

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN EDUCATIVA GAMIFICADA  
PARA REFORZAR APTITUDES ACADÉMICAS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN**

**PAOLA STEPHANYE GUAMANÍ CAMPOS**

**paola.guamani@epn.edu.ec**

**CARLOS ANDRES GUTIÉRREZ PEREZ**

**carlos.gutierrez@epn.edu.ec**

**DIRECTORA: MSc. MAYRA DEL CISNE CARRIÓN TORO**

**mayra.carrion@epn.edu.ec**

**CODIRECTOR: PhD. MARCO OSWALDO SANTÓRUM GAIBOR**

**marco.santorum@epn.edu.ec**

**Quito, agosto de 2020**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Paola Stephanye Guamaní Campos y Carlos Andrés Gutiérrez Pérez bajo nuestra supervisión.

---

**MSc. Mayra Carrión**

**DIRECTORA DE PROYECTO**

---

**PhD. Marco Santórum**

**CODIRECTOR DE PROYECTO**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Paola Stephanye Guamaní Campos y Carlos Andrés Gutiérrez Pérez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



---

**Paola Stephanye Guamaní Campos**



---

**Carlos Andrés Gutiérrez Pérez**

## DEDICATORIA

Siempre y en primer lugar le dedico a Dios mis logros, a mis padres por continuar creyendo en mí y apoyándome, a pesar de que ha sido un camino largo, a mi hermano Sebastián para que se convenza que el esfuerzo constante le conducirá a sus éxitos, a mi hermano Omar que está lejos en este momento pero sé que está orgulloso de mí y es quien siempre me apoyo y motivó con su ejemplo de esfuerzo, sacrificio y dedicación, a pesar de las dificultades de la vida, y muy especialmente le dedico a mi madre hermosa a modo de una muestra del fruto de sus sacrificios, alegría y amor para con sus hijos.

Pao.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que, gracias a su constante esfuerzo, motivación, apoyo incondicional y consejo he podido seguir adelante y estudiar una carrera tan bonita.

Carlos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a cada una de esas personas que alguna vez nos dieron sus palabras de aliento para seguir adelante en la carrera y en la vida.

Agradecemos a todos quienes forman la EPN y a todos los profesores que pusieron su mejor esfuerzo para que llegemos a ser buenos profesionales.

Agradecemos a nuestros padres por su amor y apoyo incondicional que nos ha permitido realizar este trabajo.

Carlos y Pao.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	I
DECLARACIÓN.....	II
DEDICATORIA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problemática.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Propuesta y alcance.....	2
1.4. Marco teórico.....	3
1.4.1. Aptitudes de los estudiantes.....	3
1.4.2. Tecnología y educación.....	3
1.4.3. Software educativo y gamificación.....	4
1.4.4. Aplicación educativa gamificada (AEG).....	5
1.5. Resumen del capítulo.....	5
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA Y DESARROLLO.....	6
2.1. Metodologías.....	6
2.1.1. iPlus.....	8
2.1.1.1 Fases de iPlus.....	9
2.1.2. Scrum.....	13
2.1.2.1 Elementos de Scrum.....	13

2.1.3.	Integración de Scrum e iPlus .....	16
2.2.	Arquitectura .....	17
2.2.1.	Modelo de arquitectura MVC .....	17
2.3.	Herramientas y recursos usados .....	18
2.4.	Construcción de la aplicación gamificada .....	20
2.4.1.	Caracterización del problema y solución – Caso de estudio .....	20
2.4.2.	Metodología iPlus .....	20
2.4.2.1	Fase de Identificación.....	20
2.4.2.2	Fase de Definición de Objetivos Pedagógicos.....	21
2.4.2.3	Fase de Historias Lúdicas .....	25
2.4.2.4	Fase de Ideas Funcionales.....	26
2.4.2.5	Fase de Refinamiento.....	28
2.4.3.	Consideraciones iniciales y construcción de artefactos de Scrum .....	32
2.4.4.	Ejecución de Sprints en Scrum.....	35
2.4.4.1	Sprint 1 .....	35
2.4.5.	Entrega del producto al cliente .....	49
2.5.	Resumen del capítulo .....	50
CAPÍTULO 3: EVALUACIONES, PRUEBAS Y RESULTADOS.....		51
3.1.	Evaluación heurística.....	51
3.2.	Pruebas de funcionalidad .....	57
3.3.	Evaluación de usabilidad con el usuario final.....	59
3.3.1.	Identificación de los participantes .....	60
3.3.2.	Planificación .....	60
3.3.2.1	Inducción a la aplicación.....	61
3.3.2.2	Ejecución de tareas .....	61
3.3.2.3	Cuestionarios .....	62
3.3.3.	Evaluación de usabilidad .....	64
3.3.4.	Resultados .....	65
3.3.4.1	Encuesta de CSUQ .....	65



3.3.4.2	Encuesta de PU.....	70
3.3.4.3	Comentarios y Sugerencias de los participantes .....	72
3.3.5.	Análisis de resultados.....	73
3.4.	Resumen del capítulo .....	76
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		80
ANEXOS.....		85

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Resumen de iPlus.....	9
<b>Figura 2.</b> Interacción de los eventos y artefactos de Scrum [36]. .....	13
<b>Figura 3.</b> Integración de iPlus con Scrum.....	16
<b>Figura 4.</b> Modelo vista controlador .....	17
<b>Figura 5.</b> Diagrama de afinidad resultante.....	21
<b>Figura 6.</b> Objetivo Pedagógico Específico N° 1 Completado .....	22
<b>Figura 7.</b> Objetivo Pedagógico Específico N° 2 Completado .....	23
<b>Figura 8.</b> Objetivo Pedagógico Específico N° 3 Completado .....	23
<b>Figura 9.</b> Objetivo Pedagógico Específico N°4 Completado .....	24
<b>Figura 10.</b> Objetivo Pedagógico Específico N°5 Completado .....	24
<b>Figura 11.</b> Buenas ideas seleccionadas para la historia consensuada.....	25
<b>Figura 12.</b> Historia consensuada generada.....	26
<b>Figura 13.</b> Tarjeta Relato Gameplay N° 2.....	27
<b>Figura 14.</b> Tarjeta Relato Gameplay N° 26.....	27
<b>Figura 15.</b> Palabras clave .....	27
<b>Figura 16.</b> Burndown chart del Sprint 1 .....	38
<b>Figura 17.</b> Juegos funcionales del Sprint 1.....	39
<b>Figura 18.</b> Juego Agilidad Numérica del campo de Matemáticas .....	40
<b>Figura 19.</b> Juego Regla de Tres del campo de Matemáticas.....	41
<b>Figura 20.</b> Juego Trivia Millonaria del campo de Matemáticas .....	41
<b>Figura 21.</b> Juego Analogías Musicales del campo de Lenguaje .....	42
<b>Figura 22.</b> Juego Autopista Semántica del campo de Lenguaje .....	42
<b>Figura 23.</b> Juego Trivia en Feria del campo de Lenguaje .....	43
<b>Figura 24.</b> Juego Clasificador del campo de Ciencias Naturales.....	43
<b>Figura 25.</b> Juego Saltando en Ciencias del campo de Ciencias Naturales .....	44
<b>Figura 26.</b> Juego Trivia de la Isla del campo de Ciencias Naturales.....	44
<b>Figura 27.</b> Juego Ahogado en Lava del campo de Ciencias Sociales .....	45
<b>Figura 28.</b> Juego Verdad o Falsedad del campo de Ciencias Sociales .....	45
<b>Figura 29.</b> Juego Verdad o Falsedad del campo de Ciencias Sociales .....	46
<b>Figura 30.</b> Juego Matriz Giratoria del campo abstracto .....	46
<b>Figura 31.</b> Juego Circuito Eléctrico del campo abstracto.....	47
<b>Figura 32.</b> Juego Engranajes del campo abstracto .....	47
<b>Figura 33.</b> Sección del progreso del estudiante.....	48
<b>Figura 34.</b> Resumen de un intento de un juego.....	48
<b>Figura 35.</b> Sección administración de usuarios .....	49

<b>Figura 36.</b> Sección parametrización de preguntas .....	49
<b>Figura 37.</b> Ejemplo del Diseño preliminar de la interfaz de Bienvenida .....	53
<b>Figura 38.</b> Ejemplo del diseño preliminar del Perfil.....	54
<b>Figura 39.</b> Ejemplo del diseño preliminar de un juego .....	54
<b>Figura 40.</b> Evaluación heurística del experto.....	55
<b>Figura 41.</b> Escala de evaluación de heurísticas .....	56
<b>Figura 42.</b> Captura de los participantes durante la evaluación .....	64
<b>Figura 43.</b> Promedios por pregunta de CSUQ – Jugador .....	65
<b>Figura 44.</b> Aceptación de las preguntas 1 - 10 de CSUQ – Jugador .....	66
<b>Figura 45.</b> Aceptación de las preguntas 11 – 19 de CSUQ – Jugador.....	67
<b>Figura 46.</b> Promedios por pregunta de CSUQ – Administrador .....	68
<b>Figura 47.</b> Aceptación de las preguntas 1 - 10 de CSUQ – Administrador .....	69
<b>Figura 48.</b> Aceptación de las preguntas 11 – 19 de CSUQ – Administrador.....	69
<b>Figura 49.</b> Resultados de la encuesta PU .....	70
<b>Figura 50.</b> Respuestas por pregunta cuestionario PU .....	71
<b>Figura 51.</b> Gráfico circular de respuestas de la pregunta 7 .....	71
<b>Figura 52.</b> Gráfico circular de respuestas de la pregunta 2 .....	72
<b>Figura 53.</b> Gráfico circular de respuestas de la pregunta 6 .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Comparativas de metodologías para juegos serios [25].....	6
<b>Tabla 2.</b> Comparativas de marcos ágiles [26], [27].....	7
<b>Tabla 3.</b> Identificación de participantes y sus roles.....	21
<b>Tabla 4.</b> Objetivo Pedagógico General.....	21
<b>Tabla 5.</b> Objetivos Pedagógicos Específicos.....	22
<b>Tabla 6.</b> Votación Géneros Videojuegos.....	27
<b>Tabla 7.</b> Ideas filtradas.....	28
<b>Tabla 8.</b> Ideas gameplays filtradas.....	29
<b>Tabla 9.</b> Historia de Usuario Épica N° 1.....	29
<b>Tabla 10.</b> Historia de Usuario Épica N° 2.....	30
<b>Tabla 11.</b> Historia de Usuario Épica N° 3.....	30
<b>Tabla 12.</b> Historia de Usuario Épica N° 4.....	30
<b>Tabla 13.</b> Historia de Usuario Épica N° 5.....	31
<b>Tabla 14.</b> Roles Scrum definidos.....	32
<b>Tabla 15.</b> Historia de usuario HU01-01.....	32
<b>Tabla 16.</b> Historia de usuario HU01-06.....	33
<b>Tabla 17.</b> Historia de usuario HU04-13.....	33
<b>Tabla 18.</b> Historia de usuario HU05-23.....	33
<b>Tabla 19.</b> Historia de usuario HU05-24.....	33
<b>Tabla 20.</b> Product backlog.....	34
<b>Tabla 21.</b> Release planning.....	35
<b>Tabla 22.</b> Sprint Plannig del Sprint 1.....	36
<b>Tabla 23.</b> Revisión de criterios de aceptación del Sprint 1.....	38
<b>Tabla 24.</b> Release planning actualizado en el Sprint 1.....	39
<b>Tabla 25.</b> Heurísticas de Nielsen [56].....	52
<b>Tabla 26.</b> Heurísticas de Pinelle [57].....	52
<b>Tabla 27.</b> Observaciones de la penúltima evaluación heurística.....	56
<b>Tabla 28.</b> Ejemplo de las pruebas de funcionalidad.....	59
<b>Tabla 29.</b> Tareas definidas para el jugador.....	61
<b>Tabla 30.</b> Tareas definidas para el administrador.....	62
<b>Tabla 31.</b> Preguntas del cuestionario CSUQ.....	63
<b>Tabla 32.</b> Preguntas adaptadas de la adaptación del PU [62].....	64
<b>Tabla 33.</b> Ponderación de las encuestas de satisfacción en usabilidad.....	70
<b>Tabla 34.</b> Principales comentarios y sugerencias de participantes de rol “jugador”.....	73
<b>Tabla 35.</b> Principales comentarios y sugerencias de participantes de rol “administrador”.....	73

## RESUMEN

El presente proyecto propone una solución para la problemática dada por los resultados insuficientes, obtenidos por los bachilleres, en las pruebas de ingreso a la universidad, de forma que se desarrolla una aplicación educativa gamificada que permita reforzar las aptitudes académicas de los bachilleres, de forma divertida y motivante, mediante la práctica constante.

Se comenzó por la utilización de la metodología iPlus para obtener un conjunto de requerimientos y elementos de diseño del aplicativo que ayudarían a dar la solución al problema identificado, para posteriormente realizar el primer diseño de mockups de la aplicación. Los mockups fueron refinados mediante un proceso iterativo y luego fueron evaluados a través de varias heurísticas para garantizar una buena usabilidad.

Después, durante el desarrollo de la aplicación se utilizó el marco de trabajo ágil Scrum y con el cual se ejecutó la planificación, ejecución, revisión, y retroalimentación del desarrollo mediante un proceso iterativo de entrega incrementos que permitieron la construcción completa de la aplicación.

Finalmente, se realizaron pruebas de funcionalidad mediante casos de prueba para validar los requerimientos funcionales de la aplicación y evaluaciones de usabilidad con los usuarios finales mediante cuestionarios para conocer la satisfacción en usabilidad y la utilidad percibida de la aplicación.

**PALABRAS CLAVE:** aplicación educativa gamificada; gamificación; bachillerato; iPlus; Scrum; usabilidad.

## ABSTRACT

This project proposes a solution to the problem given by the insufficient results obtained by the high school graduates in the university entrance exams, thus a gamified educational application is developed to improve the academic aptitudes of the high school graduates, in a fun and motivating way, through constantly practice.

It started with the use of the iPlus methodology to obtain a set of requirements and game mechanics that allowed knowing the context that aims to solve the problem and then accomplish the first mockup design of the application. Mockups were refined through an iterative process and then evaluated through various heuristics to ensure good usability.

Later, during the development of the application, the Scrum agile framework was used and with which the planning, execution, review, and feedback of the development was carried out through an iterative process of delivering increments that allowed the complete construction of the application.

Finally, functionality tests were carried out using test cases to validate the functional requirements of the application and usability evaluations with final users through questionnaires to determine satisfaction in usability and the perceived utility of the application.

**KEYWORDS:** Gamified educational application; gamification; high school; iPlus; Scrum; usability.

# **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

La educación produce bienestar al individuo y a la sociedad. Al individuo le permite desarrollar su personalidad, sus capacidades, y comprender mejor la realidad que lo rodea, mientras que a la sociedad le permite transmitir su cultura, sus conocimientos y sus valores e inculcar el respeto por las diferencias de los individuos [1]. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) pueden ser un gran aliado de la educación puesto que ponen a disposición de forma rápida una gran cantidad de información actual para ayudar a los maestros y estudiantes en los procesos de enseñanza-aprendizaje [2]. Además, las TIC promueven un ambiente interactivo donde la experiencia de aprendizaje se torna más dinámica y atractiva en los estudiantes [3]. Entre el 2017 al 2019, las evaluaciones del Ser Bachiller a los estudiantes de bachillerato han evidenciado un desempeño regular o bajo, lo que se puede considerar como un grave problema dentro de la comunidad y que podría ser resuelto o atenuado haciendo uso de la ayuda que nos ofrecen las TIC.

## **1.1. Problemática**

La evaluación de la calidad de la educación tiene niveles de logro desde excelente a insuficiente, en donde insuficiente indica que los conocimientos de los estudiantes están ausentes y necesitan ser reforzados en el proceso de aprendizaje [4].

El examen nacional Ser Bachiller (SBAC) evalúa las aptitudes y destrezas que posee un estudiante que finaliza el tercer año del Bachillerato General Unificado (BGU) [5]. En el examen del período 2017-2018, 27.5% de los estudiantes obtuvieron una nota de insuficiente en el Dominio Matemático, 20.8% de los estudiantes obtuvieron una nota de insuficiente en el Dominio Científico, 18.4% de los estudiantes obtuvieron una nota de insuficiente en el Dominio Social y 16.9% de los estudiantes obtuvieron una nota de insuficiente en el Dominio Lingüístico [6]. Además, se obtuvo 688/1000 puntos como nota promedio en el examen del primer semestre del 2019 [4].

Para que un estudiante pueda acceder a alguna de las carreras más demandadas se le exige un puntaje alto o muy alto en la evaluación del Ser Bachiller, como por ejemplo, en el primer semestre del 2019, la carrera de Medicina exigió un puntaje mínimo de 988, así mismo, el puntaje promedio de ingreso a la Escuela Politécnica Nacional y a la Universidad Central fue de 859 y 869, respectivamente; lo cual ha resultado en un aumento de bachilleres que no pueden continuar sus estudios universitarios y que se encuentran

estudiando una carrera diferente a la deseada, debido a que no puede alcanzar el puntaje mínimo necesario [7].

