser humano, se busca mejorar el pensamiento lógico de las personas. Una de las principales áreas que ayudan al desarrollo lógico es la matemática, esta es una materia que se imparte durante toda la educación primaria y secundaria en Guatemala, en algunos casos, también se imparte a nivel universitario, dependiendo de la carrera.

Por lo tanto, es importante asegurarse que los niños tengan claros los conocimientos básicos de la matemática para ser el cimiento de su pensamiento lógico en la resolución de problemas; sin embargo, según los resultados de la evaluación educativa en Guatemala, el nivel académico en el área de matemática es el más bajo.

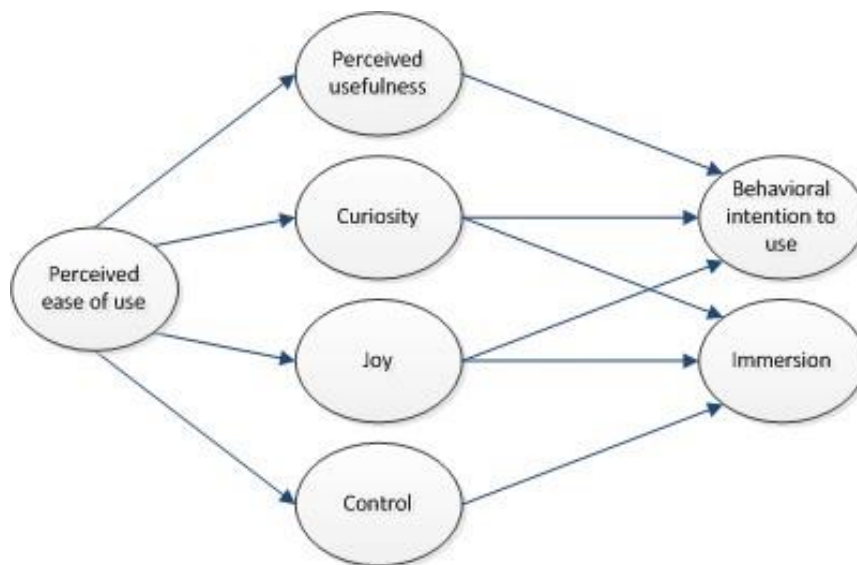
Derivado de este resultado, se propone una solución para ayudar a los niños a comprender el proceso de resolución de problemas matemáticos, para las operaciones de suma y resta, con el objetivo de que obtengan las habilidades lógicas al resolver cualquier problema que se les presente en la vida cotidiana.

1. ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA Y SU IMPACTO EN GUATEMALA

1.1. Modelo de adopción de sistemas de motivación hedónica (HMSAM)

La teoría es una extensión de TAM, establece que, para que un sistema sea utilizado debe cumplir con las necesidades intrínsecas de la persona, las cuales van más allá que la percepción de la facilidad de uso y de utilidad. Por lo cual, este agrega al modelo de aceptación tecnológica los componentes de curiosidad, alegría y control.

Figura 1. Esquematización de HMSAM



Fuente: LOWRY, Paul. *Esquema de modelo HMSAM*.

https://is.theorizeit.org/wiki/File:HMSAM_overview.jpg. Consulta: 1 de marzo de 2021.

1.1.1. Facilidad de uso

Hace referencia a como una persona que interactúa con el sistema tecnológico logra identificar lo fácil que es utilizarlo, ya que este no agrega complejidad a los procesos que ya realizaba el usuario, más bien busca reducir la complejidad de un proceso que no aprovecha la tecnología.

La facilidad de uso aumenta la percepción de utilidad, la curiosidad, la alegría y el control en el usuario. Indirectamente al aumentar estos elementos, mejora la actitud en el uso y la inmersión en el sistema.

1.1.2. Utilidad

Se refiere como una persona que interactúa con el sistema tecnológico percibe la manera de utilizarlo, le trae valor en la ejecución de sus procesos, principalmente, porque le facilita la ejecución o reduce la complejidad del proceso.

La percepción de la utilidad aumenta la actitud de uso y la inmersión en el sistema.

1.1.3. Curiosidad

Medida en que la experiencia de utilización del sistema despierta la curiosidad sensorial y cognitiva del individuo que interactúa con el sistema tecnológico.

La curiosidad es un estado emocional clave para aumentar el comportamiento exploratorio de un individuo, por lo cual, aumenta el deseo del individuo en repetir la emoción al interactuar con el sistema y, por lo tanto, aumenta la inmersión.

Debido a que la percepción en la facilidad de uso aumenta la curiosidad, estos dos elementos en conjunto tienen un efecto positivo en la actitud del sistema. Por ejemplo, si un juego es fácil de usar, la atención del jugador es libre de explorar todas las posibles alternativas que tiene a su disposición.

1.1.4. Alegría

Se refiere a los aspectos placenteros de la interacción con el sistema, describiéndola como agradable o divertida en lugar de ser aburrido su uso.

Si bien la curiosidad aumenta la inmersión y la actitud de uso del sistema, haciendo que el usuario dedique más atención al sistema, la atención es afectada por el aburrimiento, por lo que mantener la alegría del usuario mientras utiliza el sistema es clave para no afectar la actitud de uso e inmersión en el sistema.

1.1.5. Control

Se refiere a la percepción del usuario de estar en control a cargo de la interacción con el sistema.

Mientras se utiliza el sistema, el usuario en cualquier momento puede decidir cuál será su siguiente acción por realizar, esta autonomía que se le da al usuario aumenta su inmersión y su actitud de uso del sistema.

1.2. Método Pólya

Es un método creado por el matemático húngaro George Pólya, el cual se enfoca en la resolución de problemas matemáticos a través de una serie de pasos divididos en cuatro fases. Es un procedimiento rutinario, el cual, si bien se enfoca en la matemática, puede ser aplicado en cualquier aspecto de la vida, inclusive, si se compara con las cuatro fases que componen el ciclo de programación, se puede observar cómo concuerdan con este método.

1.2.1. Entender el problema

La primera fase del método establece que, para llegar a una solución, primero se debe entender cuál es la solución que se está buscando. Esto se logra a través de preguntas exploratorias que se le pueden hacer al estudiante para validar si comprende qué es lo que se espera como respuesta del problema.

Algunas de estas preguntas son:

- “¿Qué es lo que no conocemos en este problema?”
- ¿Cuál es la información que nos dan?
- ¿Qué condiciones plantea el problema?
- ¿Es posible satisfacer las condiciones del problema?”¹.

El objetivo es que el estudiante entienda cuál es la interrogante que está planteando el problema, cuál es la información que le está brindando el problema para llegar a la solución y cuáles son las condiciones para manejar esta información y con ella llegar a la solución deseada.

¹ PÓLYA, George. *How to solve it. A new aspect of mathematical method.* p. 23.

1.2.2. Diseñar un plan

La segunda fase del método establece que, una vez se ha comprendido el problema, debe trazar la ruta o detallar la serie de pasos que se van a seguir para transformar la información brindada en la solución esperada. Esta es la parte más difícil en la resolución de problemas, es la que más tiempo requiere, ya que no siempre es fácil encontrar la ruta correcta a seguir.