De acuerdo con los antecedentes mencionados, se propone la elaboración de una aplicación educativa gamificada con diversas actividades lúdicas, las cuales a través de un entrenamiento repetitivo buscan desarrollar en los estudiantes sus capacidades cognoscitivas, habilidades innatas y adquiridas, para fortalecer las aptitudes necesarias en los estudiantes de BGU en los campos de matemáticas, lingüística, ciencias naturales, ciencias sociales y aptitud abstracta [4].

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Desarrollar una aplicación educativa gamificada con varias actividades para el fortalecimiento de las aptitudes en los campos de matemáticas, lingüística, ciencias naturales, ciencias sociales y aptitud abstracta mediante un enfoque de desarrollo ágil.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Diseñar una aplicación educativa gamificada con un conjunto de actividades que permitan el entrenamiento y desarrollo de aptitudes en los campos matemático, lingüístico, ciencias naturales, ciencias sociales y aptitud abstracta apoyados en la metodología iPlus.
- Implementar la aplicación educativa gamificada mediante un enfoque de desarrollo ágil SCRUM.
- Realizar pruebas de funcionalidad y evaluación de usabilidad

## **1.3. Propuesta y alcance**

Se propone el desarrollo de una aplicación educativa gamificada que busca reforzar las aptitudes académicas de los estudiantes de bachillerato a través de un aprendizaje complementario, atractivo y divertido para el estudiante.

La aplicación propuesta estará disponible en un servidor en línea de manera que esté disponible para los estudiantes que requieran. Esta abarcará varias actividades a partir de los campos de matemáticas, lingüística, ciencias naturales, ciencias sociales y aptitud abstracta.

Para mayor comprensión por parte de los usuarios a partir de ahora se referirá al campo lingüístico como lenguaje.



## **1.4. Marco teórico**

### **1.4.1. Aptitudes de los estudiantes**

El presente proyecto se enmarca en el desarrollo de sistemas de información aplicados a la enseñanza, más concretamente al dominio de juegos y de software educativo enfocados a reforzar aptitudes en los estudiantes.

La RAE define a la aptitud como la “capacidad para operar competentemente en una determinada actividad” [8]. Esta capacidad está vinculada con la inteligencia de cada individuo y el desarrollo de capacidades cognitivas, habilidades innatas y adquiridas luego de varios procesos de aprendizajes [9].

### **1.4.2. Tecnología y educación**

El uso de las TIC ha aumentado con los años, según el INEC [10], entre 2012 al 2018 la cantidad de personas a nivel nacional que usan una computadora subió de un 38.1% hasta 50,1 % de la población y la cantidad de personas que usa internet se incrementó de 35.1% hasta 55.9%; y con respecto a la población joven se evidencia que el porcentaje de las personas entre 16 y 24 años que usan el computador alcanzó un 75.7% y las personas entre 5 y 15 años alcanzó un 62.2% en este periodo de tiempo.

Los estudiantes actuales se encuentran rodeados por nuevas tecnologías, las cuales deberían tener un impacto positivo sobre la educación [11]. Las nuevas tecnologías no solo se remiten a automatizar, facilitar o acelerar procesos de aprendizaje, sino que también agregan nuevos enfoques de aprendizaje que se deben a los distintos contextos por los cuales se produce la formación del estudiante, estos contextos van de lo formal, como clases e-learning, a lo informal, como tutorías, y de lo intencional, como lectura, a lo inesperado, como exploración de juegos [12].

Las TIC generan impactos positivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en los profesores impulsan la innovación en la enseñanza, promueven y mejoran la calidad del proceso de formación, facilitan el seguimiento de tareas enviadas al estudiante y refuerzan la participación del profesor como facilitador y del estudiante como protagonista en el proceso de formación y; en las actividades del aula las TIC facilitan el acceso a la información, se integran muy bien con otros recursos educativos, promueven un mejor clima en el aula, permiten la personalización de los procesos de evaluación haciéndolos más enriquecedores para los involucrados e impulsan la autogestión del aprendizaje en el estudiante y su participación en el aula [13].

Además, las TIC han aumentado el uso de entornos virtuales en la formación de los estudiantes dejando atrás el antiguo ambiente de pizarra y marcador, y se ha pasado a

usar más el computador, no solo para la clase de informática, sino a usarlo más activamente en casi todas las asignaturas de primaria y secundaria [13].

### **1.4.3. Software educativo y gamificación**

Un software educativo se considera a un programa o aplicación computarizada que tiene como fin apoyar o facilitar al proceso de enseñanza-aprendizaje [14].

El software educativo presenta varios beneficios: pone a disposición recursos multimedia que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, permite una constante interacción de los estudiantes, permite mostrar el software como una herramienta educativa atractiva y motivadora a los estudiantes más jóvenes [15], y mejora la capacidad de razonar rápidamente ante una situación o un problema presentando a través de una interfaz [16].

La gamificación se define como la aplicación de técnicas y elementos de juego en un contexto que no es de juego [17]. Los elementos de gamificación son puntos, insignias, tablas de clasificación, retos, niveles, entre otros.

Los beneficios que brinda la gamificación son la motivación a sus usuarios para alcanzar metas mediante un sistema de premios y recompensas, la creación de un ambiente lúdico y divertido, el compromiso del estudiante con el aprendizaje y las mejoras en el proceso de aprendizaje [18]. En consecuencia, la gamificación consigue que tareas o ejercicios que en un principio no despertaban interés en los estudiantes, o podían ser aburridas para ellos, ahora adquieran un mayor dinamismo, atracción y diversión para quien fuera a realizarlas.

Cuando las técnicas y elementos de gamificación son aplicadas en el campo de la enseñanza-aprendizaje se le denomina gamificación educativa [19] cuyo objetivo es que los estudiantes se diviertan aprendiendo y eso les motive a interesarse más en una asignatura en particular que ha sido gamificada.

Existen ejemplos de gamificación aplicados en la educación, un ejemplo en la educación primaria es el estudio de [20], en el cual se presenta el uso de una aplicación educativa para niños de primaria, ésta aplicación utilizó elementos de gamificación como personajes e islas de archipiélago para las preguntas de distintos contenidos y mediante la resolución semanal durante un tiempo se evidenció que la aplicación ayudó a mejorar las capacidades lógico-matemáticas y el nivel de concentración de los estudiantes participantes. Un ejemplo en la educación media es el juego diseñado en [21] para reforzar conocimientos mediante una trivia virtual gamificada en la asignatura de Economía para estudiantes de segundo de bachillerato, quienes luego de usar el juego lo calificaron como divertido y eficaz en cuanto a reforzar los conocimientos de la asignatura. Y un ejemplo en la educación superior es el estudio de [22] con la aplicación de gamificación en una asignatura de masterado en

educación especial, en este estudio se utilizaron elementos de gamificación basados en la cultura oriental como personajes mitológicos orientales, terminología japonesa, escritura kanji y representaciones de la naturaleza para transmitir a los estudiantes dicha cultura y filosofía, por lo cual ésta aplicación ayudó a los estudiantes a mejorar su percepción de la realidad y toma de decisiones para ser más conscientes de las limitaciones y amplias posibilidades que disponen para mejorar procesos en la educación especial como profesionales.

#### **1.4.4. Aplicación educativa gamificada (AEG)**

Al incluir técnicas de gamificación en un software educativo se produce una aplicación educativa gamificada (AEG) la cual busca reforzar los procesos de enseñanza-aprendizaje combinando con las ventajas de la gamificación [18].

Las plataformas virtuales Kahoot, Quizizz, son ejemplos de aplicaciones educativas gamificadas a manera de cuestionarios online que utilizan elementos de gamificación como tablas de puntuación y tiempos de respuesta para evaluar los conocimientos de los estudiantes en las aulas, y a la vez ofrecen la ventaja de una retroalimentación inmediata luego de responder cada pregunta, estas plataformas fomentan la participación activa de los estudiantes y los motivan a estudiar y mejorar sus conocimientos [23], [24].

### **1.5. Resumen del capítulo**

En el primer capítulo se presenta la introducción, problemática a resolver, objetivo general y objetivos específicos a llevar a cabo junto con la propuesta, alcance y estudio de los diferentes conceptos relacionados al contexto de trabajo presentados en el marco teórico.

## CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA Y DESARROLLO

### 2.1. Metodologías

En esta sección se describen las metodologías a ser usadas para la obtención de requerimientos y el desarrollo de la aplicación.

Aquí es importante mencionar que para el diseño de este aplicativo se necesita previamente conocer ciertos elementos, entre los cuales están aspectos pedagógicos y lúdicos necesarios para un correcto diseño de la aplicación que cumpla con las expectativas del usuario. Por esta razón, es necesario utilizar una metodología específica que ayude a conocer dichos aspectos o elementos de diseño para la AEG.

Para conocer sobre las metodologías que se relacionan con el diseño de juegos serios, se realiza una comparativa de las metodologías, como se aprecia en la tabla 1.

<b>Autor</b>	<b>Nombre metodología</b>	<b>Compatible con enfoque de desarrollo</b>	<b>Participativo</b>	<b>Participación de expertos</b>	<b>Orientado hacia</b>
Carrión	iPlus	Ágil	Sí	Sí	Educación
Nadolski	N/A	Tradicional	No	No	Colegio
Padilla	N/A	Tradicional	No	No	Universidad
Lopez-Martinez	N/A	Tradicional	No	No	Escuela
Marfisi-Schottman	N/A	Tradicional	No	No	Colegio
Prieto	N/A	Tradicional	No	No	Educación basada en aventura
Cano	MECONESIS	Tradicional	No	No	Niños con discapacidad auditiva

**Tabla 1.** Comparativas de metodologías para juegos serios [25].

Como se puede apreciar en la tabla 1, iPlus es la única metodología que es compatible con un posterior desarrollo ágil, además posee un enfoque centrado en el usuario y cuenta con la participación de un grupo de expertos que garantizan un correcto diseño del aplicativo. Es por las ventajas anteriormente señaladas que se decidió usar iPlus como metodología para obtener las necesidades del cliente y los elementos de diseño que podrían incluirse en el aplicativo.

Para seguir los principios de la metodología ágil es necesario antes seleccionar un marco de trabajo que permita seguir los principios del manifiesto ágil [26], ante lo cual se realizó una tabla comparativa de los marcos ágiles más usados según [27] que se observa en la tabla 2.

<b>Marco</b> <b>Criterio</b>	<b>Scrum</b>	<b>XP</b>	<b>Kanban</b>
Pilar	Reuniones constantes y autoorganización [28].	Simplicidad y satisfacción del cliente [29].	Buen manejo del flujo de trabajo mediante el tablero Kanban [30].
Ciclos de trabajo	Iterativo, incremental, por sprints [28], [31].	Iterativo, incremental, por ciclos [31].	Generalmente flujo continuo [30], [32].
Autoorganización	Si [28].	No [33].	Si [32].
Explica cómo obtener los requerimientos	No, no tiene una forma específica para obtener requerimientos [28], [33].	Si, pero obtiene requerimientos sencillos que deben ser ampliados a lo largo del proyecto [29].	No se especifica.
Priorización de los requerimientos	Si, está dado por el Product Backlog [28].	Si, dada por el cliente [29].	Las tarjetas del tablero poseen prioridad [32] aunque es opcional [30].
Enfoque	Centrado en la organización y asignación de tareas para completar satisfactoriamente el sprint [33].	Centrado en el código, debido a que en cada ciclo se enfoca en refactorizar el código y ejecutarle pruebas [33].	Centrado visualizar el trabajo, limitar el trabajo en progreso, maximizar la eficiencia del flujo de trabajo [30].
Roles	Stakeholder, Product Owner, Scrum master, Development team [28].	Programador, encargado de pruebas (tester), encargado de seguimiento (tracker), entrenador (coach), gestor (Big boss) [29].	No se definen roles, existe una responsabilidad colectiva [30].
Grado de participación del cliente	Moderado, al inicio del proyecto y en la entrega de un incremento dependiendo del Product Owner convocarlo [28].	Muy alto, se comunica continuamente con el equipo de desarrollo. El cliente define y prioriza constantemente las tareas [26], [29], [33].	No se especifica.
Aceptación de cambios en cualquier momento	No, solo al final de cada Sprint [28], [30].	Si, en cualquier momento de la iteración [26].	En cualquier momento [30], [32].

**Tabla 2.** Comparativas de marcos ágiles [26], [27].

Luego de realizar una comparativa entre los marcos ágiles Scrum, XP y Kanban como se observa en la tabla 2, se decidió usar Scrum como metodología ágil en el desarrollo de este proyecto.

Este marco de trabajo puede ser integrado fácilmente con la metodología iPlus, ya que Scrum debe partir de una lista de requerimientos predefinidos, como los que se obtiene de usar iPlus, de XP que usa requerimientos muy sencillos los cuales a medida avanza que el proyecto se va refinando [29] y tampoco son específicos para juegos serios. Además, Scrum al permitir un trabajo autoorganizado da libertad a los desarrolladores para adoptar elementos de otros marcos o metodologías, por lo que se pudiere adoptar las características más beneficiosas de XP o Kanban si son necesarias.

Así también, Scrum tiene una participación moderada del cliente, limitándose a participar al inicio y al final del proyecto o cuando se crea conveniente su presencia en la entrega de un incremento, mientras que XP exige la participación constante del cliente durante todo el proyecto ya que este tiene la responsabilidad de definir, priorizar y validar las historias de usuario [26], [28], [29], [33], para este proyecto resulta ventajoso tener una participación moderada del cliente porque no exige demasiado tiempo por parte del cliente y este puede sugerir cambios y revisar los incrementos en reuniones puntuales.

Además, Scrum permite cambios únicamente al final de un incremento a diferencia de Kanban y XP que pueden admitir cambios en cualquier momento [26], [28], [30], para este proyecto resulta ventajoso únicamente permitir cambios al final del incremento porque permite al equipo de desarrollo concentrarse en las funcionalidades establecidas para el incremento sin preocuparse por posibles cambios hasta el final del mismo.

Por otra parte, Kanban es un marco de trabajo muy flexible que no da información de cómo realizar ciertas tareas como obtener requerimientos o interactuar con el cliente, pero si da una buena idea de como manejar el flujo de trabajo por lo cual sus buenas prácticas pueden ser adoptadas por Scrum como por ejemplo el tablero Kanban, el trabajo en progreso (WIP), entre otras que pudiesen resultar útiles para el equipo Scrum [30].

En las siguientes subsecciones se describe a detalle las metodologías utilizadas.

### **2.1.1. iPlus**

La metodología iPlus es una propuesta doctoral de [34] y [25] con un enfoque de diseño centrado en el usuario para obtener los requerimientos y los elementos e ideas para el diseño del juego serio con propósito educativo, en este caso para una aplicación educativa gamificada.

### 2.1.1.1 Fases de iPlus

A continuación, en la figura 1 se muestra un gráfico que resume todas las fases de iPlus, en el gráfico se observa cada uno de los artefactos obtenidos por cada fase para luego llevar el artefacto final, las historias de usuario épicas, a una metodología de desarrollo de software con enfoque ágil.



Figura 1. Resumen de iPlus.

#### a) Fase de Identificación

Permite identificar la necesidad y problemática de nuestro cliente y a los diferentes expertos quienes estarán involucrados en la concepción y diseño de la AEG, de forma que se garantiza una adecuada toma de requerimientos [25]. Esta fase consta de dos actividades.

- **Actividad 1 – Identificación del Problema:** Aquí se realiza una reunión de trabajo con nuestro cliente (Product Owner), quién nos explica su necesidad o problema y cómo se puede dar una posible solución a su necesidad, con ello identificado se procede a realizar la siguiente actividad descrita a continuación:

- **Actividad 2 - Identificación de los Participantes:** En esta actividad se identifican quiénes podrían intervenir como participantes para realizar el diseño de la aplicación gamificada. Aquí con ayuda del cliente se identifican a los siguientes participantes (Expertos y Usuarios/Roles identificados).
  - *Experto de la Temática (Product Owner):* Es un especialista que conoce acerca de una temática específica y el encargado de dar la justificación del proyecto y los requerimientos que se tomarán como partida para el diseño de la AEG.
  - *Experto Pedagógico:* Es la persona especialista en los procesos educativos y de formación, que ayudará con la descripción de los objetivos pedagógicos a ser contemplados en la AEG.
  - *Experto Diseñador de Videojuegos:* Es un especialista en el diseño de juegos, y está encargado de explicar en qué consiste una historia de un juego (video juego), las mecánicas, funcionalidades a ser contempladas en la AEG.
  - *Experto Desarrollador:* Es un especialista en informática capaz de concebir y elaborar sistemas informáticos, así como de implementarlos haciendo uso de uno o diferentes lenguajes de programación, en iPlus él se encargará de llevar a cabo el desarrollo de la AEG y en la sesión de trabajo da una visión para ajustar los requerimientos dados a la tecnología disponible.
  - *Usuario:* Es quién va a hacer uso del aplicativo, ayuda al experto en la temática para dar algunos puntos de vista de su necesidad de acuerdo con una temática específica.

## b) Fase de Definición de Objetivos Pedagógicos

Esta fase permite definir los objetivos pedagógico general y pedagógicos específicos. El responsable de una correcta formulación de los objetivos es el experto pedagógico. Es importante señalar que existe un facilitador que conoce la metodología y guía la sesión de trabajo de aquí en adelante [25]. La fase consta de las siguientes actividades detalladas a continuación:

- **Actividad 1 - Entrevista al Product Owner:** El facilitador plantea preguntas al Product Owner y mientras él las responde, el resto de los participantes anotan las ideas y necesidades que consideran relevantes, en post-it amarillos, estas ideas luego son tratadas como propósitos del AEG. Aquí se ejecuta la técnica de brainstorming.
- **Actividad 2 - Elaboración de diagrama de Afinidad:** En esta actividad todos los participantes presentan sus ideas o propósitos anotados, para luego ser agrupados



y generalizados en propósitos consensuados, esto con ayuda del experto pedagógico y el facilitador.

- **Actividad 3 - Definición Objetivo Pedagógico General:** Con ayuda de experto pedagógico y tomando en cuenta los propósitos consensuados, se define el objetivo pedagógico general.
- **Actividad 4 - Formulación Objetivos Pedagógicos Específicos:** En esta actividad todos los participantes colaboran con la definición de los objetivos pedagógicos específicos para la AEG a desarrollarse. La definición de estos objetivos se guía a través de los roles y funciones identificadas y sigue la siguiente estructura gramatical: quién, qué y para qué.
- **Actividad 5 - Relacionar Propósitos con los Objetivos Pedagógicos Específicos:** Aquí todos los participantes colaboran relacionando los objetivos pedagógicos específicos con los propósitos no consensuados que les aporten valor.

#### c) Fase de Historias Lúdicas

El objetivo de esta fase es obtener una posible historia (game script) que represente la AEG, y/o elementos de gamificación para el escenario de la AEG [25]. La fase consta de las siguientes cuatro actividades:

- **Actividad 1 - Descripción de la Posible Historia:** Cada participante redacta una posible historia para la AEG e incluye elementos de gamificación esto basándose en los propósitos y objetivos expuestos.
- **Actividad 2 - Presentación posibles historias:** La historia de cada participante se socializa a los demás participantes.
- **Actividad 3 - Selección ideas propuestas:** Aquí el Product Owner utiliza pegatinas de colores, verdes para entregar a los participantes que tengan ideas positivas o factibles en sus historias y rojas en cambio para entregar a los participantes que tengan ideas no factibles en sus historias.
- **Actividad 4 - Creación de la Historia Consensuada:** En esta actividad el Product Owner procede a crear la historia consensuada en base a las ideas seleccionadas de cada historia y con ayuda de todos los participantes.

#### d) Fase de Ideas Funcionales o Gameplay

En esta fase se diseñan las funcionalidades o acciones de la AEG utilizando los “bloques gameplay” o bloques de jugabilidad, los cuales contienen todas las posibles acciones realizables en el juego [25]. Esta fase tiene cuatro actividades:

- **Actividad 1 - Desarrollo de Ideas Funcionales (GamePlay):** El diseñador de videojuegos explica el significado de cada bloque gameplay para que los participantes sean capaces de diseñar varias ideas funcionales (gameplay script) usando estos bloques gameplay.
- **Actividad 2 - Presentación GamePlay:** En esta actividad cada participante explica en voz alta sus gameplay script generados.
- **Actividad 3 - Identificación del Género de Videojuego:** En esta actividad se identifica el género de la AEG. Ya con el género definido se podrá filtrar las ideas funcionales anteriormente obtenidas.
- **Actividad 4 - Definición de términos Clave del Juego Serio:** En esta actividad cada participante escribe hasta cinco palabras que describan al contexto de la AEG definida.

#### e) Fase de Refinamiento

Es la última fase de la metodología en la cual se obtienen las historias de usuario épicas para la AEG mediante una matriz de refinamiento basada en el estándar ISO 830 [35] y que permite identificar y medir la calidad de las necesidades para el software. Cada una de dichas necesidades se escriben en forma de historias de usuario épicas [25]. Esta fase consta de las siguientes tres actividades:

- **Actividad 1 - Refinamiento de Ideas/propósitos:** Haciendo uso de una serie de criterios definidos en la matriz de refinamiento, se van filtrando todas las ideas o propósitos obtenidos en la reunión de iPlus. El refinamiento es realizado por el desarrollador, quien en primer lugar lo realiza de forma independiente y posteriormente lo valida con el Product Owner.
- **Actividad 2 - Refinamiento GamePlay:** Se depuran los gameplay script creados por los participantes con el cuestionario de validación de requerimientos para estimar si es posible implementar dichas funcionalidades. Este proceso, al igual que en la actividad anterior, lo realiza en una primera instancia el desarrollador, y luego se pasa a validar con el Product Owner.
- **Actividad 3 - Definición de Historias Épicas:** Teniendo las ideas y gameplays refinados, y la historia y elementos de gamificación definidos, se procede a escribir los requerimientos usando la plantilla de iPlus para historias de usuario épicas.

Finalmente, con el uso de iPlus, a más de las historias de usuario épicas, se obtiene también elementos e ideas para el diseño del juego: las diferentes ideas para escenarios de los juegos, las reglas, las técnicas de gamificación, y los elementos gameplay a ser

usados por el escenario. Todos estos elementos permitirán la creación de un primer prototipo de diseño que será refinado antes de empezar la fase de desarrollo.

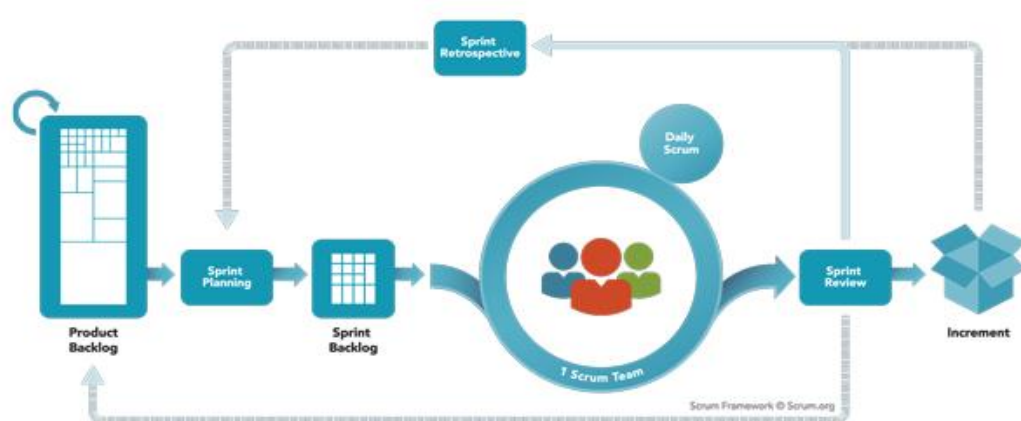
## 2.1.2. Scrum

Scrum es un marco de trabajo con enfoque ágil cuyo objetivo principal es entregar un producto con el mayor valor posible que satisface las necesidades de los clientes, en medio de un ambiente creativo, rápido, productivo, flexible e iterativo, siendo su pilar el Sprint, un ciclo de trabajo iterativo en el cual se obtiene un nuevo incremento funcional del producto final [28].

El marco de trabajo se sugiere para proyectos que buscan alcanzar objetivos rápidamente, sus requisitos son muy variables o poco definidos, y que necesitan alta flexibilidad, innovación y productividad [36].

### 2.1.2.1 Elementos de Scrum

Los elementos que maneja Scrum involucran roles, eventos y artefactos que se interrelacionan entre sí, como se observa en la figura 2, y que se describen a continuación.



**Figura 2.** Interacción de los eventos y artefactos de Scrum [36].

#### a) Roles

Se trata de las responsabilidades en las que se desenvolverán los involucrados en todo el proceso. El *Scrum Team* (*equipo de scrum*) es un grupo autoorganizado, es decir, que decide la mejor manera de hacer su trabajo, y es multifuncional, es decir, que tiene todas las capacidades para llevar a cabo su trabajo. El equipo realiza entregas incrementales de un producto y a la par que obtiene una retroalimentación que le permite optimizar su productividad, flexibilidad y creatividad [28]. Dentro de este equipo se definen los siguientes roles:

- **Product Owner (Dueño del producto)**

Es quien transmite los requerimientos del cliente al equipo de desarrollo, y se encarga de manejar y priorizar el Product Backlog (Lista de Producto) para obtener un producto con el mayor valor posible para el cliente [37].

- **Scrum Master**

Es quien entiende, practica y promueve las prácticas de Scrum en toda la organización. El ayuda al Product Owner con la planificación del Product Backlog, y al equipo de desarrollo a ser autoorganizados y multifuncionales [37].

- **Development Team (Equipo de desarrollo)**

Son las personas encargadas de ejecutar las tareas en el Sprint Backlog y de entregar un producto funcional incremental potencialmente desplegable al final de cada sprint. Además, son un equipo autoorganizado que suma las habilidades de sus miembros para alcanzar el objetivo al final de cada sprint [37].

## **b) Eventos**

Constituyen las sesiones de trabajo que se efectúan para alcanzar el objetivo final, y son:

- **Sprint**

Es el corazón de Scrum, es iterativo, con una duración de hasta un mes, y que abarca la ejecución de las tareas que crean un incremento funcional con valor para el cliente. Durante el sprint se persigue un objetivo que le da una razón de ser al incremento y que no puede ser cambiado, no obstante, el alcance del sprint si puede ser renegociado con el Product Owner [28].

- **Sprint Planning (Planificación del sprint)**

El sprint comienza con el Sprint planning, en el que se define el objetivo para ese sprint, se seleccionan las tareas del Product backlog a ejecutarse y el cómo se construirá el incremento. En esta planificación interviene el Scrum Team y no debe durar más de 8 horas para un sprint de un mes, siendo proporcional el tiempo para sprints más cortos [37].

- **Daily Scrum (Scrum diario)**

Es una reunión diaria con duración máxima de 15 minutos y que busca conocer el trabajo avanzado en el día anterior y la proyección para el día actual, e intenta indagar como está el progreso del incremento, si se está alcanzando el objetivo y/o si existen inconvenientes que dificulten alcanzar al mismo [37].

- **Sprint Review (Revisión del sprint)**

Consiste en la presentación del incremento alcanzado para obtener una retroalimentación de información y sugerencias para optimizar el valor en el siguiente sprint. Aquí participan el Scrum Team e invitados del Product Owner. El resultado son posibles objetivos y un Product backlog revisado y actualizado si fuese necesario para alcanzar mayor valor en el mercado actual [37].

- **Sprint Retrospective (Retrospectiva del sprint)**

Es una reunión para tener la autoevaluación del equipo e identificar los procesos, relaciones o situaciones que influyeron positiva y negativamente durante el sprint, y así tratar de encontrar posibles mejoras a ser implementadas en el subsecuente sprint [37].

### **c) Artefactos**

Los elementos que representan el trabajo realizado en todo el proceso son:

- **Product Backlog (Lista de producto)**

Es la lista de producto que abarca todas las características que el producto final debe cumplir, siendo el Product Owner el único responsable de crear, actualizar y priorizar el contenido. Esta es dinámica puesto que se adapta a los cambios necesarios para hacer del producto final altamente útil y competitivo en el mercado. La lista contiene elementos con su descripción, estimación, prioridad y valor [37].

- **Sprint Backlog (Lista de pendientes del sprint)**

Es una lista más pequeña proveniente del Product Backlog, compuesta por las tareas seleccionadas durante el Sprint Planning, y que serán ejecutadas por el equipo de desarrollo durante dicho sprint. El equipo si puede modificar o agregar tareas al Sprint backlog durante el sprint, a medida que conoce mejor lo necesario para conseguir el incremento [37].

- **Release Planing**

El Release Planning es una proyección futura de las historias de usuario por sprint con el fin de obtener una estimación de los sprints necesarios para obtener el producto. A pesar de no formar parte de los artefactos del núcleo de Scrum, este si puede ser usado para tener una proyección del proyecto [38].

- **Incremento**

Es la representación de las tareas completadas en el sprint, y es funcional y potencialmente usable. Además, cada incremento se integra a los incrementos anteriores y en conjunto deben ser funcionales y pueden ser ampliamente sujetos a prueba testeados y puestos en

producción, si fuera el caso. De esta forma un incremento permite acercarse cada vez más al producto final desplegable [28].

- **Burndown chart**

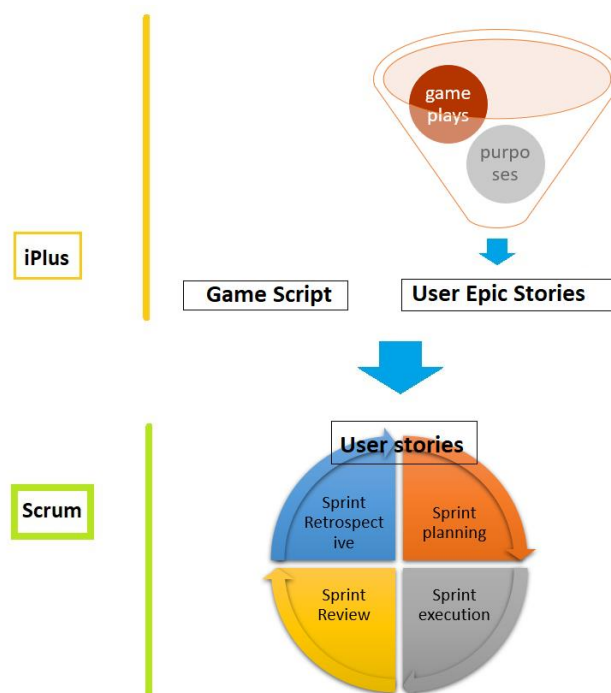
Representa una infografía del trabajo completado en el sprint y el trabajo que resta por hacerse por parte del equipo de desarrollo. Está gráfica es usada generalmente como una ayuda para determinar la capacidad o velocidad del equipo para ejecutar tareas en un determinado tiempo y también para visualizar el tiempo real empleado contra el planificado día a día [39].

- **Historia de usuario**

Es un elemento clave en un marco ágil, está escrita en un lenguaje no técnico y expresa lo que el usuario espera como resultado ante una necesidad o problema; y a pesar de que Scrum no incluye a la historia de usuario en sus artefactos, ésta se ajusta muy bien a los marcos ágiles, como Kanban y Scrum [40]. En el marco ágil usado en este proyecto, Scrum, las historias de usuario se integran perfectamente al artefacto Product Backlog, representando a los ítems que están en cola para ser implementados en cada sprint.

### 2.1.3. Integración de Scrum e iPlus

Es importante mencionar que Scrum no define como obtener requerimientos, por lo cual dichos requerimientos son obtenidos por la metodología iPlus para posteriormente iniciar el desarrollo con Scrum, es decir, las historias épicas y el game script de iPlus se convierten en varias historias de usuario detalladas, dicha integración se observa en la figura 3.



**Figura 3.** Integración de iPlus con Scrum.

## 2.2. Arquitectura

### 2.2.1. Modelo de arquitectura MVC

Es un modelo o patrón de arquitectura de software que se caracteriza por dividir la lógica, las vistas o interfaces y los datos de una aplicación en tres entidades separadas, esto con el fin de mejorar la implementación por separado, reutilizar código, reducir el esfuerzo de programación y facilitar su mantenimiento a futuro [41].

Sus componentes son: el modelo que accede y administra los datos de la aplicación y contiene la lógica del negocio o la funcionalidad de la aplicación, la vista que genera la interfaz gráfica para el usuario a partir de los datos que provee el modelo, y el controlador que recepta las peticiones del usuario e interactúa con el modelo y la vista, gestiona el flujo de datos entre estos y ejecuta las transformaciones necesarias de los datos para que la vista pueda representarlos gráficamente [41].

Debido a estas características, este modelo fue escogido puesto que permitiría organizar adecuadamente las secciones del proyecto y además por ser una arquitectura ampliamente usada que permite crear un software mantenible [42] y en la cual los desarrolladores tienen experiencia previa.

Este patrón estructura a la aplicación de la forma que se evidencia en la figura 4.