El método establece que la forma más fácil de saber cuáles son los pasos para seguir es gracias a la experiencia, traer a la mente del estudiante problemas similares resueltos anteriormente, cuyos pasos pueden ser aplicados en el problema que se está resolviendo actualmente. Algunas de las preguntas exploratorias a realizar son las siguientes:

- “¿Conoces algún problema similar?”
- ¿Observa la parte desconocida del problema?
- ¿Conoces algún problema que tenga una parte desconocida similar?”².

Dado que la experiencia en resolver problemas similares anteriormente ayuda a diseñar el plan correcto, si no se tienen experiencias previas, se deben crear, es por ello, que la matemática es constantemente ejemplificada al enseñar un nuevo concepto, estos ejemplos sirven como experiencias previas creadas para que el estudiante pueda utilizarlas en el futuro.

² PÓLYA, George. *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. p. 24.

1.2.3. Ejecutar el plan

La tercera fase del método establece que, una vez se tiene el plan hay que ejecutarlo siguiendo todos los pasos definidos previamente. Esta parte no es tan difícil de realizar, comparado con diseñar el plan; sin embargo, es importante no desviarse del plan original.

Para evitar desviarse de la ruta trazada por el plan, el método define que con cada paso que se da, se debe revisar si ese paso es el correcto con respecto al plan.

1.2.4. Mirar hacia atrás

La cuarta y última fase del método establece que, una vez ejecutado el plan y obtenida la respuesta del problema no se debe parar ahí, ya que se pierde una parte importante del trabajo.

Siempre se debe revisar el problema, así como la información que brinda el problema y lo desconocido, el plan diseñado y la ejecución del plan. Al hacerlo, el estudiante no solo se asegura de no haber cometido algún error, sino también, consolida el conocimiento y desarrolla su habilidad para resolver problemas similares en el futuro.

1.3. Gamificación

Es una técnica de aprendizaje que busca utilizar las mecánicas o características de los videojuegos y aplicarlas en un ámbito educativo o profesional.

Esto con el objetivo de hacer más atractivo el aprendizaje y crear el deseo en los usuarios de continuar su aprendizaje, ya que están enganchados y desean completar el contenido, al igual que con un videojuego.

1.3.1. Enganchar al usuario

Para cualquier actividad de aprendizaje, el objetivo principal es que el usuario finalice el contenido y obtenga conocimiento. La dificultad de lograr este objetivo radica en la atención que el usuario le da a esta actividad, ya que sin una alta concentración, aún si termina el contenido, puede no retener el conocimiento. En la mayoría de las situaciones, sin la atención necesaria, incluso no se termina el contenido. Para lograr este objetivo, lo principal es lograr enganchar al usuario.

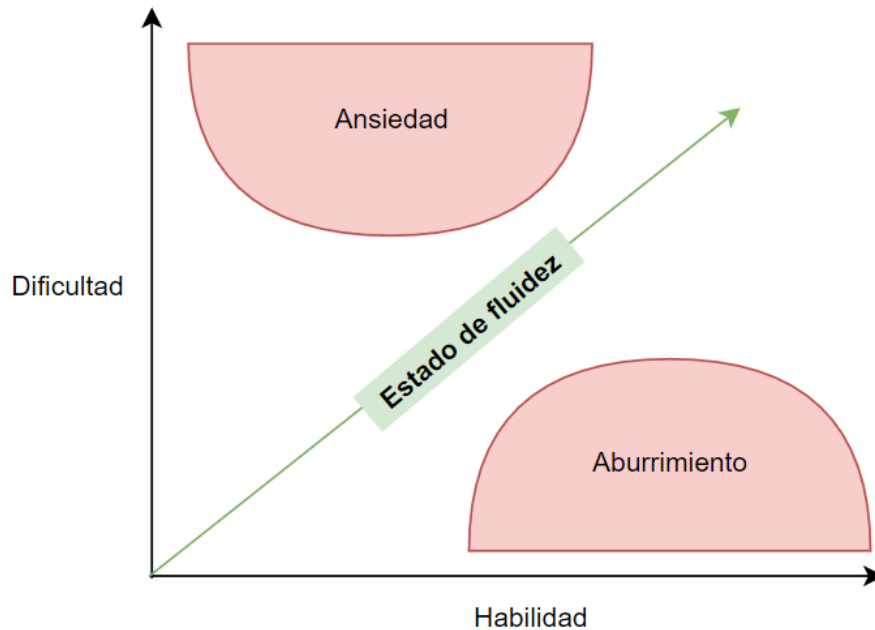
“Un usuario se encuentra enganchado cuando está altamente concentrado, le interesa y disfruta realizar alguna actividad. Este es un factor que afecta el rendimiento académico de los estudiantes”³.

Para lograr enganchar al usuario se puede utilizar la teoría de flujo, la cual establece que, si se mantiene un equilibrio entre las habilidades de un usuario y el nivel de dificultad del desafío al que es sometido, se logra enganchar a un usuario a completarlo, la teoría lo denomina el estado de fluidez. “Si la dificultad del desafío es demasiado elevada para las habilidades del usuario, le genera ansiedad; por contrario, si es demasiado simple para sus habilidades, le genera aburrimiento”⁴.

³ KIM, Sangkyun, et al. *What is gamification in learning and education?* p. 44.

⁴ *Ibíd.* p. 45.

Figura 2. **Gráfica del estado de fluidez**



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io.

El estado de fluidez lo que busca es generar una experiencia positiva en el usuario, la cual, no solo facilita el aprendizaje, sino que también divierte al usuario mientras aprende. Es complementado por los otros principios de gamificación que ayudan a la percepción de que una actividad se asemeja a un juego.

1.3.2. Creación de hábitos

Si bien es esencial enganchar al usuario para facilitar el aprendizaje, es importante mantenerlo así para que siga realizando actividades, la forma más sencilla de lograrlo es utilizar la gamificación para generar un hábito en los usuarios. Esta técnica no solo es utilizada en los juegos, sino también en las redes sociales para propiciar un uso constante de la aplicación o software.

Para generar un hábito, se deben tomar en cuenta las tres partes que lo componen:

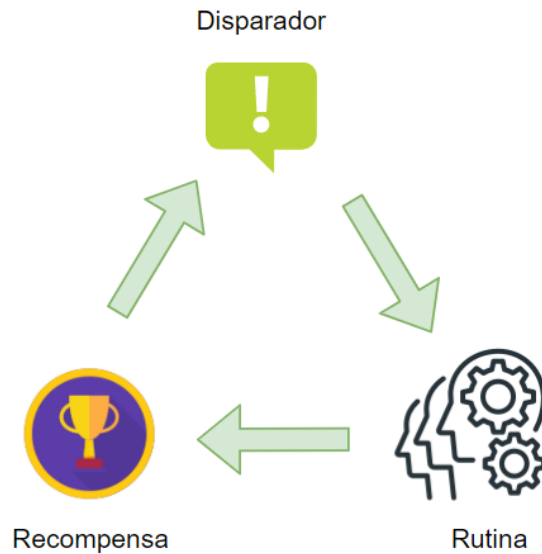
- Disparador: “todo aquello que despierta la necesidad en el usuario de realizar determinada acción. Este disparador puede ser un objeto, un recuerdo o una notificación que activa la instrucción o recuerda al usuario que debe iniciar cierta actividad”⁵.
- Rutina: “el disparador desencadena la necesidad de iniciar una actividad, cuando el usuario realiza la actividad de forma repetitiva se crea una rutina y realiza la actividad sin pensarlo”⁶.
- Recompensa: “para crear la rutina, el usuario repite la actividad con cada disparador. Al recibir una recompensa al finalizarla, genera deseo en él de completarla, de lo contrario solo genera ansiedad, y es tedioso para el usuario llevarla a cabo”⁷.