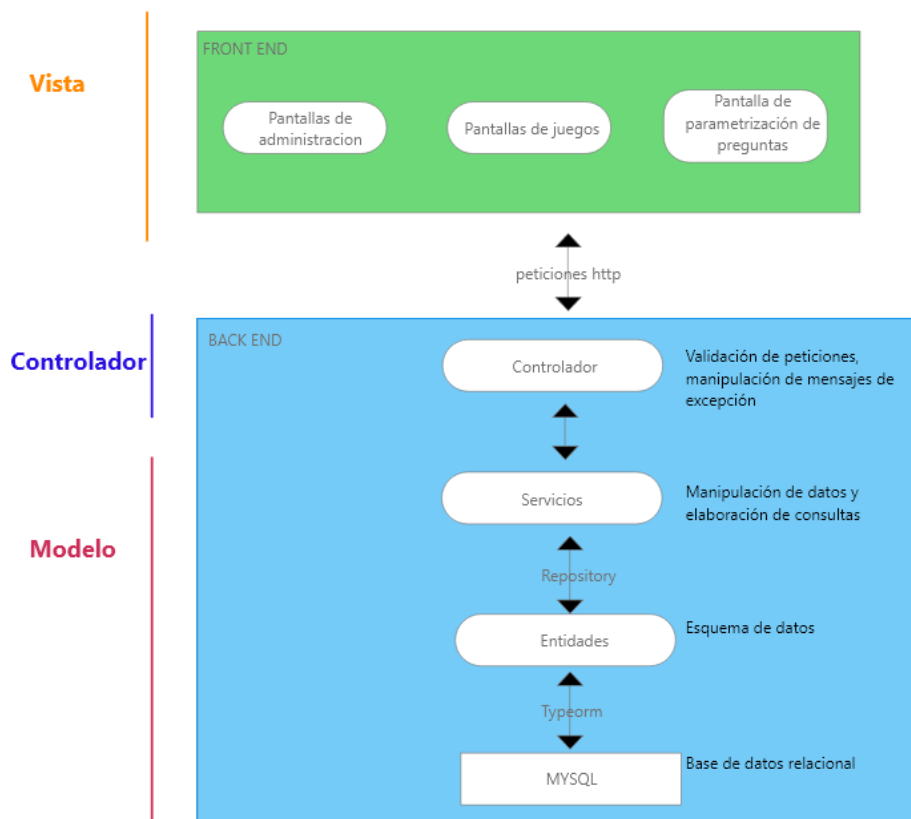


Figura 4. Modelo vista controlador

## **2.3. Herramientas y recursos usados**

A continuación, se detallan las tecnologías y recursos a usarse para el proyecto.

### **Ionic**

Es un marco de trabajo que permite la creación de aplicaciones multiplataforma y aplicaciones web, y que se integra muy bien con varios frameworks frontend, como Angular y otros. Su ventaja es que el código de las aplicaciones puede ser compilado a varios dispositivos o en el caso de las aplicaciones web es consumido a través de un navegador [43]. Se utilizó como framework base para generar los servicios, componentes, formularios y rutas de todo el frontend de la aplicación.

### **Phaser**

Un framework gratuito que se caracteriza por crear juegos en dos dimensiones, ofrece una serie de funciones para incluir movimientos, animaciones, temporizadores, manipulación de cámaras, escenarios, manejo de colisiones y muchas otras más funcionalidades detalladas en su amplia documentación. Además, puede integrarse muy bien con Ionic gracias a plugins y por la ventaja de tener el mismo lenguaje que Ionic [44]. Este framework fue utilizado para la creación de la parte visual de los juegos y controlar la interacción entre los elementos de juego.

### **NestJS**

Un framework gratuito, basado en NodeJs y Express, que permite construir aplicaciones del lado del servidor en Typescript, con servicios web de tipo REST API o GraphQL, además una de sus fortalezas es contar con una arquitectura sólida basada en el patrón MVC [45], [46]. Se utilizó este framework para realizar todo el backend de la aplicación, lo que involucra la comunicación con la base de datos, MySQL, usando TypeORM, la autenticación usando la estrategia Jason Web Token (JWT), los servicios para manipulación de información y los controladores para implementar los servicios de tipo REST API.

### **Inkscape**

Un editor de vectores gráficos gratuito para crear y editar imágenes sencillas y complejas, logotipos, entre otros [47]. Su formato principal es SVG, Scalable Vector Graphics, es de uso común en la web y genera imágenes escalables, flexibles y con gran definición tanto a tamaños reducidos como muy grandes debido a su propiedad vectorial [48]. Este software fue usado para crear imágenes y modificar la forma, el tamaño o el color de imágenes existentes y así usarlas dentro de los juegos de la aplicación.



## **Adobe XD**

Es una plataforma colaborativa para crear y editar diseños de interfaces y prototipos web y móviles con una muy buena experiencia de usuario [49]. Todos los mockups realizados en el diseño de la aplicación fueron realizados con esta herramienta.

## **Audacity**

Es un software de audio gratuito y multiplataforma que permite editar audio y grabar sonido digital [50]. Este software fue de ayuda para recortar partes y aumentar o disminuir el volumen de las pistas de audio disponibles.

## **WebStorm**

Un IDE moderno e inteligente para desarrollar aplicaciones del lado del cliente y del servidor en Javascript o Typescript [51]. Este IDE se utilizó para manipular el código de los frameworks Ionic, Nestjs y Phaser.

## **Visual Studio Code**

Es un editor de código fuente ligero, multiplataforma, gratuito, muy extensible y personalizable para armar cualquier ambiente de desarrollo mediante plugins, viene incorporado Javascript, Typescript y Nodejs, con posibilidad de extenderse más [52]. Este editor también se usó para codificar en los frameworks Ionic, Nestjs y Phaser.

## **Git**

Una herramienta para control y versionado de código por medio de repositorios y ramas que guardan el código por versiones y comentarios [53]. Esta herramienta permitió el trabajo simultáneo del equipo en diferentes tareas para luego ser integradas en un solo código y a la vez mantener versiones del código en diferentes etapas.

## **MySQL Server**

Un servidor robusto, eficiente, multi - usuario, veloz de base de datos SQL [54]. Se utilizó para guardar y realizar consultas sobre los usuarios, las preguntas de los juegos y los intentos que realice un usuario en un juego para monitorear su progreso.

## **Página web “Kenney”**

Es una página web que contiene imágenes 2D, 3D, y efectos de sonido para ser usados en proyectos de cualquier índole, gracias a su licencia de dominio público [55]. Esta fue la fuente principal de los recursos gráficos y de audio utilizados en este proyecto.

## **2.4. Construcción de la aplicación gamificada**

En esta sección se aborda los procesos llevados a cabo para obtener la AEG, de manera que se procede a explicar cómo se usó la metodología iPlus, para obtener el diseño del juego y el marco de trabajo Scrum, para el proceso de desarrollo.

### **2.4.1. Caracterización del problema y solución – Caso de estudio**

Como se menciona en el capítulo anterior, los estudiantes de bachillerato presentan rendimientos insuficientes en las pruebas que evalúan sus aptitudes y destrezas, de forma que se ha planteado realizar una aplicación educativa gamificada enfocada en reforzar aptitudes académicas en dichos estudiantes mediante un aprendizaje complementario, atractivo y divertido.

La aplicación contará con una sección conformada por 15 minijuegos educativos para los campos de Matemáticas, Lenguaje, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y Abstracto, una sección con el progreso alcanzado por el estudiante y la retroalimentación a cada juego intentado, y una sección para seguir a más amigos y así seguir y revisar sus progresos en los juegos, haciendo que la aplicación incentive a los estudiantes a mejorar sus conocimientos a medida que practica constantemente. Además, contará con una sección de administración que gestione los usuarios y sus progresos en los juegos, y que permita aumentar preguntas a los minijuegos parametrizables, a fin de hacer que la aplicación esté actualizada regularmente.

La aplicación será multiplataforma y estará disponible en un dominio web, por lo cual se requiere de una conexión a internet activa para poder disfrutar de la experiencia completa.

Se debe aclarar que a partir de esta sección en adelante los minijuegos serán llamados juegos, debido a que este término se usó desde la implementación de la metodología iPlus.

### **2.4.2. Metodología iPlus**

Para iniciar el proceso de desarrollo, se requiere disponer de las necesidades de la aplicación, por lo que previamente se procedió a recolectar cada una de las necesidades, siguiendo el proceso establecido por iPlus. En el siguiente apartado se muestra lo más relevante de cada fase de iPlus con ejemplos y para ver a detalle completo el proceso de esta metodología, revisar el Anexo 1: Documento de Requerimientos con iPlus.

#### **2.4.2.1 Fase de Identificación**

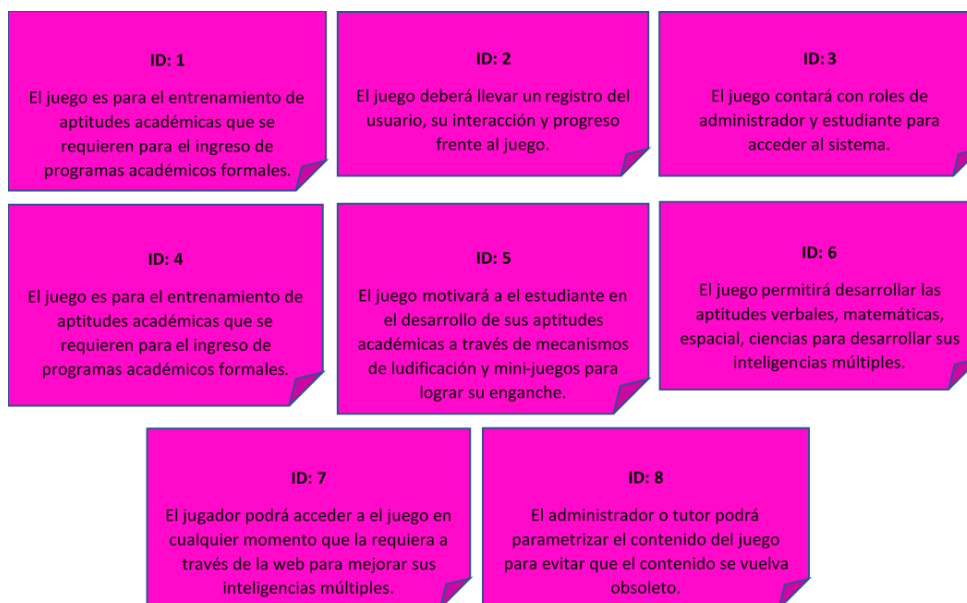
- a) Identificación del problema:** El problema es la ausencia de una herramienta lúdica que motive al estudiante de bachillerato a mejorar sus aptitudes académicas.
- b) Identificación de los participantes:** La tabla 3 indica los expertos identificados para la sesión de trabajo iPlus en correspondencia con este problema.

Nombre	Rol
Mayra Carrión T. MsC	Facilitador
Marco Santórum G. Ph.D.	Experto en la Temática / Product Owner
Mayra Carrión T. MsC	Experto Pedagógico
Juan Benavides	Experto Juegos Serios
Carlos Gutiérrez	Experto Desarrollador
Paola Guamaní	Estudiante

**Tabla 3.** Identificación de participantes y sus roles

#### 2.4.2.2 Fase de Definición de Objetivos Pedagógicos

- a) **Actividad 1 - Entrevista al Product Owner:** Aquí se realizó la entrevista al experto en la temática mediante el uso del Formulario de entrevista para la toma de Requerimientos proporcionado por iPlus.
- b) **Actividad 2 – Elaboración de diagrama de afinidad:** En la figura 5 se muestra el diagrama de afinidad resultante obtenido en la reunión de trabajo iPlus.



**Figura 5.** Diagrama de afinidad resultante

- c) **Actividad 3 – Definición Objetivo Pedagógico General:** La tabla 4 muestra el objetivo pedagógico general que parte de la generalización de los propósitos consensuados.

OBJETIVO GENERAL
El estudiante desarrollará y entrenará sus aptitudes académicas para el ingreso a programas académicos formales mediante el uso de una aplicación educativa gamificada para aprovechar el factor motivacional que generan los juegos.
Identificación P.R: _ 1 _ _ 5 _ _ _

**Tabla 4.** Objetivo Pedagógico General

d) **Actividad 4 – Formulación Objetivos Pedagógicos Específicos:** La tabla 5 muestra los objetivos pedagógicos específicos que parten del general y de los propósitos consensuados no utilizados.

N °	Objetivo Pedagógico Específico
1	Registro de interacción del jugador
2	Histórico de evolución del rendimiento de usuarios
3	Acceso a través de la web a la aplicación
4	Parametrización del contenido
5	Fortalecer las aptitudes académicas

**Tabla 5.** Objetivos Pedagógicos Específicos

e) **Actividad 5 – Relacionar Propósitos con los Objetivos Pedagógicos Específicos:** Al relacionar los propósitos con los objetivos pedagógicos específicos se obtienen los resultados mostrados en las figuras 6 a la 10, los mismos que fueron realizados en la sesión de elaboración de objetivos específicos.

<b>Objetivo Específico De La Aplicación Número: 1</b>		<b>Prioridad:</b> ★ ★ ★
<b>Rol del Experto:</b> Experto Pedagógico	<b>Rol en el juego:</b> Sistema	
<b>Título del Objetivo:</b> REGISTRO DEL PROGRESO DEL ESTUDIANTE		
<b>Descripción del objetivo:</b> El rol x del juego requiero funcionalidad para justificación (Quién, Qué, Para Qué) El sistema mantendrá un registro de sus usuarios, su interacción y su progreso frente a las actividades propuestas para medir la evolución de sus aptitudes.		
<b>Ideas relacionadas (Post-its naranjas):</b>		
<p><b>ID: 2</b> El juego deberá llevar un registro del usuario, su interacción y progreso frente al juego.</p>	<p><b>ID: 1</b> Para estudiantes.</p>	<p><b>ID: 3</b> Jugador o estudiante.</p>
<p><b>ID: 2</b> Tener un registro del usuario.</p>	<p><b>ID: 2</b> Llevar un registro del jugador y su progreso de habilidades.</p>	<p><b>ID: 2</b> El juego mostrará el progreso e histórico.</p>

**Figura 6.** Objetivo Pedagógico Específico N° 1 Completado

<b>Objetivo Específico De La Aplicación Número: 2</b>		<b>Prioridad:</b> ★★★☆☆
<b>Rol del Experto:</b> Experto Temática / Experto Pedagógico	<b>Rol en el juego:</b> Sistema	
<b>Título del Objetivo:</b> HISTÓRICO DE EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO DE USUARIOS		
<b>Descripción del objetivo:</b> El rol x del juego requiero funcionalidad para justificación (Quién, Qué, Para Qué) La aplicación emitirá reportes históricos de los usuarios frente a las diferentes actividades para retroalimentar sus porcentajes de rendimiento. El tutor podrá visualizar el reporte de todos sus tutoriados.		
<b>Ideas relacionadas (Post-its naranjas):</b>		
<b>ID: 4</b> El juego emitirá reportes de progreso del usuario para medir su evolución.	<b>ID: 3</b> El juego contará con roles de administrador y estudiante para acceder al sistema.	<b>ID: 4</b> Reporte de evolución de cada jugador.
<b>ID: 2</b> Registro del estudiante en su avance, mejora de aptitudes en el tiempo y respecto al juego.	<b>ID: 2</b> Indicar si el jugador ha experimentado mejoras.	<b>ID: 3</b> Rol jugador y rol administrador.
<b>ID: 2</b> Registro por estudiante de: progreso, tiempo de juego, fallos.	<b>ID: 6</b> Aptitudes: matemática, verbal, espacial, abstracta y sociales.	<b>ID: 3</b> Roles: administrador, jugador.
		<b>ID: 2</b> Histórico progreso de los estudiantes.

Figura 7. Objetivo Pedagógico Específico N° 2 Completado

<b>Objetivo Específico De La Aplicación Número: 3</b>		<b>Prioridad:</b> ★★☆☆☆
<b>Rol del Experto:</b> Experto Pedagógico	<b>Rol en el juego:</b> Usuario - estudiante	
<b>Título del Objetivo:</b> ACCESO A LA APLICACIÓN A TRAVÉS DE LA WEB		
<b>Descripción del objetivo:</b> El rol x del juego requiero funcionalidad para justificación (Quién, Qué, Para Qué) El jugador podrá acceder a la aplicación a través de la web en cualquier momento para mejorar sus inteligencias múltiples.		
<b>Ideas relacionadas (Post-its naranjas):</b>		
<b>ID: 7</b> El jugador podrá acceder a el juego en cualquier momento que la requiera a través de la web para mejorar sus inteligencias múltiples.	<b>ID: 7</b> Juego web.	<b>ID: 7</b> Tablet.
	<b>ID: 7</b> Aplicación móvil web.	<b>ID: 7</b> Disponible en línea mediante la web.
	<b>ID: 7</b> Para dispositivos móviles.	<b>ID: 7</b> Disponible en línea, móviles.
	<b>ID: 7</b> Motivar al estudiante con juegos multiplataforma.	

Figura 8. Objetivo Pedagógico Específico N° 3 Completado

<b>Objetivo Específico De La Aplicación Número: 4</b>		<b>Prioridad:</b> ★★★☆☆
<b>Rol del Experto:</b> Experto Pedagógico	<b>Rol en el juego:</b> Tutor	
<b>Título del Objetivo:</b> PARAMETRIZACIÓN DEL CONTENIDO		
<b>Descripción del objetivo:</b> El rol x del juego requiero funcionalidad para justificación (Quién, Qué, Para Qué) El tutor podrá parametrizar el contenido del juego para evitar que el contenido se vuelva obsoleto.		
<b>Ideas relacionadas (Post-its naranjas):</b>		
<b>ID: 8</b> El administrador o tutor podrá parametrizar el contenido del juego para evitar que el contenido se vuelva obsoleto.	<b>ID: 8</b> Agregar más preguntas por parte del tutor.	<b>ID: 8</b> Módulo de parametrización del juego.
<b>ID: 8</b> Administrador parametriza el juego.	<b>ID: 3</b> Roles: administrador, jugador.	<b>ID: 8</b> Juegos de contenido aumentable.
<b>ID: 8</b> Parametrizable	<b>ID: 3</b> Usuario, tutor o administrador para seguimiento.	