⁵ DUHIGG, Charles. *The power of habit: Why we do what we do in life and business*. p. 8-13.

⁶ *Ibíd.*

⁷ *Ibíd.*

Figura 3. **Secuencia de un hábito**



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io.

1.3.3. **Insignias**

Establece tener un sistema de recompensas por completar retos o desafíos, ya sea individuales o en equipo, al completar los retos se obtienen insignias que sirven como comprobante que el usuario completó dicho reto, generando satisfacción en él al dar cierto estado de superioridad por tener varias insignias. Los desafíos pueden tener tres enfoques.

- **Exactitud:** por completar actividades de forma correcta constantemente y no cometer errores.
- **Velocidad:** por completar actividades bajo cierto límite de tiempo, por lo general, mientras más rápido mejor.

- Constancia: por mantener un ritmo constante en realizar actividades, por ejemplo, hacer por lo menos una actividad al día.

1.3.4. Sistema de acumulación de puntos

Se asigna un valor cuantitativo, (puntos) a determinadas actividades y el usuario es recompensado con dichos puntos al completarlas. El objetivo es que el usuario los acumule para ser utilizados en otros elementos, ya sea para subir de nivel o canjearlos por recompensas.

1.3.5. Niveles de habilidad

Es importante mantener el nivel adecuado de dificultad para cada usuario y conforme adquiera conocimiento, elevar el nivel de dificultad, ya que sus habilidades han mejorado. Se definen una serie de niveles que el usuario debe superar uno a uno y escalarlos hasta el final para finalizar con el aprendizaje.

1.3.6. Obtención de premios

Se establecen una serie de posibles premios que el usuario puede obtener al completar ciertas actividades o canjear los puntos, a diferencia de las insignias, los premios buscan generar la necesidad de completar una colección. El usuario constantemente realizará las actividades necesarias para obtener un premio más que añadir a su colección.

1.4. Experiencia de usuario

Se refiere a la percepción que tiene el usuario de un producto y cómo es su experiencia utilizándolo.

La experiencia de usuario va más allá que solo el aspecto estético de la interfaz de usuario, también toma en cuenta la usabilidad, y es la usabilidad la que determina cómo será el aspecto estético del diseño. Se refiere a qué tan fácil le es al usuario utilizar el producto y, por lo tanto, genera una experiencia placentera que llama al usuario a seguir utilizando el producto. Es importante que: “Una interfaz fea, pero usable es mejor a tener una interfaz con estilo, pero poco usable”⁸.

Existen muchos factores que pueden hacer una interfaz usable para los usuarios, depende mucho de la naturaleza del producto y el mercado objetivo. Sin embargo, tres principios son aplicables sin importar el enfoque del producto: un fácil acceso a las acciones, no saturar con información y consistencia.

1.4.1. Fácil acceso a las acciones

Se refiere a que el usuario en todo momento tenga a la mano las opciones para realizar las acciones más comunes del producto, si es una aplicación para enviar correos electrónicos, por ejemplo, la opción para enviarlo, no puede estar a más de dos clics de acceso, si toma más que esto, se vuelve tedioso para el usuario realizar demasiados pasos previos a llegar a una acción que realiza repetitivamente en la aplicación.

1.4.2. No saturar con información

Cada pantalla de la aplicación debe mostrar únicamente la información que sea estrictamente necesaria.

No sobrecargar en una sola pantalla la mayoría de información que se desea presentar al usuario, ya que él se puede sentir abrumado y perder el

⁸ MARSH, Joel. *UX for beginners: A crash course in 100 short lessons*. 2015. p. 19.

enfoque de lo que desea realizar o, por el contrario, se le dificulte encontrar la información que necesita.

1.4.3. Consistencia

Se refiere a mantener los elementos a través de todas las pantallas de forma consistente, al mantener elementos o botones que sirven para funciones similares en la misma posición a través de todas las pantallas se genera el hábito en el usuario para que en todo momento sepa que opción elegir. Si no se es consistente en los elementos genera confusión y frustración en el usuario, ya que puede llevarlo a cometer errores.

El ejemplo más común de la consistencia son los botones de aceptar y cancelar, si el botón de aceptar se coloca de lado derecho en todas las pantallas, el usuario instintivamente sabe que debe presionar el botón de la derecha para aceptar a realizar la acción que desea.

1.5. Teoría y la relación con la tecnología escogida

El enfoque y propósito de esta investigación es lograr que los usuarios desarrollen o mejoren su habilidad para la resolución de problemas matemáticos para cuando finalicen el contenido de la aplicación.

Si bien la tecnología es utilizada para mejorar muchos procesos, si no es aplicada correctamente puede existir un rechazo por parte de los usuarios, ya sea por motivos culturales o porque no aporta valor en los procesos.

Aplicando el modelo de adopción de sistemas de motivación hedónica, los principios de gamificación y la experiencia de usuarios en las aplicaciones de

aprendizaje, se cerciora la inmersión una actitud positiva en el uso de la aplicación. Con esto se asegura satisfacer las motivaciones intrínsecas de los usuarios al igual un juego, pero aplicados en el ámbito de la educación.

Adoptando este modelo, el usuario utilizará la aplicación como un medio de entretenimiento, el cual, simultáneamente, lo ayuda a mejorar su capacidad de resolución de problemas. Al ser un medio de entretenimiento, logrará su objetivo de forma fácil y rápida.

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN QUE LA APLICACIÓN REALIZARÁ

2.1. Antecedentes

LI, Cathy y LALANI, Farah, en su artículo, *The COVID-19 pandemic has changed education forever*, hacen referencia que el aprendizaje en línea es una modalidad que ya se utilizaba en varios países, por medio de herramientas tecnológicas; las personas interesadas podían tomar cursos en línea en múltiples plataformas que existen en el mercado. Sin embargo, la educación en línea se consideraba como opcional, muchas veces como material adicional y no como sustituto de la educación presencial. Pero debido a la pandemia ocasionada por el COVID-19, para mantener la salud de la población se optó por la modalidad de educación en línea en todo el mundo, y este cambio no es temporal, ya que cambió para siempre el sistema educativo.

TAN, Consilz, en su artículo *The impact of COVID-19 on student motivation, community of inquiry and learning performance*, mencionan que en la mayoría de los casos, las instituciones educativas no se encontraban preparadas para este cambio drástico que todo el mundo se vio obligado a realizar. Por lo cual, ha presentado una serie de retos para estudiantes, padres de familia y educadores. Entre estos retos es mantener la motivación o atención de los estudiantes a seguir con la educación en línea y que no afecte el rendimiento académico de las futuras generaciones.

Según los resultados generales de la evaluación educativa en Guatemala, “el área en la que más bajo está el nivel académico de los estudiantes de 3ro. básico, es la matemática”⁹. Si se agregan los problemas y retos de la educación en línea, se cree que en los próximos años la calificación puede empeorar si no se toman medidas al respecto.

En la búsqueda de solucionar esta problemática, especialmente en el área de matemática, se pueden analizar algunos casos de éxito en los cuales, utilizando la tecnología, se han obtenido resultados satisfactorios en la educación remota.