**Figura 9. Objetivo Pedagógico Específico N°4 Completado**

<b>Objetivo Específico De La Aplicación Número: 5</b>		<b>Prioridad:</b> ★★★☆☆
<b>Rol del Experto:</b> Experto Pedagógico	<b>Rol en el juego:</b> Jugador	
<b>Título del Objetivo:</b> FORTALECER LAS APTITUDES ACADEMICAS DEL JUGADOR		
<b>Descripción del objetivo:</b> El rol x del juego requiero funcionalidad para justificación (Quién, Qué, Para Qué) El jugador podrá navegar por las aptitudes matemáticas, lenguaje, sociales, ciencias, abstracto e ingresar los minijuegos de cada aptitud para practicar y fortalecer sus aptitudes académicas de forma lúdica.		
<b>Ideas relacionadas (Post-its naranjas):</b>		
<b>ID: 6</b> El juego permitirá desarrollar las aptitudes verbales, matemáticas, espacial, ciencias para desarrollar sus inteligencias múltiples.	<b>ID: 6</b> Reforzar Aptitudes académicas.	<b>ID: 6</b> Aplicación para aptitudes espacial, abstracto, verbal, matemático, sociales y ciencias evaluados por órgano de educación del país.
<b>ID: 5</b> Múltiples juegos por habilidad a mejorar.	<b>ID: 6</b> Fortalecer aptitudes académicas.	<b>ID: 5</b> Factor lúdico para aprendizaje.
<b>ID: 5</b> Varios juegos en una sola aplicación.	<b>ID: 5</b> Interacción motivante con elementos lúdicos.	

**Figura 10. Objetivo Pedagógico Específico N°5 Completado**

### 2.4.2.3 Fase de Historias Lúdicas

- a) **Actividad 1 – Descripción de la Posible Historia:** Aquí se obtuvieron 5 historias creadas por los distintos participantes en la sesión de trabajo iPlus.
- b) **Actividad 2 – Presentación de las posibles historias de los participantes:** Se socializó las historias creadas con todos los participantes.
- c) **Actividad 3 – Selección de las ideas propuestas:** La figura 11 muestra las ideas seleccionadas por el Product Owner y que serán parte de la historia consensuada.

N °	Idea Seleccionada
1	Abarcar todas las aptitudes
2	Entrenar todo el tiempo
3	Poner a prueba todas sus aptitudes por tema
4	Varios retos
5	Publicar puntaje del desafío
6	Trofeo al final de un desafío
7	Desafíos como trivias en las aptitudes
8	Puntos al ganar
9	Mini-juegos intentables varias veces
10	Usar medallas por buena puntuación
11	Puntos por acertar en 1 o 2 intentos
12	Puntuación y bonificaciones que motive a jugar
13	Tabla de puntuación con mejoras
14	Muñeco o animalito que de indicaciones
15	Medallas de oro, plata y bronce

**Figura 11.** Buenas ideas seleccionadas para la historia consensuada

- d) **Actividad 4 - Creación de la Historia Consensuada del Juego serio:** La figura 12 muestra la historia consensuada construida de manera participativa con las ideas obtenidas de las historias realizadas por los participantes en la sesión de trabajo.

<b>Historia:</b>			
El juego consistirá en varios minijuegos, cada minijuego entregará una recompensa al jugador y podrá ser intentado las veces que el jugador quisiera. Como posibles escenarios se sugiere:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escenario marino en barcos</li> <li>• Escenario de pizarra</li> <li>• Escenario de concurso de preguntas</li> <li>• Escenario de tiro al blanco</li> <li>• Escenario de autopista</li> <li>• Escenario de unir cables</li> <li>• Escenario de colegio</li> <li>• Escenario en el espacio</li> <li>• Escenario de viaje por Ecuador</li> <li>• Escenario de biblioteca</li> <li>• Escenario de subir un edificio</li> <li>• Escenario de fabrica</li> <li>• Escenario de dentro de un volcán</li> <li>• Escenario de patrones</li> </ul>			
<b>Personajes</b>			
• Estudiante	* Muñeco	* Barco	* Puerto
• Escalador	* Aventurero	* Avión	* Auto
• Profesor malo	* Profesor bueno	* Tanques	* Torre de defensa
<b>¿Cómo se gana el juego?</b>			
El juego no tiene un final, pero se pueden obtener medallas y puntajes jugando minijuegos de las distintas aptitudes.			
<b>Mecánicas de Ludificación</b>			
<b>Tablas de Puntuación</b>			
El juego permitirá visualizar por materia los puntajes último, penúltimo y antepenúltimo del jugador, y visualizar las puntuaciones más representativas por juego.			
<b>Asistente inicio</b>			
Un búho le permitirá al jugador desplazarse hacia las opciones.			
<b>Insignias</b>			
Se puede entregar medallas o trofeos al mérito académico, al obtener un puntaje que está en un rango de puntajes, se podría entregaría oro, plata o bronce como una recompensa para motivar al jugador.			
<b>Desafíos y Misiones</b>			
Resolver operaciones matemáticas rápidamente, problemas como reglas de 3, asociar analogías, sinónimos y antónimos, analizar textos y su contexto, contestar trivias sobre culturas, historia, geografía, economía del Ecuador, conocer la clasificación de diferentes seres vivos u otros elementos con taxonomía, resolver preguntas de series, de percepción espacial, de atención.			
<b>Puntos</b>			
Los puntos se obtendrán acertando mini - juegos basados en trivias y que impliquen resolver problemas o preguntas, como puntaje máximo 1000 puntos.			
<b>Niveles</b>			
La aplicación puede tener varios grupos de juegos para que el jugador acceda de forma libre en cualquier momento, los niveles o campos pueden ser abarcados por las áreas de Matemáticas, Lenguaje, Sociales, Ciencias, Abstracto.			

**Figura 12.** Historia consensuada generada

#### 2.4.2.4 Fase de Ideas Funcionales

- a) **Actividad 1 – Desarrollo Ideas Funcionales:** Las figuras 13 y 14 son ejemplos de ideas funcionales o de jugabilidad que fueron derivadas de la sesión de trabajo. Estas ideas provienen de la historia lúdica y los objetivos pedagógicos, y serán implementadas en la AEG.



<b>Descripción:</b> El jugador dispara un objeto y lo destruya para ganar puntos.
<b>Bloques seleccionados:</b> Dispara + destruir + puntos

**Figura 13.** Tarjeta Relato Gameplay N° 2

<b>Descripción:</b> El jugador se moverá por una carretera y tendrá que evitar palabras con falta de ortografía.
<b>Bloques seleccionados:</b> Mover + evitar.

**Figura 14.** Tarjeta Relato Gameplay N° 26

- b) **Actividad 2- Presentación GamePlay:** Cada participante expone los gameplay scripts creados.
- c) **Actividad 3 – Identificación del Género de Videojuego:** La tabla 6 muestra la votación y el género de videojuegos ganador de la sesión de trabajo.

<b>Género</b>	<b>Votos</b>
Razonamiento	5

**Tabla 6.** Votación Géneros Videojuegos

- d) **Actividad 4 – Definición Términos Clave:** La figura 15 muestra las palabras claves obtenidas al final de la sesión de trabajo.

<b>N °</b>	<b>Palabra clave</b>
1	Entrenamiento
2	Entretenimiento
3	Bachillerato
4	Examen Ser Bachiller
5	Si Puedo
6	Soy Apto
7	Práctica
8	Transición a la Universidad
9	Aptitud
10	Desarrollo de Aptitudes
11	Aptitud Académica
12	Aptitudes Múltiples
13	Habilidades Académicas
14	Habilidades Múltiples

**Figura 15.** Palabras clave

#### 2.4.2.5 Fase de Refinamiento

- a) **Actividad 1 – Refinamiento de Ideas:** En esta actividad se filtraron las ideas obtenidas de la sesión de trabajo para facilitar la creación de historias de usuario épicas. Se usó la matriz de refinamiento, cuyas preguntas contemplan las propiedades de la norma ISO 830 [35]. La tabla 7 muestra las ideas filtradas.

Trazabilidad	Código	Descripción
H1 02 + H1 03 + H1 04 + H1 05 + H1 06	H1.1 01	La aplicación está orientada a todo público que desee mejorar sus aptitudes, pero en especial a estudiantes de bachillerato.
H2 02 + H2 03	H2.1 01	La aplicación registrará el nombre completo, correo y contraseña de un usuario.
H2 03 + H2 04 + H2 06	H2.1 02	La aplicación deberá mostrar un cuadro del progreso del jugador en la aplicación.
H3 01 + H3 02 + H3 03 + H3 04 + H3 05	H3.1 01	La aplicación contará con roles jugador, tutor y administrador.
H4 01	H4.1 01	El administrador podrá ver el progreso de cualquier jugador en la aplicación.
H5 01 + ... + H5 09	H5.1 01	La aplicación contará con varios minijuegos que abarquen múltiples aptitudes
H6 01 + ... + H6 15	H6.1 01	La aplicación se enfocará en reforzar las aptitudes sociales, lenguaje, ciencias naturales, matemáticas y abstracta
H7 01 + H7 03 + H7 04 + H7 05 + H7 06	H7.1 01	La aplicación se desarrollará con tecnología web para que pueda ser accedida desde diversas plataformas.
H7 02 + H7 07	H7.1 02	La aplicación estará disponible en línea.
H8 01 + ... + H8 05	H8.1 01	El administrador podrá aumentar contenido a las aptitudes que se encuentran en la aplicación.

**Tabla 7.** Ideas filtradas

- b) **Actividad 2 – Refinamiento GamePlay:** En la tabla 8 se evidencia los resultados de refinamiento de los gameplays. También se usó la matriz de refinamiento definida con ayuda de la norma ISO 830 [35].

Trazabilidad	Código	Descripción
R1 01	R1.1 01	El jugador al responder adecuadamente podrá destruir distintos obstáculos
R1 02	R1.1 02	El jugador podrá evitar la destrucción de una casa cuando acierte una pregunta en un determinado tiempo.
R1 03	R1.1 03	El jugador al responder mal falla el disparo a su objetivo.
R1 04	R1.1 04	El jugador podrá derribar figuras de patos de una feria para responder una pregunta correctamente.
R1 05	R1.1 05	Si un jugador no acierta en una trivia podrá ser destruido o disparado por otro objeto.

<b>Trazabilidad</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
R1 06	R1.1 06	El jugador responde concretamente en un tiempo determinado, sino cumple en dicho tiempo se destruye la actividad y sus puntos se pierden.
R2 01	R2.1 01	El jugador podrá viajar a través del Ecuador respondiendo preguntas, si acierta gana puntos y si falla pierde vidas.
R2 02 + R2 05	R2.1 02	El jugador se ubica en un lugar para responder, ganar puntos y avanzar al siguiente lugar.
R3 01 + R3 02	R3.1 01	El jugador responde a un problema presentado en el escenario y gana puntos.
R3 03	R3.1 02	El jugador podrá mover una ranita al tronco con la respuesta correcta al sinónimo de las palabras mostradas para llegar a su casita.
R4 01	R4.1 01	El jugador podrá posicionar la respuesta correcta para completar la serie.
R4 02	R4.1 02	El jugador posiciona la respuesta correcta y gana puntos.
R5 01 + R5 02	R5.1 01	El jugador se moverá en un auto sobre los carriles colisionando con las respuestas sobre sinónimos y ganará puntos si acierta.
R9 01	R9.1 01	El jugador podrá practicar lo abstracto con circuitos que se enciendan, si acierta dará luz a toda una ciudad y si falla quitará la luz.
R9 02	R9.1 02	El jugador observa una rotación y responde el a la proyección de la rotación del objeto.
R11 01	R11.1 01	El jugador podrá escoger si algo es falso o verdadero el mayor número de veces en un tiempo dado, ganando puntos al final.
R12 01	R12.1 01	El jugador al resolver un problema matemático evita la destrucción de sus columnas matemáticas.

**Tabla 8.** Ideas gameplays filtradas

c) **Actividad 3 – Definición Historia de Usuario Épicas:** Luego de filtrar las ideas, se obtuvieron las historias de usuario épicas que se ven en las tablas 9 a 13.

<b>Identificador:</b> H-EPIC 001	<b>Rol:</b> JUGADOR
<b>Título Historia:</b> Guardar el registro de datos, la interacción y el progreso de un jugador	
<b>Prioridad:</b> M (Medio)	
<b>Descripción:</b> Yo como Jugador requiero que el juego guarde mi nombre y apellido, correo, contraseña, para posteriormente visualizar mi puntaje alcanzado, al finalizar cada intento, y quiero que exista un registro de mi progreso en el juego.	
<b>Ideas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>H2.1 01:</b> La aplicación registrará el nombre completo, correo y contraseña de un usuario.</li> <li>• <b>H2.1 02:</b> La aplicación deberá mostrar un cuadro del progreso del jugador en la aplicación.</li> <li>• <b>H3.1 01:</b> La aplicación contará con roles <b>JUGADOR</b>, tutor y administrador.</li> </ul>	

**Tabla 9.** Historia de Usuario Épica N° 1

<b>Historias de Usuario Épicas</b>	
<b>Identificador:</b> H-EPIC 002	<b>Rol:</b> TUTOR
<b>Título Historia:</b> Mostrar el historial de la evolución del jugador	
<b>Prioridad:</b> A (Alto)	
<b>Descripción:</b> Yo como Tutor requiero visualizar la evolución de un estudiante o jugador, es decir, sus porcentajes de rendimiento promedio general, por aptitud y por juego para posteriormente ayudar con una retroalimentación al estudiante.	
<b>Ideas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>H2.1 02:</b> La aplicación deberá mostrar un cuadro del progreso del jugador en la aplicación.</li> <li>• <b>H3.1 01:</b> La aplicación contará con roles jugador, tutor y administrador.</li> <li>• <b>H4.1 01:</b> El administrador podrá ver el progreso de cualquier jugador en la aplicación.</li> <li>• <b>H6.1 01:</b> La aplicación se enfocará en reforzar las aptitudes sociales, lenguaje, ciencias naturales, matemáticas y abstracto.</li> </ul>	

**Tabla 10.** Historia de Usuario Épica N° 2

<b>Historias de Usuario Épicas</b>	
<b>Identificador:</b> H-EPIC 003	<b>Rol:</b> ESTUDIANTE
<b>Título Historia:</b> Desplegar la aplicación en la web y disponible en línea.	
<b>Prioridad:</b> M (Medio)	
<b>Descripción:</b> Yo como estudiante requiero que el juego esté disponible en línea para acceder desde un navegador web de un computador o un dispositivo móvil.	
<b>Ideas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>H7.1 01:</b> La aplicación se desarrollará con tecnología web para que pueda ser accedida desde diversas plataformas.</li> <li>• <b>H7.1 02:</b> La aplicación estará disponible en línea.</li> </ul>	

**Tabla 11.** Historia de Usuario Épica N° 3

<b>Historias de Usuario Épicas</b>	
<b>Identificador:</b> H-EPIC 004	<b>Rol:</b> ADMINISTRADOR
<b>Título Historia:</b> Parametrizar el contenido del juego	
<b>Prioridad:</b> M (Medio)	
<b>Descripción:</b> Yo como Administrador requiero agregar contenido nuevo a un juego por aptitud, esto en forma de pregunta y respuestas para con ello lograr que el banco de preguntas se actualice siempre.	
<b>Ideas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>H8.1 01:</b> El administrador podrá aumentar contenido a las aptitudes que se encuentran en la aplicación.</li> </ul>	

**Tabla 12.** Historia de Usuario Épica N° 4

<b>Historias de Usuario Épicas</b>	
<b>Identificador:</b> H-EPIC 005	<b>Rol:</b> JUGADOR
<b>Título Historia:</b> Fortalecer las aptitudes académicas	
<b>Prioridad:</b> A (Medio)	
<b>Descripción:</b> Yo como jugador requiero navegar por los campos de lenguaje, ciencias sociales, ciencias naturales, matemáticas y abstracto para practicar mis aptitudes en minijuegos.	
<b>Ideas:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>H1.1 01:</b> La aplicación está orientada a todo público que desee mejorar sus aptitudes, pero en especial a estudiantes de bachillerato.</li> <li>• <b>H5.1 01:</b> La aplicación contará con varios minijuegos que abarquen múltiples aptitudes.</li> <li>• <b>H6.1 01:</b> La aplicación se enfocará en reforzar las aptitudes sociales, lenguaje, ciencias naturales, matemático y abstracto</li> </ul>	
<b>Gameplays:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>R1.1 01:</b> El jugador al responder adecuadamente podrá destruir distintos obstáculos</li> <li>• <b>R1.1 02:</b> El jugador podrá evitar la destrucción de una casa cuando acierte una pregunta en un determinado tiempo.</li> <li>• <b>R1.1 03:</b> El jugador al responder mal falla su disparo a su objetivo.</li> <li>• <b>R1.1 04:</b> El jugador podrá derribar figuras de patos de una feria para responder una pregunta correctamente.</li> <li>• <b>R1.1 05:</b> Si un jugador no acierta en una trivia podrá ser destruido o disparado por otro objeto.</li> <li>• <b>R1.1 06:</b> El jugador responde concretamente en un tiempo determinado si el no cumple en dicho tiempo se destruye la actividad y sus puntos se pierden.</li> <li>• <b>R2.1 01:</b> El jugador podrá viajar a través del Ecuador respondiendo preguntas si acierta gana puntos y si falla pierde vidas.</li> <li>• <b>R2.1 02:</b> El jugador se ubica en un lugar para responder, ganar puntos y avanzar al siguiente lugar.</li> <li>• <b>R3.1 01:</b> El jugador responde a un problema presentado en el escenario y gana puntos.</li> <li>• <b>R3.1 02:</b> El jugador podrá mover una ranita al tronco con la respuesta correcta al sinónimo de las palabras mostradas para llegar a su casita.</li> <li>• <b>R4.1 01:</b> El jugador podrá posicionar la respuesta correcta para completar la serie.</li> <li>• <b>R4.1 02:</b> El jugador posiciona la respuesta correcta y gana puntos.</li> <li>• <b>R5.1 01:</b> El jugador se moverá en un auto sobre los carriles colisionando con las respuestas sobre sinónimos y ganará puntos si acierta.</li> <li>• <b>R9.1 01:</b> El jugador podrá practicar lo abstracto con circuitos que se enciendan y si acierta, dar luz a toda una ciudad, si falla le quita la luz.</li> <li>• <b>R9.1 02:</b> El jugador observa una rotación y responde el resultado de la proyección del objeto.</li> <li>• <b>R11.1 01:</b> El jugador podrá escoger si algo es falso o verdadero el mayor número de veces en un tiempo dado, ganando puntos al final.</li> <li>• <b>R12.1 01:</b> El jugador al resolver un problema matemático evita la destrucción de sus columnas matemáticas.</li> </ul>	

**Tabla 13.** Historia de Usuario Épica N° 5

### 2.4.3. Consideraciones iniciales y construcción de artefactos de Scrum

En esta sección se procede a identificar las personas que cumplirán con los roles definidos por SCRUM, y a continuación con la construcción de los artefactos necesarios para iniciar el proceso de desarrollo y en base a ello se realiza una estimación del número de sprints y horas a laborarse por sprint.

- **Definición de roles**

En la tabla 14 se observa los nombres de las personas encargadas de cumplir con los roles que Scrum sugiere.

Rol	Encargados
Product Owner	PhD. Marco Santórum
Scrum Master	Paola Guamaní, Carlos Gutiérrez
Development Team	Paola Guamaní, Carlos Gutiérrez

**Tabla 14.** Roles Scrum definidos

- **Construcción de artefactos**

Para iniciar el proceso de desarrollo se requiere contar con el Product backlog y sus tareas, estas últimas se representan con historias del usuario en el presente proyecto.

Las historias de usuarios se elaboraron a partir de las historias épicas y el game script resultantes del uso de la metodología iPlus. El mapeo completo del paso de historias épicas y el game script a historias de usuario se observa en el Anexo 2: Documento de Scrum.

Se obtuvieron inicialmente 36 historias de usuario con sus tareas y criterios de aceptación, y en las tablas de la 15 a la 19 se muestran cinco historias de usuario a manera de ejemplo debido a la gran extensión de todas estas, y que se encuentran detalladas por completo en el Anexo 2: Documento de Scrum.

Historia de Usuario	
<b>Código:</b> HU01-01	<b>Título:</b> Registrar datos de usuarios
<b>Descripción:</b> Yo como jugador deseo registrar mi nombre, apellido, correo y contraseña.	
<b>Prioridad:</b> Media	<b>Estimación:</b> 6 horas
<b>Criterios de aceptación:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Un jugador se registra correctamente.</li><li>- Un jugador ingresa datos incompletos y aparece un mensaje de error.</li><li>- Un jugador ingresa datos inválidos y aparece un mensaje de error.</li></ul>	

**Tabla 15.** Historia de usuario HU01-01

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HU01-06	<b>Título:</b> Progreso del jugador
<b>Descripción:</b> Yo como jugador deseo que mi progreso sea guardado y lo pueda visualizar desde mi perfil	
<b>Prioridad:</b> Media	<b>Estimación:</b> 6 horas
<b>Criterios de aceptación:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualizar gráfica de puntaje promedio por campo.</li> <li>- Visualizar gráfica de puntaje promedio por juego dentro de cada campo.</li> <li>- Visualizar gráfica de todos los puntajes por cada juego.</li> <li>- Visualizar retroalimentación de un intento por juego por jugador.</li> </ul>	

**Tabla 16.** Historia de usuario HU01-06

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HU04-13	<b>Título:</b> Parametrización de preguntas
<b>Descripción:</b> Yo como administrador deseo ver, buscar y eliminar preguntas desde una lista.	
<b>Prioridad:</b> Media	<b>Estimación:</b> 12 horas
<b>Criterios de aceptación:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualizar preguntas en una lista separada por campo académico.</li> <li>- Eliminar una pregunta.</li> <li>- Buscar por palabra la/s preguntas correspondiente/s en la lista.</li> </ul>	

**Tabla 17.** Historia de usuario HU04-13

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HU05-23	<b>Título:</b> Juego Trivia millonaria
<b>Descripción:</b> Yo como jugador deseo responder preguntas matemáticas en trivia.	
<b>Prioridad:</b> Alto	<b>Estimación:</b> 18 horas
<b>Criterios de aceptación:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualizar trivia con 4 opciones.</li> <li>- Responde correctamente y acumula puntos.</li> <li>- Responde incorrectamente y termina el juego.</li> <li>- Termina el juego después de 4 preguntas.</li> <li>- Comodín 50/50 borra dos opciones incorrectas.</li> <li>- Comodín llamada muestra opción correcta el 75% de las veces.</li> <li>- Comodín público muestra porcentajes correctos el 75% de las veces.</li> </ul>	

**Tabla 18.** Historia de usuario HU05-23

<b>Historia de Usuario</b>	
<b>Código:</b> HU05-24	<b>Título:</b> Juego Autopista semántica
<b>Descripción:</b> Yo como jugador deseo responder preguntas a lo largo de una carretera.	
<b>Prioridad:</b> Alto	<b>Estimación:</b> 18 horas
<b>Criterios de aceptación:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualizar carretera.</li> <li>- Automóvil que se mueve por cualquiera de los tres carriles de una carretera.</li> <li>- Automóvil al chocar con una respuesta correcta se gana puntos.</li> <li>- El juego termina después de 2 min.</li> <li>- El automóvil al chocar una respuesta incorrecta no gana puntos y animación de explosión.</li> <li>- Mostrar preguntas cada 10 segundos y va disminuyendo progresivamente.</li> </ul>	

**Tabla 19.** Historia de usuario HU05-24

## Product backlog

Todas las historias de usuario elaboradas se incluyeron como las tareas del Product backlog, como se presenta en la tabla 20. De igual manera, estas historias son priorizadas luego con el Product Owner.

Código	Historia de usuario	Prioridad	Duración (horas)
HU01-01	Registrar datos de usuarios	Media	6
HU01-02	Perfil de usuario	Baja	4
HU01-03	Actualizar datos	Baja	5
HU01-04	Login de usuario	Baja	7
HU01-05	Recuperación de contraseña	Baja	7
HU01-06	Progreso del jugador	Media	6
HU02-07	Seguimiento del progreso del jugador	Media	3
HU02-08	Administración de usuarios	Baja	12
HU02-09	Tabla tutor	Media	12
HU02-10	Ver solicitudes de seguimiento	Baja	6
HU03-11	Ingreso desde internet	Baja	3
HU03-12	Diseño responsive	Baja	24
HU04-13	Parametrización de preguntas	Media	12
HU04-14	Crear y editar preguntas	Media	6
HU05-15	Navegación por la aplicación	Media	6
HU05-16	Menú de inicio	Media	5
HU05-17	Menú de pause	Media	7
HU05-18	Pantalla de ayuda	Baja	3
HU05-19	Pantalla de como jugar	Baja	5
HU05-20	Pantalla de Resultados	Media	12
HU05-21	Juego Agilidad numérica	Alto	30
HU05-22	Juego Regla de tres	Alto	18
HU05-23	Juego Trivia millonaria	Alto	18
HU05-24	Juego Autopista semántica	Alto	18
HU05-25	Juego Analogías musicales	Alto	18
HU05-26	Juego Trivia en Feria	Alto	18
HU05-27	Juego El Clasificador	Alto	18
HU05-28	Juego Trivia de la Isla	Alto	18
HU05-29	Juego Verdad o Falsedad	Alto	18
HU05-30	Juego Tour por Ecuador	Alto	18
HU05-31	Juego Ahogado en lava	Alto	18
HU05-32	Juego Girando engranajes	Alto	18
HU05-33	Juego Circuito eléctrico	Alto	18
HU05-34	Juego Saltando en ciencias	Alto	18
HU05-35	Juego Matriz Giratoria	Alto	18
HU-36	Creación del proyecto	Alto	24

**Tabla 20.** Product backlog



- **Estimación de sprints y duración**

Una vez establecido el Product backlog se procede a definir el número de sprints a ejecutarse y la duración de estos. Se definió que sean un total de 4 sprints a llevarse a cabo, con 3 semanas de duración por sprint, por 5 días a la semana y 5 horas al día.

En la tabla 21 se observa el Release planning establecido en base a la prioridad de las historias y el número de sprints definidos.

<b>Sprint 1</b>	<b>Sprint 2</b>	<b>Sprint 3</b>	<b>Sprint 4</b>
HU-36	HU05-27	HU01-01	HU03-11
HU05-21	HU05-28	HU01-02	HU03-12
HU05-22	HU05-29	HU01-03	HU04-13
HU05-23	HU05-30	HU01-04	HU04-14
HU05-24	HU05-31	HU01-05	HU05-15
HU05-25	HU01-06	HU02-07	HU05-16
HU05-26	HU05-33	HU02-08	HU05-17
HU05-20	HU05-34	HU02-09	HU05-18
	HU05-35	HU02-10	HU05-19

**Tabla 21.** Release planning

#### **2.4.4. Ejecución de Sprints en Scrum**

En esta sección se muestra cómo se alcanzó cada Sprint planning, a través de tareas y criterios de aceptación que permiten verificar que una historia fue “Terminada” (Done).

Cabe agregar que el término “Terminado” se usará a lo largo de la implementación de Scrum, y debe ser definido y de entendimiento común por el equipo de Scrum. En este proyecto se usa el término “Terminado” para indicar cuando una historia de usuario del Product backlog ha sido completada, es decir, cuando todos los criterios de aceptación de una historia se han cumplido y satisfacen al Product Owner, de forma que se acepta la historia de usuario como tal. El término también será usado para indicar que un incremento está completo y con potencial para ser desplegado, si el cliente así lo quisiera [28].

##### **2.4.4.1 Sprint 1**

Luego de realizarse el Sprint planning se definió el objetivo y el sprint backlog de este sprint.

- **Objetivo**

Elaborar un producto mínimo funcional que contenga los primeros 6 juegos seleccionados en el sprint backlog.

- **Sprint Planning**

Las historias de usuario seleccionadas para este sprint se muestran en la tabla 22, además se incluye la duración estimada para ejecutar cada historia. Para estimar la duración de cada historia de usuario, el equipo de desarrollo se basó en su experiencia previa en

proyectos similares, ya que Scrum establece que el mismo equipo de desarrollo debe proyectar la cantidad de esfuerzo (horas) que empleará al realizar las tareas durante cada sprint [28].

Código	Historia de usuario	Duración estimada (horas)
HU-36	Creación proyecto	24
HU05-21	Juego Agilidad numérica	18
HU05-22	Juego Regla de tres	18
HU05-23	Juego Trivia millonaria	18
HU05-24	Juego Autopista semántica	18
HU05-25	Juego Analogías musicales	18
HU05-26	Juego Trivia en Feria	18
HU05-20	Pantalla de Resultados	18

**Tabla 22.** Sprint Plannig del Sprint 1

#### ▪ Sprint Review

Este sprint finalizó con la presentación del primer incremento al Product Owner, el cual contiene los juegos funcionales: Agilidad numérica, Regla de tres, Trivia millonaria, Autopista semántica, Analogías musicales, Trivia en feria, y la pantalla de resultados que aparece al final de cada juego. El incremento fue satisfactorio para el cliente, pero agregó las siguientes observaciones:

- Se podría mejorar la forma de visualizarse los textos de preguntas extensas que superan el límite de su contenedor en el Juego Regla de tres
- Los botones que permiten ver más o menos texto del párrafo de lectura en el Juego Trivia en feria no son muy intuitivos y pueden mejorarse.

La tabla 23 contiene los criterios de aceptación aceptados y rechazados en el sprint 1.

Código	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Aceptado	Comentarios
HU-36	Creación proyecto	Aplicación de Ionic y repositorio en Gitlab e integración de Phaser.	Si	
		Aplicación de Nest js y repositorio en Gitlab.	Si	
		Base de datos implementada.	Si	
HU05-21	Juego Agilidad numérica	Visualizar el escenario.	Si	
		Destruir un meteorito al resolver una operación.	Si	
		Perder una vida cuando un meteorito choque.	Si	
		Terminar el juego al pasar 60 meteoritos.	Si	

Código	Historia usuario	Criterios de aceptación	Aceptado	Comentarios
HU05-21		Terminar el juego al perder 3 vidas.	Si	
		Visualizar la barra de estado.	Si	
HU05-22	Juego Regla de tres	Visualizar el escenario.	No	El texto de la pregunta excede visualmente el límite del contenedor y se ve mal.
		Visualizar una pregunta distinta cada vez.	Si	
		Intercambiar numerador y denominador de una operación matemática.	Si	
		Verificar si la operación está correcta.	Si	
		Terminar el juego después de 4 preguntas.	Si	
HU05-23	Juego Trivia millonaria	Visualizar escenario de trivias con 4 opciones y 3 comodines.	Si	
		Responder correctamente acumula puntos.	Si	
		Responde incorrectamente termina el juego.	Si	
		Termina el juego después de 4 preguntas.	Si	
		Comodín 50/50 borra dos opciones incorrectas.	Si	
		Comodín llamada muestra opción correcta el 75% de las veces.	Si	
		Comodín público muestra porcentajes correctos el 75% de las veces.	Si	
HU05-24	Juego Autopista semántica	Visualizar escenario de carretera.	Si	
		Automóvil que se mueve por cualquiera de los tres carriles de una carretera.	Si	
		Automóvil al chocar con una respuesta se gana puntos.	Si	
		El juego termina después de 2 min.	Si	
		El automóvil al chocar una respuesta incorrecta no gana puntos y animación de explosión.	Si	
		Mostrar preguntas cada 10 segundos y disminuir el tiempo progresivamente.	Si	
HU05-25	Juego Analogías musicales	Visualizar escenario de analogías.	Si	
		Sonido al conectar correctamente una analogía.	Si	
		Sonido al conectar mal una analogía.	Si	
		Juego termina después de 4 analogías.	Si	
HU05-26	Juego Trivia en Feria	Visualizar escenario de trivia y tiro al blanco.	Si	Los botones de ver más y menos texto no son intuitivos.
		Visualizar escenario con párrafo.	No	
		Responder correctamente acierta al tiro al blanco.	Si	
		Responde incorrectamente falla tiro al blanco.	Si	
		Juego termina luego de 4 preguntas.	Si	

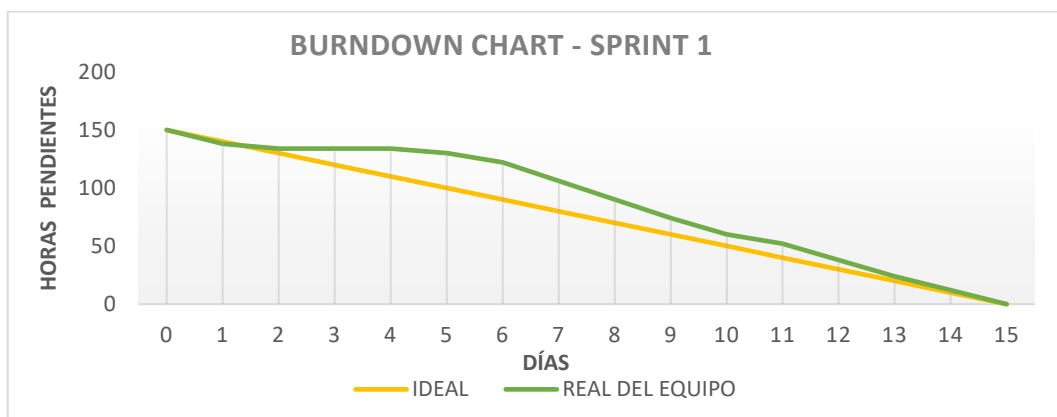
Código	Historia usuario	Criterios de aceptación	Aceptado	Comentarios
HU05-20	Pantalla de Resultado	Ver pantalla de resultados con su puntaje anterior y el puntaje medio global.	Si	
		Ver medallas si obtuvo más de 700 puntos.	Si	
		Guardar los resultados con botón Continuar.	Si	
		Reintentar el juego con botón Repetir.	Si	

**Tabla 23.** Revisión de criterios de aceptación del Sprint 1

- **Sprint Retrospective**

En esta primera iteración existieron retrasos en el cronograma a partir del día 2, puesto que no se poseía conocimiento suficiente en el marco de juegos HTML, Phaser, necesario para desarrollar los primeros juegos del sprint, por esta razón se empleó tiempo en dicho aprendizaje adicional; adicionalmente se empleó tiempo en la búsqueda de imágenes y sprites open source que permitirían la posterior creación de los escenarios de juegos. El tiempo de retraso se compensó con trabajo extra a partir del día 7 como se observa en la figura 16, la cual agrupa las horas de trabajo del equipo (2 personas) restantes en el proyecto a lo largo del tiempo.