Según estudios e investigaciones que se detallan en el artículo de Iván Montiel *Nuevas formas de enseñanza: utilizando tecnología y aplicaciones móviles para educar en los grandes desafíos sociales*, publicado en el 2020, resaltan varios aspectos positivos de incorporar la tecnología en la educación:

- Facilita el acceso a los recursos educativos.
- Los estudiantes nacidos después del 2010 se les facilita el uso de la tecnología en la educación, ya que nacieron en la era digital y a medida que avanza el tiempo, más fácil se vuelve.
- Tienen un efecto positivo en los estudiantes, ya que mantienen la motivación y, por lo tanto, el interés en aprender.

Esto demuestra la importancia de incorporar la tecnología como complemento en la educación y se puede evidencia en diferentes países y culturas.

Brilliant es un caso concreto del uso de una aplicación para el aprendizaje de conceptos matemáticos.

Desarrollada por una organización con fines de lucro, Brilliant.org, crearon una plataforma web en la cual los estudiantes aprenden conceptos de varias ciencias, entre ellas la matemática, como forma de complemento a la educación principal. “El proyecto inició como una forma de dar acceso a los estudiantes de forma *online* a una escuela de estudios intensivos y hoy se utiliza, incluso, como referencia en los currículos para aplicar a una universidad”⁹.

Por lo tanto, se logra evidencia que con el uso de aplicaciones como complemento de la educación remota o presencial, se pueden obtener resultados positivos en las diferentes áreas de conocimiento, siempre y cuando se realice una implementación adecuada.

2.2. Mercado objetivo

La aplicación tiene como objetivo mejorar o desarrollar la habilidad para resolver problemas matemáticos de suma y resta, desarrollar esta lógica no solo servirá en el área de matemática, sino que se aplicará en todos los ámbitos de la vida.

Tiene como usuarios objetivos a los niños que cursan el nivel de cuarto primaria, ya que, según el CNB de Guatemala, es en este grado en el cual ya se tienen los conocimientos de suma y resta e inician a aplicarlos en la resolución de problemas matemáticos que utilicen estas dos operaciones, y ya no tanto solo resolver ejercicios de suma y resta.

⁹ NISHAT, Kurwa. *Giving Brightest Kids The 'Cram School' Experience, online.* <https://www.npr.org/sections/alltechconsidered/2013/07/23/203677692/giving-brightest-kids-the-cram-school-experience-online>. Consulta: 10 de marzo de 2021.

2.3. Benchmarking de la aplicación

Existen diferentes aplicaciones enfocadas en el aprendizaje de las matemáticas con diferentes alcances.

2.3.1. Elevate

Es una aplicación dedicada a mejorar las habilidades en diferentes ciencias, principalmente, para mejorar la velocidad de respuesta y productividad en estas áreas.

Cuenta con más de 35 juegos diseñados para mejorar la habilidad en alguna área de aprendizaje en específico, algunas de ellas son:

- Matemática
- Lectura
- Escritura
- Habla
- Programación

Tabla I. **Cuadro comparativo de *Elevate***

<i>Elevate</i>	Mondainai
Más de 35 juegos para desarrollar habilidades específicas, según el área de aprendizaje.	Desarrolla la habilidad de resolución de problemas, dividiendo el aprendizaje en 5 áreas de conocimiento y 3 niveles de dificultad por área.
Retroalimenta a los usuarios de su progreso en cada área en específico y en general con todas las áreas.	Retroalimenta a los usuarios de su progreso en cada área en específico y, en general, con todas las áreas
Abarca conocimientos generales de cada área.	Abarca los conocimientos de resolución de problemas específicos para la suma y resta.

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. **Matemáticas con Grin 678**

Aplicación que contiene una recopilación de juegos con miles de ejercicios de matemáticas dirigidos a niños de 6 hasta 8 años. Su concepto base es que los niños buceen con la mascota Grin, a través del océano resolviendo ejercicios matemáticos.

Entre los conceptos que abarca esta aplicación se encuentran los siguientes:

- **Números:** trazar los números, identificar números hasta 100, centenas y miles, series numéricas, relación entre números y gráficas, mayor que y menor que.

- Sumar y resta: tabla del 100 con sumas y restas, cálculo mental, operaciones en vertical con y sin llevadas, y problemas.
- Multiplicar y dividir: las tablas de multiplicar, cálculo mental, operaciones en vertical y problemas.
- Geometría: identificar las formas 2D y sus características e identificar las formas 3D más sencillas y sus características.

Tabla II. **Cuadro comparativo de matemáticas con Grin**

Matemáticas con Grin	Mondainai
Navegación por conceptos o por edades.	Navegación por áreas de conocimiento basados en el método de Pólya.
No da retroalimentación del progreso, únicamente reporte de aciertos y errores.	Retroalimenta a los usuarios de su progreso en cada área en específico y en general con todas las áreas.
Abarca el aprendizaje de los conceptos de matemática	Abarca los conocimientos de resolución de problemas específicos para la suma y resta.

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Brilliant

Es una aplicación para aprender a pensar y generar ideas a través de la resolución de problemas. Está enfocado en temas para personas de edades de 10 hasta 110 años.

Abarca desde temas de conocimiento general que toda persona debería tener, hasta conocimientos específicos para científicos, matemáticos, ingenieros o desarrolladores de Software.

Tabla III. **Cuadro comparativo de *Brilliant***

<i>Brilliant</i>	Mondainai
Navegación por temas o enfoques de lo que se desea aprender.	Navegación por áreas de conocimiento basados en el método de Pólya.
Retroalimento a los usuarios con el progreso en cada una de las áreas en general.	Retroalimenta a los usuarios de su progreso en cada área en específico y en general con todas las áreas.
Abarca el aprendizaje de matemáticas, ciencias naturales, física, programación y lógica.	Abarca los conocimientos de resolución de problemas específicos para la suma y resta.

Fuente: elaboración propia.

2.4. Resolución

Al evaluar las aplicaciones que existen en el mercado y las comparaciones anteriores surge la necesidad de esta investigación, desarrollar una aplicación enfocada en el aprendizaje específico de resolución de problemas. Si bien todas abarcan resolución de problemas, el enfoque va en el aprendizaje de las ciencias y no de resolver problemas, es decir, los problemas son el medio por el cual se obtiene conocimiento, sin embargo, no es el objetivo final. *Brilliant* es la más cercana a realizar el objetivo deseado, pero al abarcar un rango de edades tan amplio no se especializa en la población infantil.

2.5. Descripción del problema

Debido a la pandemia y la adaptación a una metodología de aprendizaje remoto, para la cual casi nadie en Guatemala estaba preparado, ocasionó una disminución en el nivel académico de los estudiantes a nivel nacional a mediano y largo plazo.

El nivel académico de la educación pública en Guatemala ya era bajo y los diferentes factores de la educación remota solo lo empeoraron, para las generaciones afectadas.

Elementos como la dificultad para impartir el conocimiento de forma remota por parte de los catedráticos al no estar acostumbrados a este medio o la dificultad para que los estudiantes mantengan la atención a una sesión remota, principalmente en niños; son los que afectarán el nivel educativo a mediano y largo plazo.

En temas complejos es difícil mantener la atención de un niño, como la matemática que ayuda a tener la lógica para resolver cualquier problema de la vida diaria no serán impartidos correctamente, no por irresponsabilidad, sino por el reto que presentan los elementos anteriormente mencionados.

3. DOCUMENTO DE ESPECIFICACIONES, REQUERIMIENTOS Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL *SOFTWARE-DE*RCCAS

3.1. Alcances

Para la primera versión de la aplicación se establecieron los siguientes alcances:

- Aplicación móvil para sistema operativo Android.
- La aplicación enseñará la metodología para la resolución de problemas, aplicada en problemas con operaciones aritméticas de suma y resta.
- Tendrá cinco áreas de conocimiento, la primera para evaluar que el usuario tenga los conocimientos previos de suma y resta requeridos.
- Las cuatro restantes, corresponden a cada una de las fases de la metodología de Pólya para resolución de problemas.
- Se avanzará de nivel por medio de los sistemas de recompensas y puntos.

3.2. Limitantes

Para la primera versión de la aplicación se consideraron las siguientes limitantes:

- La aplicación estará orientada a un público infantil que curse el nivel de cuarto primaria, que sepan leer, tengan los conocimientos de los números naturales y los conceptos de las operaciones aritméticas de suma y resta.

- Se utilizará *Ionic framework*, utilizando *React* como código base y *Capacitor* como herramienta de ejecución para desplegar la solución en Android.

3.3. RQMT-01 inicio de sesión

El primer requerimiento consiste en la pantalla de inicio de sesión de la aplicación, con la cual, los usuarios podrán autenticarse con sus credenciales y tener acceso a la aplicación.

3.3.1. Pantalla o reporte

La pantalla de inicio permite a los usuarios ingresar a la aplicación, solamente pueden para aquellos usuarios registrados previamente.

Si es un nuevo usuario, se tiene la opción para ingresar a la pantalla de registro y, si el usuario olvidó su contraseña, existe la opción de recuperar la contraseña a través de correo electrónico.

Figura 4. **Mockup pantalla de inicio de sesión**



El mockup muestra una interfaz de usuario para el inicio de sesión de la aplicación Mondainai. En la parte superior, se encuentra el logo de Mondainai, que consiste en un icono de un robot azul y el nombre 'Mondainai' en una tipografía sans-serif azul. Debajo del logo, hay dos campos de entrada de texto: 'Correo electrónico' y 'Contraseña', cada uno con una línea horizontal de subrayado. Entre estos campos y el botón de inicio de sesión, hay un botón rectangular azul con el texto 'INICIAR SESIÓN' en blanco. Debajo del botón, hay un enlace que dice '¿OLVIDASTE TU CONTRASEÑA?' en un tamaño de fuente más pequeño. En la parte inferior de la pantalla, hay un enlace que dice 'CREAR CUENTA' en un tamaño de fuente aún más pequeño.

Fuente: elaboración propia, empleado Ionic.

3.3.2. Reglas de funcionalidad

- Para ingresar, se requiere que el usuario introduzca su correo electrónico y una contraseña.
- La contraseña debe tener al menos seis caracteres, que incluyan, por lo menos una letra mayúscula, una letra minúscula y un número.
- La pantalla tiene que mostrar el logo de la aplicación.
- El campo de la contraseña no debe mostrar los caracteres ingresados, tienen que estar ocultos, utilizando un campo específico para contraseñas.

3.4. RQMT-02 registro de usuarios

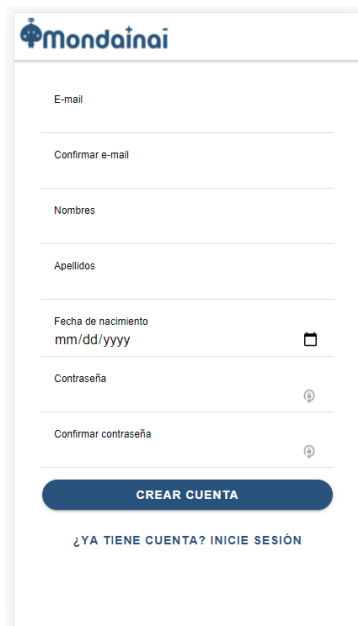
El segundo requerimiento consiste en la pantalla para registro de usuarios, la cual permitirá a nuevos usuarios crear una cuenta en la aplicación para posteriormente autenticarse.

3.4.1. Pantalla o reporte

La pantalla permite al usuario crear una cuenta y registrarse en la aplicación para acceder, debe ingresar los datos solicitados en el formulario, como información mínima para crear la cuenta.

Si el usuario ya tiene una cuenta creada, se tiene la opción de regresar a la pantalla de inicio de sesión.

Figura 5. **Mockup pantalla de registro de usuarios**



La imagen muestra un formulario de registro de usuarios para la aplicación Mondainai. El formulario está contenido en un recuadro con un fondo gris claro. En la parte superior izquierda del recuadro se encuentra el logo de Mondainai, que consiste en un icono de un robot azul y el nombre 'Mondainai' en azul. El formulario tiene los siguientes campos de texto con sus respectivos labels: 'E-mail', 'Confirmar e-mail', 'Nombres', 'Apellidos', 'Fecha de nacimiento' (con el formato 'mm/dd/yyyy' y un icono de calendario), 'Contraseña' (con un icono de ojo para alternar visibilidad) y 'Confirmar contraseña' (con un icono de ojo). Debajo de los campos hay un botón azul con el texto 'CREAR CUENTA' en blanco. En la parte inferior del formulario, hay un enlace azul que dice '¿YA TIENE CUENTA? INICIE SESIÓN'.

Fuente: elaboración propia, empleado Ionic.

3.4.2. Reglas de funcionalidad

- La pantalla debe mostrar el logo de la aplicación.
- Solicitar un correo electrónico, el cual debe ser válido, de acuerdo con el formato de cualquier correo y, también solicitar la confirmación del correo, ingresando el mismo valor en otro campo del formulario.
- Solicitar los datos básicos para identificar al usuario, entre ellos, los nombres, los apellidos y la fecha de nacimiento.
- El campo de fecha debe permitir elegirla con un calendario.
- Solicitar la contraseña y la confirmación de la contraseña en un segundo campo para validar que el usuario la haya ingresado correctamente.
- Los campos de la contraseña no deben mostrar los caracteres ingresados, deben estar ocultos utilizando un campo específico para contraseñas.

3.5. RQMT-03 tablero de actividades

El tercer requerimiento consiste en la pantalla de inicio o tablero de actividades, la cual permitirá a los usuarios ver el estado de sus actividades e insignias que están próximas de obtenerse.

3.5.1. Pantalla o reporte

Es la pantalla principal que se despliega al ingresar a la aplicación, le permite al usuario continuar con las actividades de aprendizaje.

En todo momento muestra cuántas actividades o niveles se han completado y cuántos quedan aún por realizar.

Figura 6. **Mockup pantalla de tablero de actividades**



Fuente: elaboración propia, empleado Ionic.

3.5.2. Reglas de funcionalidad

- En la pantalla se muestran las tres insignias que estén más cercanas a ser obtenidas para motivar al usuario a completar los objetivos.
- En la pantalla aparece el personaje que actualmente está en uso por el usuario.

- La existencia de un menú que permita navegar a las otras pantallas de la aplicación.