Cabe mencionar que, al desarrollar cada juego, se utiliza tiempo extra creando imágenes y sprites propios que son necesarios para el escenario de ciertos juegos solicitados, esto debido a que las imágenes no se encontraron en la web.



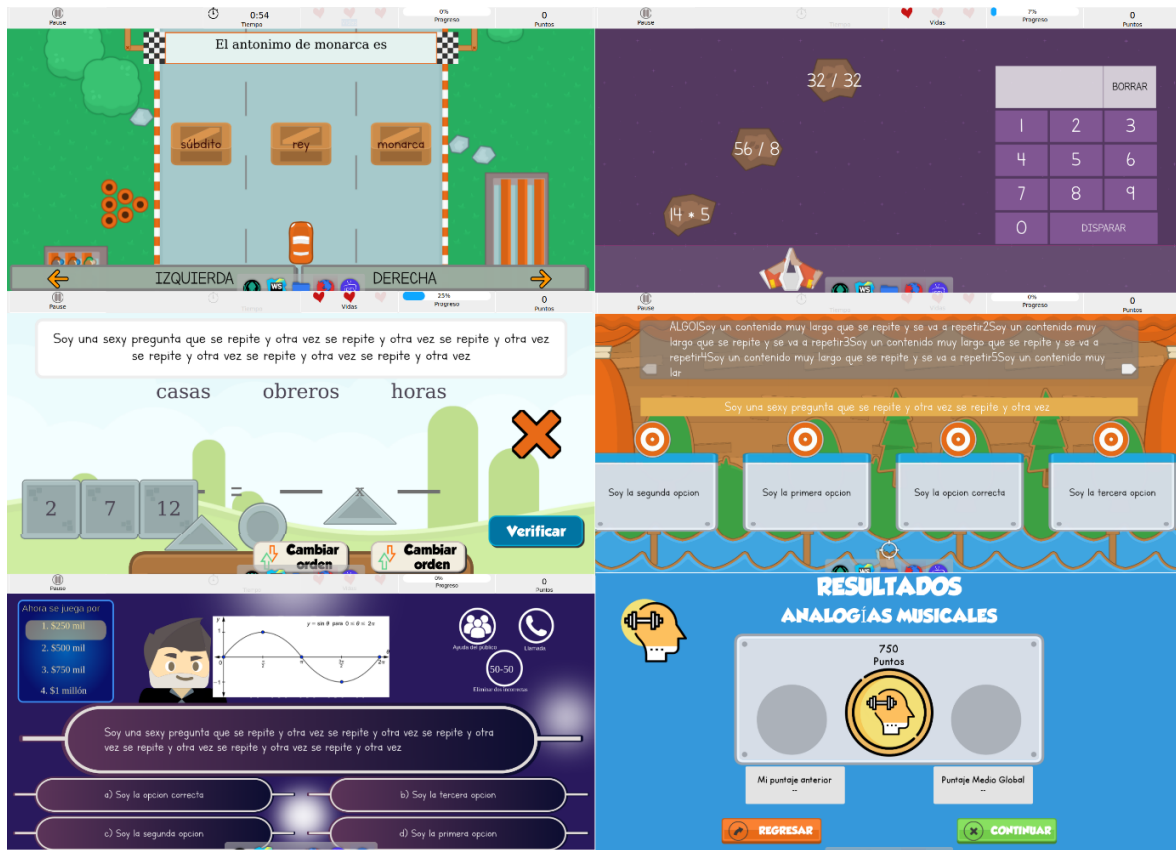
**Figura 16.** Burndown chart del Sprint 1

Ante las observaciones generadas en el Sprint review, se debe actualizar el Release planning, como se observa en la tabla 24, para las historias HU05-22 y HU05-26, las cuales no fueron aceptadas por los criterios mostrados en la tabla 23 y serán revisadas de nuevo con las modificaciones pertinentes en el siguiente Sprint review.

Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4
HU-36	HU05-22	HU01-01	HU03-11
HU05-21	HU05-26	HU01-02	HU03-12
HU05-22	HU05-27	HU01-03	HU04-13
HU05-23	HU05-28	HU01-04	HU04-14
HU05-24	HU05-29	HU01-05	HU05-15
HU05-25	HU05-30	HU02-07	HU05-16
HU05-26	HU05-31	HU02-08	HU05-17
HU05-20	HU01-06	HU02-09	HU05-18
	HU05-33	HU02-10	HU05-19
	HU05-34		
	HU05-35		

**Tabla 24.** Release planning actualizado en el Sprint 1

Por otro lado, en la figura 17 se evidencia el avance obtenido en esta iteración.



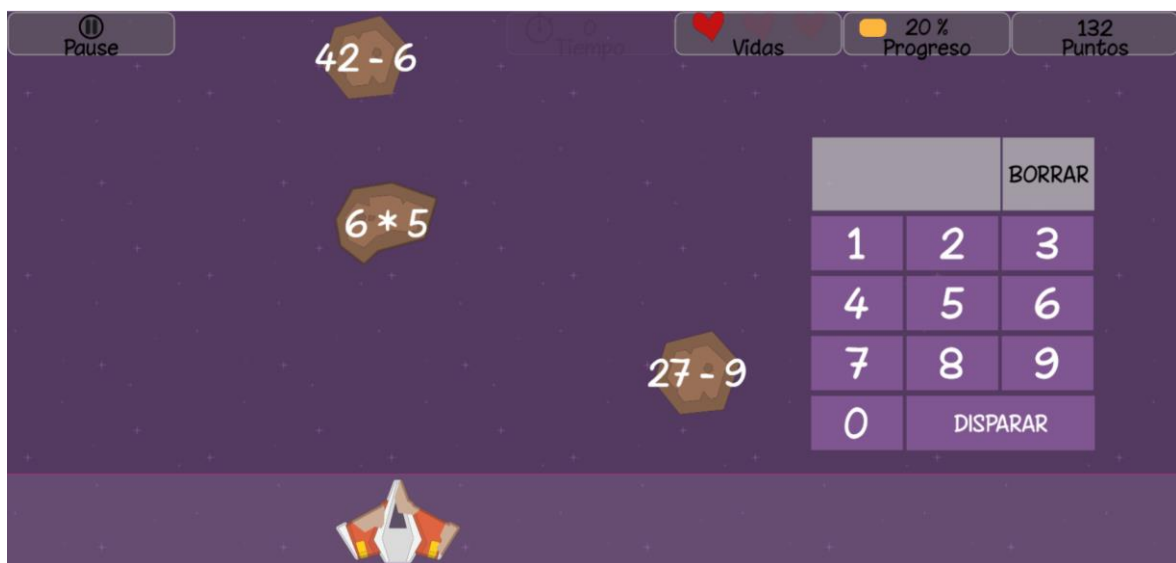
**Figura 17.** Juegos funcionales del Sprint 1

Este proceso se repite en los 4 sprints restantes, ya que inicialmente se estimaron 4 sprints, pero en el Sprint Review 4 se incluyeron nuevas funcionalidades que dieron lugar a dos historias de usuario nuevas, y con ello se decidió añadir un sprint 5 para realizar estas historias y corregir estilos y algunos problemas detectados. El detalle completo del desarrollo de todos los sprints se puede revisar en el Anexo 2: Documento de SCRUM.

Cabe mencionar que, la AEG inicialmente tuvo el nombre de “Entrenando Aptitudes” y que posteriormente fue cambiado a “Educaplay” por pedido del Product Owner, por lo cual algunas capturas presentan el nombre “Entrenando Aptitudes” en las fases de diseño, desarrollo y evaluación.

Las figuras de la 18 a la 36 evidencian el resultado resumido luego de concluir todos los sprints, dando lugar a la AEG “Educaplay”.

A continuación, en la figura 18 se muestra el juego Agilidad Numérica del campo de Matemáticas, el cual pone en práctica la resolución de operaciones matemáticas mientras la dificultad aumenta conforme pasa el tiempo.



**Figura 18.** Juego Agilidad Numérica del campo de Matemáticas

La figura 19 muestra el juego Regla de Tres del campo de Matemáticas, donde se puede practicar la formulación de reglas de tres mediante la colocación correcta de los bloques de piedra de la figura.



Figura 19. Juego Regla de Tres del campo de Matemáticas

La figura 20 muestra el juego Trivial Millonaria del campo de Matemáticas donde se practican conceptos y solución a problemas matemáticos, cabe mencionar que este juego consta con una serie de comodines que permiten al jugador tener una pista de la respuesta correcta.

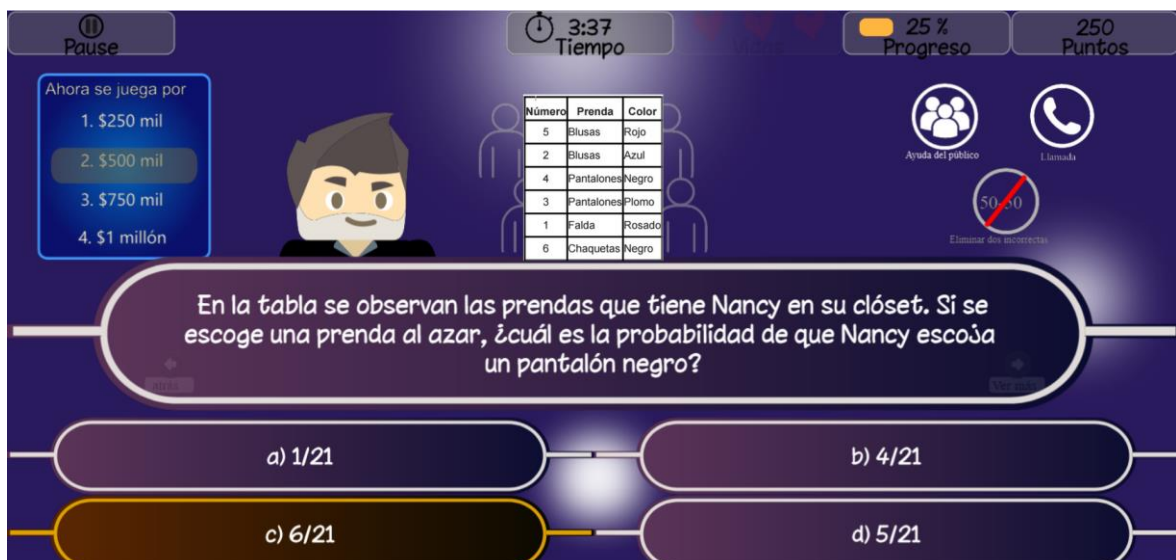
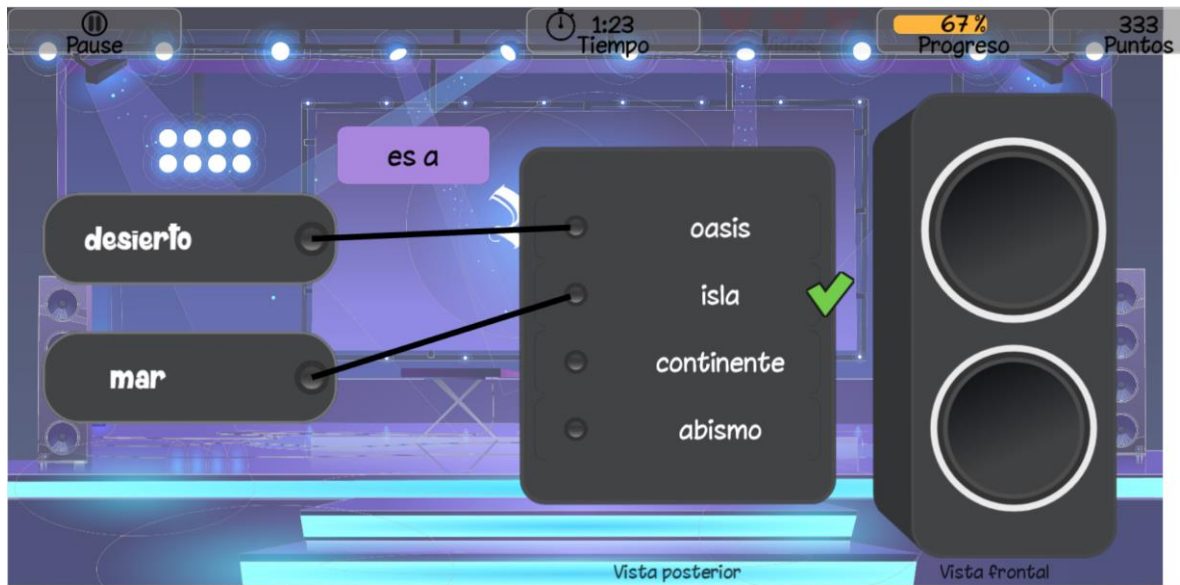


Figura 20. Juego Trivia Millonaria del campo de Matemáticas

La figura 21 muestra el juego Analogías Musicales del campo de Lenguaje donde se pone en práctica las analogías de palabras uniendo el cable con su analogía correcta.



**Figura 21.** Juego Analogías Musicales del campo de Lenguaje

La figura 22 muestra el juego Autopista Semántica del campo de Lenguaje que permite practicar sinónimos y antónimos mediante un auto que choca con la caja de la respuesta correcta seleccionada por el jugador.



**Figura 22.** Juego Autopista Semántica del campo de Lenguaje



La figura 23 muestra el juego Trivia en Feria del campo de Lenguaje, el cual permite practicar preguntas de lectura o conceptos de lenguaje disparando al blanco con la opción correcta.



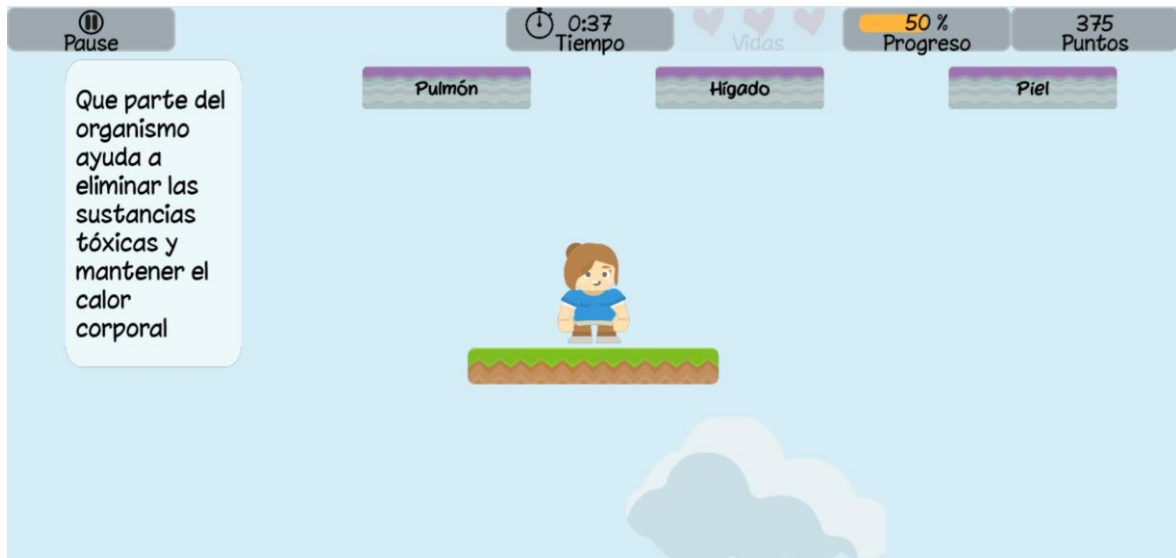
**Figura 23.** Juego Trivia en Feria del campo de Lenguaje

La figura 24 muestra el juego Clasificador del campo de Ciencias Naturales que pone en práctica la clasificación de diversos elementos, compuestos y seres vivos al clasificarlos antes de que el objeto desaparezca.