3.6. RQMT-04 listado de insignias

El cuarto requerimiento consiste en la pantalla para listar las insignias, la cual permitirá a los usuarios consultar la totalidad de insignias disponibles en la aplicación y su progreso con cada una.

3.6.1. Pantalla o reporte

Esta pantalla muestra el listado de todas las posibles insignias que el usuario puede obtener, cada insignia tiene un nombre, una pequeña descripción de cómo obtenerla, un ícono que la representa y el progreso actual del usuario.

Figura 7. **Mockup pantalla de listado de insignias**



Fuente: elaboración propia, empleado Ionic.

3.6.2. Reglas de funcionalidad

- Las insignias están agrupadas por tipo, que corresponde a la forma de obtenerlas:
 - Constancia
 - Velocidad
 - Exactitud
- Todas las insignias dan puntos al usuario que se canjean en la tienda para adquirir nuevos personajes.
- Un menú que permita navegar a las otras pantallas de la aplicación.

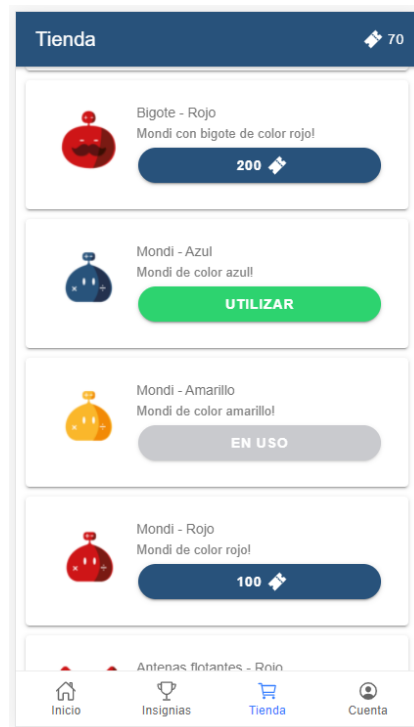
3.7. RQMT-05 compra de personajes

El quinto requerimiento consiste en la pantalla de tienda, este permitirá a los usuarios comprar personajes utilizando los puntos obtenidos al completar actividades.

3.7.1. Pantalla o reporte

La pantalla permite al usuario ver el listado de posibles personajes a comprar para ser utilizados como mascota. Si ya se adquirió un personaje, se da la opción al usuario de utilizar ese personaje.

Figura 8. **Mockup pantalla de listado de personajes**



Fuente: elaboración propia, empleado Ionic.

3.7.2. Reglas de funcionalidad

- En la pantalla, en todo momento debe ser visible la cantidad de puntos disponibles que tiene el usuario para gastar en la tienda.
- Cada personaje que aún no los haya adquirido debe mostrar el precio en el botón para adquirirlo.
- La pantalla diferencia a los personajes ya adquiridos de los que no.
- Si un personaje está en uso, se lo mostrará al usuario en esta pantalla.

- Los personajes están agrupados por diseño, todas las variantes del mismo diseño deben desplegarse juntas.
- Debe existir un menú que permita navegar a las otras pantallas de la aplicación.

3.8. RQMT-06 información de cuenta

El sexto requerimiento consiste en la pantalla de información de cuenta, la cual permitirá a los usuarios modificar sus datos personales y de contacto.

3.8.1. Pantalla o reporte

En esta pantalla se despliegan los datos de la cuenta del usuario, estos son los proporcionados al momento de crear la cuenta. Tiene opciones para actualizar la información de la cuenta y cerrar sesión para salir de la aplicación.

Figura 9. **Mockup pantalla de información de cuenta**



Fuente: elaboración propia, empleado Ionic.

3.8.2. Reglas de funcionalidad

- Para permitir al usuario cambiar de contraseña, este ingresa la actual, la nueva contraseña y la confirmación de su nueva contraseña.
- Debe existir un menú que permita navegar a las otras pantallas de la aplicación.
- Para permitir al usuario cambiar de correo, debe ingresar el nuevo correo y la confirmación del correo.

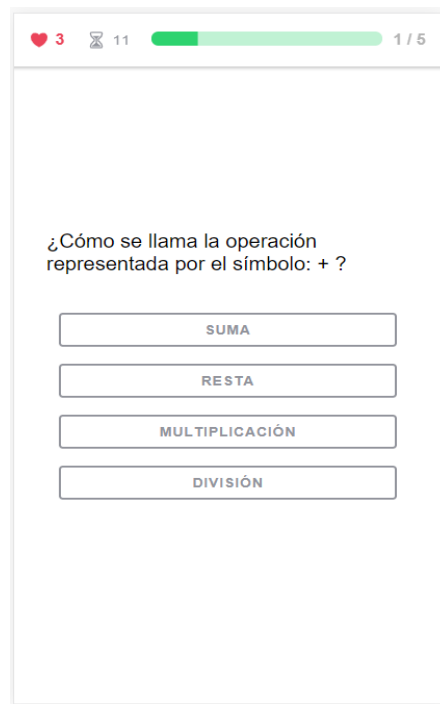
3.9. RQMT-07 desarrollo de actividades

El séptimo requerimiento consiste en la pantalla para desarrollo de actividades, la cual desplegará a los usuarios las preguntas correspondientes de cada nivel.

3.9.1. Pantalla o reporte

La pantalla despliega las preguntas correspondientes a cada actividad y nivel, se muestra la pregunta que el usuario debe resolver con sus respectivas opciones de respuesta.

Figura 10. **Mockup pantalla para desarrollo de actividades**



Fuente: elaboración propia, empleado Ionic.

3.9.2. Reglas de funcionalidad

- El usuario tiene 3 vidas por actividad, cada vez que falla se resta una vida. Para completar la actividad, hay que contestar todas las preguntas sin llegar a 0 vidas.
- En cada pregunta se mide el tiempo que le toma al usuario responderla, para el control de insignias por velocidad.

- Cada vez que el usuario contesta una pregunta, un mensaje emergente en la parte inferior le indica si su respuesta esta correcta o no.
- Cada vez que el usuario contesta correctamente, se le dan puntos para canjear en la tienda.
- Al finalizar la actividad, si el usuario adquirió insignias se muestra el listado de cuales fueron obtenidas.
- Si el usuario termina la actividad pasa a la siguiente, y si es la última actividad del nivel, pasa al siguiente nivel.

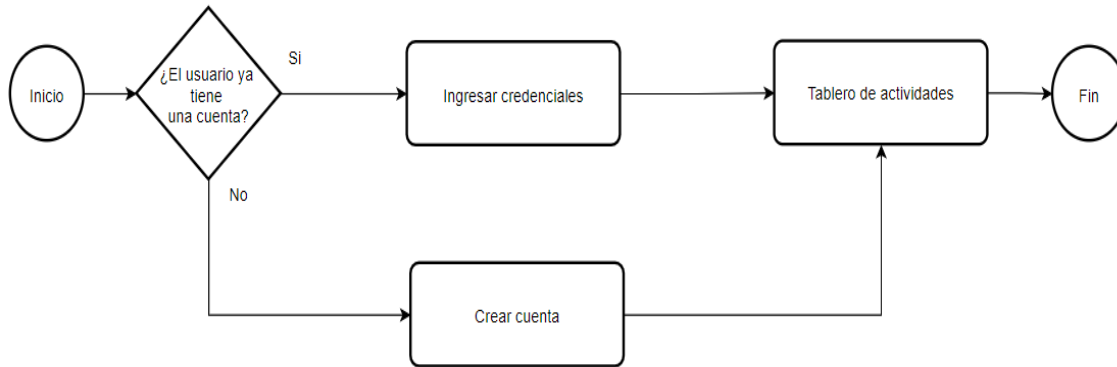
3.10. Diagrama de flujo de la solución

Previo a la codificación de la aplicación, se establecieron los pasos que debe seguir cada proceso de la aplicación utilizando diagramas de flujo.

3.10.1. Inicio de sesión y registro

El proceso que debe seguir el usuario para crear una cuenta en la aplicación y posteriormente autenticarse se describe en la figura 11.

Figura 11. Diagrama de flujo de inicio de sesión

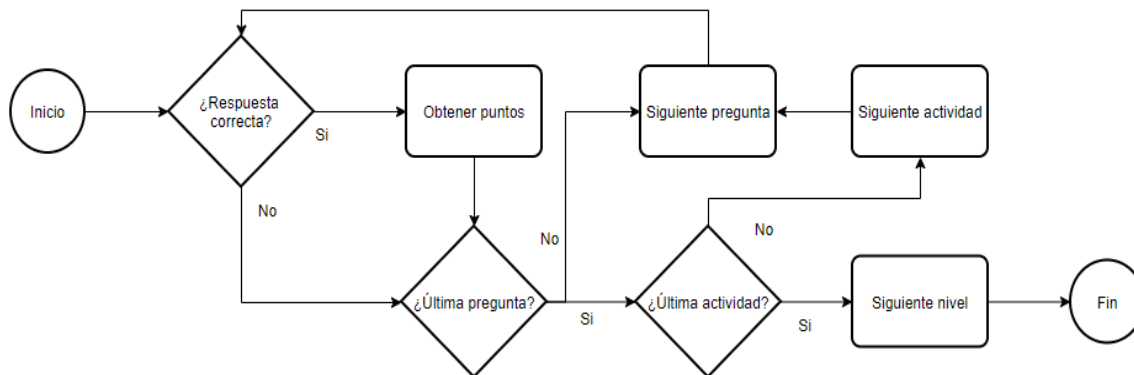


Fuente: elaboración propia, empleando draw.io.

3.10.2. Desarrollo de actividades y progreso de los niveles

El proceso que debe seguir el usuario para completar las actividades y niveles dentro de la aplicación se describe en la figura 12.

Figura 12. Diagrama de flujo de progreso

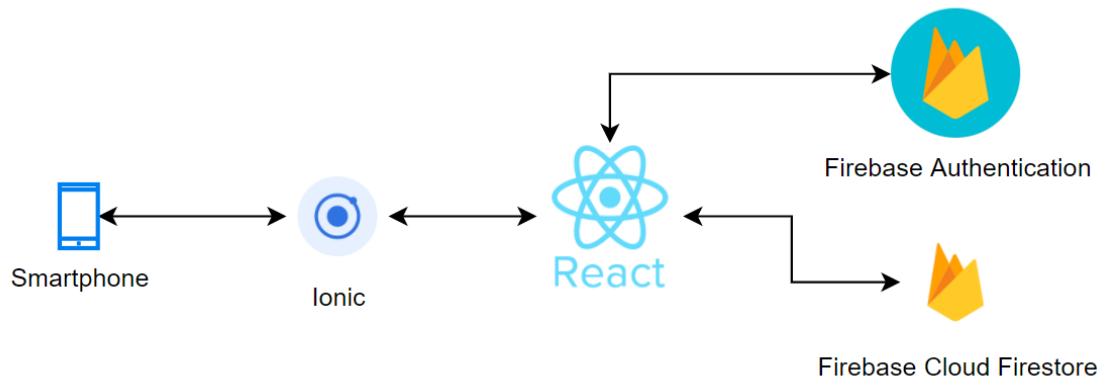


Fuente: elaboración propia, empleando draw.io.

3.11. Diagrama de arquitectura

La aplicación será desarrollada para el sistema operativo Android, utilizando *Ionic Framework* y *React* como base. Para la autenticación y base de datos se utilizarán los servicios de *Firebase*. Estos componentes de la arquitectura interactúan como se describe en la figura 13.

Figura 13. Diagrama de arquitectura de la solución



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io.

3.12. Diseño intuitivo y usabilidad

- Utilizar un código de color que refleje la naturaleza de la acción de cada botón, la aplicación tiene un color asociado al logo, este es el color principal del tema, este se puede utilizar en títulos y botones de navegación.
- Para acciones que hagan modificaciones ligeras a la cuenta, como comprar los personajes, botones para aceptar o continuar, también se utilizará el color del tema.

- Para botones de acciones que se desean resaltar, como continuar las actividades o seleccionar un personaje, se utilizará color verde.
- Para botones sin relevancia, acciones poco utilizadas, se utilizará gris.
- Para errores o mensajes de eliminación, se utilizará rojo.
- La navegación debe ser a través de pestañas, que es el estándar en aplicaciones móviles.

4. DOCUMENTACIÓN Y TUTORIAL DE PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN

4.1. Requisitos

A continuación, se describen los requisitos necesarios para el funcionamiento óptimo de la aplicación, en caso no se cumplan, no se garantiza el funcionamiento correcto de la aplicación.

4.1.1. Requisitos para desarrollo

- *Node JS* versión 15.12.0 o superior
- *Node Package Manager (NPM)* versión 7.6.3 o superior
- *React JS* versión 17.0.1 o superior
- *Ionic SDK* versión 5.5 o superior
- *Capacitor SDK* 2.4.7 o superior
- *Android SDK API* 21 o superior
- *Firebase SDK* 8.4.1 o superior

4.1.2. Requisitos para uso de la aplicación

- Android 8 o superior
- Conexión de datos móviles o wifi habilitada

4.2. Herramientas

A continuación, se describen las herramientas utilizadas para el diseño y desarrollo de la aplicación.

4.2.1. *React*

Es una librería de JavaScript para el desarrollo de interfaces de forma fácil, rápida, poderosa y flexible. El proyecto de *React* fue creado y es mantenido por Facebook, miles de aplicaciones móviles y web se han desarrollado utilizando esta librería.

4.2.2. *Ionic Framework*

Es un kit de herramientas *open source* para el desarrollo de interfaces móviles, para construir aplicaciones de alta calidad que se pueden desplegar en múltiples plataformas nativas o web.

Su principal ventaja es que ofrece crear un solo código base que puede ser ejecutado en cualquier parte con JavaScript y la web.

4.2.3. Capacitor

Es una herramienta de tiempo de ejecución *open source*, que permite el despliegue de aplicaciones web a través de múltiples plataformas nativas, como iOS, Android o aplicaciones web progresivas, utilizando JavaScript, HML y CSS.

4.2.4. Android SDK

Es un kit de desarrollo de *software*, que provee las herramientas necesarias para el desarrollo y despliegue de aplicaciones para el sistema operativo Android.

4.2.5. Visual Studio Code

Es un editor de texto *open source*, diseñado específicamente para escribir código. Es multiplataforma, sencillo, liviano y poderoso para el desarrollo de aplicaciones en cualquier lenguaje, ya que ofrece múltiples extensiones que se adaptan a las necesidades del desarrollador.

4.2.6. Firebase Authentication Service

Es el servicio de autenticación que ofrece la plataforma de desarrollo móvil de Google, permite registrar aplicaciones para que utilicen este servicio como centro de control de cuentas registradas, con opción a integración a servicios de terceros como Office 365, Gmail, entre otros.

4.2.7. *Firestore*

Es el servicio base de datos no relacional que ofrece la plataforma de desarrollo móvil de Google, permite sincronización de datos en tiempo real y un amplio límite de consultas de lectura o escritura gratuitas al día.

4.3. *Hardware*

Para el despliegue de la aplicación en Android, utilizando *Capacitor*, se requiere una instalación de Android SDK a través de Android Studio, estos son los requisitos mínimos de *hardware* necesarios para su instalación:

4.3.1. *Requerimientos de Windows*

- Microsoft Windows 7/8/10 (32-bit o 64 bit).
- 3 GB RAM mínima, 8 GB RAM recomendada (más 1 GB para el emulador de Android).
- 2 GB de espacio en disco disponibles, 4 GB recomendados (500 MB para el IDE más 1,5 GB para el Android SDK y la imagen del emulador del sistema).
- 1 280 x 800 como resolución mínima de la pantalla.

4.3.2. *Requerimientos Mac OS*

- Mac OS X 10,10 (Yosemite) o superior, hasta 10,13 (High Sierra)

- 3 GB RAM mínima, 8 GB RAM recomendada (más 1 GB para el emulador de Android).
- 2 GB de espacio en disco disponibles, 4 GB recomendados (500 MB para el IDE más 1,5 GB para el Android SDK y la imagen del emulador del sistema).
- 1 280 x 800 como resolución mínima de la pantalla.

4.3.3. Requerimientos Linux OS

- Escritorio GNOME o KDE. Probado en Ubuntu 14,04 LTS, Trusty Tahr (Distribución de 64-bit capaz de ejecutar aplicaciones de 32-bit).
- Distribución de 64-bit capaz de ejecutar aplicaciones de 32-bit.
- Librería GNU C (glibc) 2,19 o superior.
- 3 GB RAM mínima, 8 GB RAM recomendada (más 1 GB para el emulador de Android).
- 2 GB de espacio en disco disponibles, 4 GB recomendados (500 MB para el IDE más 1,5 GB para el Android SDK y la imagen del emulador del sistema).
- 1 280 x 800 como resolución mínima de la pantalla.

4.4. Software

- *Node JS*
- *React JS*
- *Ionic SDK*
- *Capacitor SDK*
- *Android SDK*
- *Firebase SDK*
- *Visual Studio Code*
- Windows / Linux

4.5. Consideraciones de la implementación

Se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones para la implementación y desarrollo de la aplicación.

4.5.1. Componentes de *Ionic Framework*

La librería de *Ionic* provee componentes de interfaz para el desarrollo de aplicaciones móviles, pero estas se pueden adaptar a las necesidades de la aplicación, pueden ser modificadas con CSS para cambiar el estilo.

4.5.2. Animación de personajes

La aplicación permite al usuario tener un personaje como mascota, que se muestra en las actividades para llamar la atención de los niños, la animación de este es bastante simple que se puede crear un GIF e importarlo dentro del HTML, pero si se desea optar por una animación más compleja existen librerías para *Node JS* que permiten animar utilizando vectores en formato SVG.

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló una aplicación móvil llamada Mondainai como una herramienta para apoyar a los niños que cursan el nivel de cuarto primaria, a desarrollar la lógica para resolver problemas de suma y resta. Esta lógica puede ser aplicada en problemas matemáticos o en problemas de la vida diaria.
2. Para el diseño de las pantallas de la aplicación Mondainai se aplicaron los siguientes principios de experiencia de usuario: consistencia, accesibilidad y menos, es más. Colocando los botones de forma homogénea en las distintas pantallas y respetando los colores para indicar acciones similares, permitiendo al usuario realizar acciones en no más de dos clics y mostrando solo la información necesaria en cada pantalla.
3. La aplicación Mondainai contiene un listado de insignias y sistema de puntos obtenibles al completar hitos por exactitud, velocidad y constancia dentro de la aplicación, para motivar al usuario a continuar con el uso de la aplicación utilizando los principios de Gamificación.
4. Se crearon cuatro áreas de conocimiento para los niveles de la aplicación, cada una correspondiente a las fases de resolución de problemas planteadas en la metodología de Pólya.

RECOMENDACIONES

1. Divulgar a la comunidad académica de los usuarios con el nivel académico objetivo, padres de familia y maestros de educación primaria, la existencia de la aplicación Mondainaiy así promover su uso como herramienta de apoyo en el aprendizaje de la lógica de resolución de problemas matemáticos de suma y resta.
2. Crear un módulo separado para alimentar las preguntas de la aplicación, para añadir niveles o áreas de conocimiento adicionales, en la siguiente versión de Mondainai.
3. Crear reportes y estadísticas a las que accedan los padres de familia o maestros para evaluar el aprendizaje del estudiante, en la siguiente versión de Mondainai.
4. Aplicar el principio de confirmación de experiencia de usuario en el diseño de las pantallas, para permitir que el usuario confirme si desea realizar alguna acción y reducir la cantidad de errores humanos, en la siguiente versión de Mondainai.
5. Agregar retos, según la teoría de Gamificación, para incrementar el interés de los usuarios a seguir utilizando la aplicación, en la siguiente versión de Mondainai.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa. *Resultados generales de la evaluación educativa*. [en línea]. <https://www.mineduc.gob.gt/digeduca/documents/resultados/Resultados_generales.pdf>. [Consulta: 9 de marzo de 2021].
2. DUHIGG, Charles. *The power of habit: Why we do what we do in life and business*. Random House: 2012. 156 p.
3. KIM, Sangkyun, et al. *What is gamification in learning and education?*. Springer, Cham, 2018. 164 p.
4. LI, Cathy; LALANI, Farah. *World Economic Forum. The COVID-19 pandemic has changed education forever: This is how*. [en línea]. <<https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/>>. [Consulta: 9 de marzo de 2021].
5. MARSH, Joel. *UX for beginners: A crash course in 100 short lessons*. O'Reilly Media, Inc., 2015. 257 p.
6. MONTIEL, Iván, et al. *New ways of teaching: using technology and mobile apps to educate on societal grand challenges*. *Journal of business ethics*, 2020, vol. 161, núm 2. 282 p.

7. NISHAT, Kurwa. *Giving Brightest Kids The 'Cram School' Experience, Online.* [en línea]. <<https://www.npr.org/sections/alltechconsidered/2013/07/23/203677692/giving-brightest-kids-the-cram-school-experience-online>>. [Consulta: 10 de marzo de 2021].
8. POLYA, George. *How to solve it; a new aspect of mathematical method.* Princeton University Press. 1945. 48 p.
9. TAN, Consilz. *The impact of COVID-19 on student motivation, community of inquiry and learning performance.* [en línea]. <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/AEDS-05-2020-0084/full/html>>. [Consulta: 9 de marzo de 2021].
10. ZICHERMANN, Gabe; CUNNINGHAM, Christopher. *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps.* O'Reilly Media, Inc., 2011. 210 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. **Dónde descargar la aplicación**

<https://play.google.com/store/apps/details?id=io.mondainai.mondainai>

Fuente: elaboración propia, empleando Ionic.