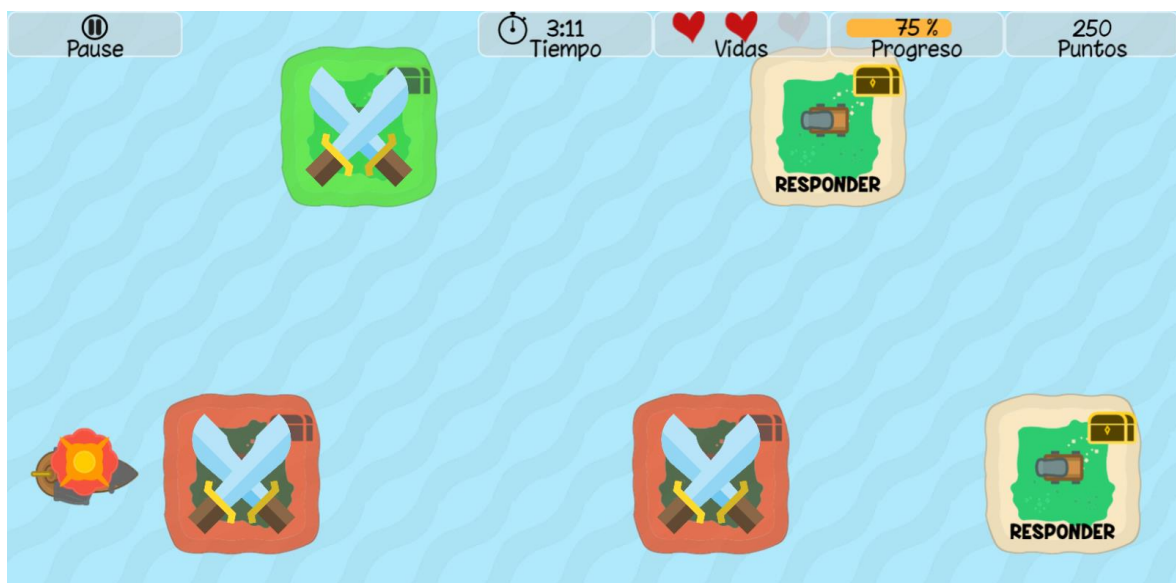
**Figura 24.** Juego Clasificador del campo de Ciencias Naturales

La figura 25 muestra el juego Saltando en Ciencias del campo Ciencias Naturales que permite practicar conocimientos variados de ciencias naturales mediante el personaje de una niña que intenta llegar a la cima mientras responde las preguntas.



**Figura 25.** Juego Saltando en Ciencias del campo de Ciencias Naturales

La figura 26 muestra el juego Trivia de la Isla del campo Ciencias Naturales que permite practicar conceptos de Ciencias Naturales mediante un barco que va visitando islas para resolver trivias, que al ser respondidas correctamente le dan puntos o lo intentarán hundir si responde incorrectamente.



**Figura 26.** Juego Trivia de la Isla del campo de Ciencias Naturales

La figura 27 muestra el juego Ahogado en Lava del campo de Ciencias Sociales el cual permite practicar fechas y conceptos de ciencias sociales con una mecánica similar al juego del ahorcado.



**Figura 27.** Juego Ahogado en Lava del campo de Ciencias Sociales

La figura 28 muestra el juego Verdad o Falsedad del campo de Ciencias Sociales que pone en práctica los conocimientos sobre varios acontecimientos históricos respondiendo verdad o falsedad del enunciado que se muestra en pantalla. En caso de que se haya equivocado el jugador, se le muestra una retroalimentación acerca del enunciado fallido.



**Figura 28.** Juego Verdad o Falsedad del campo de Ciencias Sociales

La figura 29 muestra el juego Tour por el Ecuador del campo de Ciencias Sociales donde se practica conocimientos generales del Ecuador y su actualidad en sus diferentes regiones mediante trivias y un tour informativo.



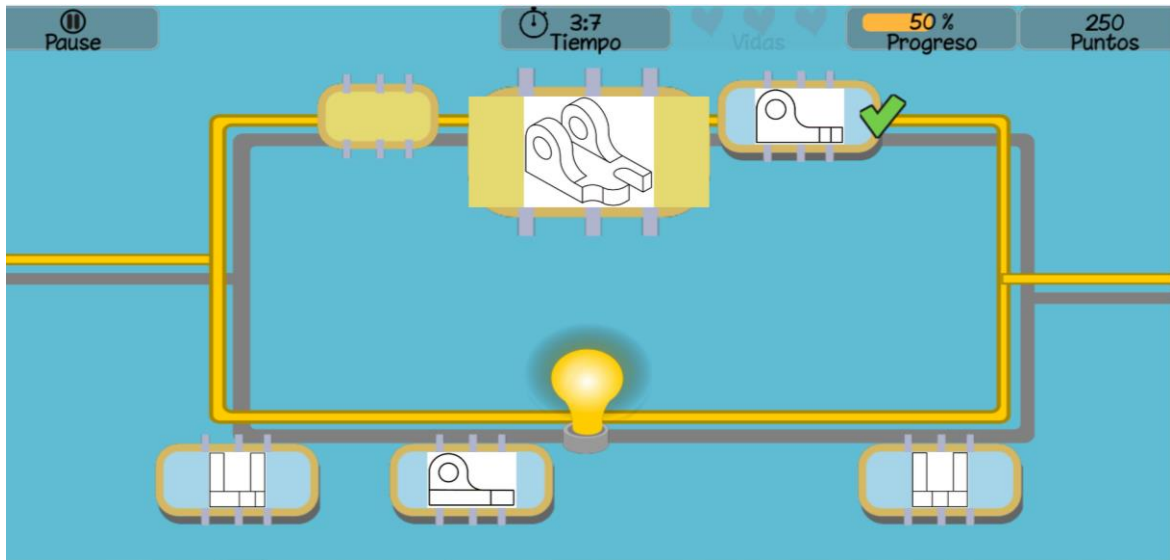
**Figura 29.** Juego Verdad o Falsedad del campo de Ciencias Sociales

La figura 30 muestra el juego Matriz Giratoria del campo abstracto que pone en práctica la percepción espacial y la memoria, mediante el reto de encontrar todas las áreas pintadas de una matriz después de que ésta haya rotado.



**Figura 30.** Juego Matriz Giratoria del campo abstracto

La figura 31 muestra el juego Circuito eléctrico del campo abstracto donde el jugador deberá completar un circuito para encender una bombilla colocando la resistencia con la respuesta correcta al patrón mostrado. El patrón puede ser gráfico o numérico.



**Figura 31.** Juego Circuito Eléctrico del campo abstracto

La figura 32 muestra el juego Engranajes del campo abstracto que mediante el razonamiento deductivo busca que el jugador decida hacia donde debe girar el engranaje rojo para que el engranaje verde siempre gire a la derecha.



**Figura 32.** Juego Engranajes del campo abstracto

En la figura 33 se observa la interfaz del progreso del jugador donde se muestra mediante gráficos de barras sus puntajes medios por materia y juego. También se puede visualizar el progreso del jugador en un gráfico de barras por intento de un juego.

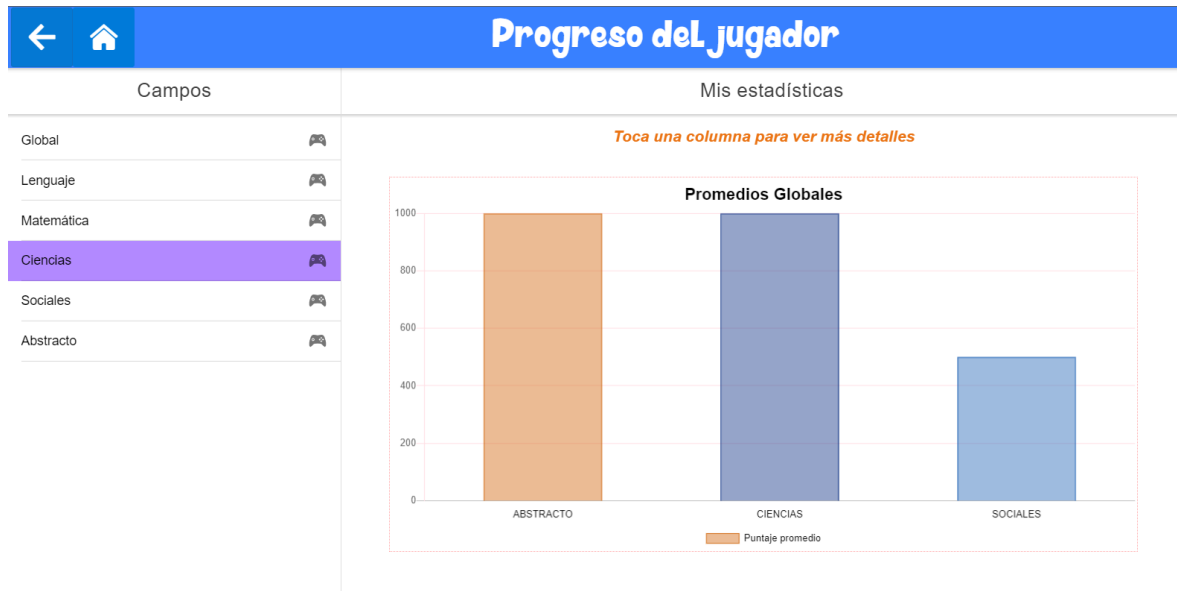


Figura 33. Sección del progreso del estudiante

En la figura 34 se muestra la interfaz del resumen del intento de un juego para que el jugador pueda revisar que preguntas falló y/o acertó.



Figura 34. Resumen de un intento de un juego

En la figura 35 se puede observar la interfaz del módulo de usuarios que permite la visualización, creación, edición y eliminación de usuarios registrados en la AEG.

Lista de usuarios		
Nombre	Email	Acciones
Cami Campos	cami_cleo@hotmail.com	<a href="#">Ver</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Progreso</a> <a href="#">Borrar</a>
Luna Mamau	peromichii@hotmail.com	<a href="#">Ver</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Progreso</a> <a href="#">Borrar</a>
Invitado entrenando	soyelinvitado@fake.com	<a href="#">Ver</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Progreso</a> <a href="#">Borrar</a>
carlos gutierrez	carlos@gmail.com	<a href="#">Ver</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Progreso</a> <a href="#">Borrar</a>

**Figura 35.** Sección administración de usuarios

La figura 36 expone la interfaz del módulo de parametrización de preguntas para ver, editar, crear y eliminar preguntas de los juegos con contenido parametrizable.

Lista de preguntas de Matemática	
Pregunta	Acciones
Si hay 6 puntos no colineales marcados en un papel, ¿cuál es el número de triángulos que se pueden trazar?	<a href="#">Ver</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
Si se debe realizar con los números del 1 al 5, códigos de cuatro dígitos para una tienda de ropa sin que se repitan sus dígitos, ¿cuántos códigos se pueden formar?	<a href="#">Ver</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
¿Cuántos puntos de tres coordenadas (x, y, z), se pueden generar con los dígitos 0, 1, 2, 3, 4; teniendo en cuenta que no es posible repetir los números?	<a href="#">Ver</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
Dentro de un barrio se identifican 12 puntos estratégicos que las autoridades han decidido vigilar; para lo cual se colocan cámaras de seguridad. Si se considera que no se instalan más de 2 cámaras en una misma	<a href="#">Ver</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>

**Figura 36.** Sección parametrización de preguntas

#### 2.4.5. Entrega del producto al cliente

La entrega del producto permite culminar la etapa de desarrollo, la aplicación fue alojada correctamente en el servidor proveído por el cliente, servidor de la FIS-EPN, y también se entregó el manual de usuario del aplicativo.

## **2.5. Resumen del capítulo**

En este capítulo se presenta la revisión de la arquitectura implementada en la aplicación y las herramientas y recursos de los cuales se dispuso durante el desarrollo, una breve revisión del proceso que define iPlus y las salidas obtenidas durante su aplicación, un resumen del marco ágil Scrum, los artefactos creados para iniciar el proceso de desarrollo, y el detalle de un sprint completo obtenido durante este proceso, así como el producto final obtenido.



## CAPÍTULO 3: EVALUACIONES, PRUEBAS Y RESULTADOS

### 3.1. Evaluación heurística

Luego de ejecutarse la metodología iPlus, se realiza el diseño de las interfaces de la aplicación requerida, las cuales permiten orientar de mejor manera el diseño de la aplicación durante el desarrollo. Además, las interfaces diseñadas pasan por un proceso de evaluación heurística para asegurar que el diseño por implementarse cumple con heurísticas de usabilidad, permitiendo una mayor afinación del producto final.

La evaluación del diseño de mockups (bosquejo de interfaces) se ejecuta aplicando dos grupos de heurísticas: las de Jakob Nielsen y las de Pinelle, las cuales son generales y aplicables a la evaluación de usabilidad de cualquier interfaz web [56] y de interfaces de juegos [57], respectivamente.

La evaluación heurística es una observación realizada por un experto sobre una interfaz para generar un juicio de lo bueno y malo de la interfaz basándose en una serie de principios [56].

Las heurísticas de Nielsen se utilizan para evaluar una interfaz web y pueden ser aplicadas desde el diseño, permiten detectar que la interfaz cumpla con ciertos principios que se detallan en la tabla 25, los cuales buscan que la interfaz sea simple, tenga diálogos que sean útiles y entendibles, que su uso sea intuitivo, que sus elementos sean consistentes, que de facilidad de uso para usuarios principiantes y avanzados, posea documentación, y tenga un buen manejo y prevención de errores [56].

Las heurísticas de Pinelle son específicas para video juegos y permiten comprobar aspectos como el comportamiento apropiado de las unidades que son controladas únicamente por el computador, las respuestas del video juego ante una acción del usuario, la ubicación y estado del jugador en el juego [57], entre otros. La lista de heurísticas se detalla en la tabla 26.

Las tablas 25 y 26 contienen las heurísticas de Nielsen y de Pinelle, respectivamente. Estas fueron organizadas en base a su orientación para la evaluación y se omitieron aquellas que se repiten en una u otra tabla, puesto que evalúan la misma temática.

Código	Heurística	Definición
<b>Tipo de Heurística: Guía de Usuario</b>		
H1	Sugerencias	Dar a los usuarios una guía para acciones específicas.
H2	Comentarios	Proveer comentarios sobre el posible comportamiento de la aplicación frente a determinadas acciones.
H3	Arquitectura de la información	Dar una organización a la información dentro de la aplicación.

<b>Código</b>	<b>Heurística</b>	<b>Definición</b>
H4	Agrupación / distinción	Dar facilidad para agrupar elementos de características similares y para distinguir elementos de características diferentes.
<b>Tipo de Heurística: Esfuerzo de usuario</b>		
H5	Consistencia	Mantener la consistencia de los elementos de la interfaz para que realicen siempre un mismo propósito.
H6	Carga de trabajo cognitivo	Reducir la cantidad de información que debe memorizar el usuario para utilizar la aplicación.
H7	Acciones mínimas	Facilitar al usuario realizar una acción con la menor cantidad de pasos.
<b>Tipo de Heurística: Control de Usuario y libertad</b>		
H8	Acciones explícitas del usuario	La aplicación solo debe realizar lo que el usuario ha solicitado.
H9	Control de usuario	Dar al usuario facilidad para deshacer y rehacer una acción dentro de la aplicación.
<b>Tipo de Heurística: Soporte al usuario</b>		
H10	Compatibilidad con el usuario	La aplicación debe comunicarse con el usuario mediante un lenguaje que le sea conocido al usuario.
H11	Guía de tareas y soporte	Proporcionar al usuario guías y documentos que le permitan desenvolverse dentro de la aplicación.
H12	Gestión de errores	Tratar de prevenir los errores y de no ser posible identificarlos y recuperarse de los mismos.

**Tabla 25.** Heurísticas de Nielsen [56]

<b>Tipo de Heurística: Jugabilidad</b>		
<b>Código</b>	<b>Heurística</b>	<b>Definición</b>
H13	Personalización del ambiente	Dar facilidad a los usuarios para ajustar el sonido, video y dificultad según su preferencia.
H14	Comportamiento de NPC's	Proveer de un comportamiento lógico, predecible y automatizado a las unidades que son controladas por el computador.
H15	Visión clara del ambiente	Proporcionar vistas sin obstáculos que sean apropiadas para las acciones actuales del usuario y pueda captar la información visual de su ambiente.
H16	Omitir contenido no vital	Permitir a los usuarios omitir contenido no reproducible y repetitivo, donde no interviene el jugador.
H17	Entradas de controles intuitivas y personalizables	Proporcionar entradas de controles (ej. Comandos de las teclas) intuitivas, rápidas, personalizables y de fácil aprendizaje.
H18	Controles de las acciones	Proporcionar controles que sean fáciles de manejar y con un nivel apropiado de sensibilidad y capacidad de respuesta.
H19	Instrucciones y ayuda	Proporcionar instrucciones, capacitación y ayuda o asistencia.
H20	Representaciones visuales como ayuda o estado.	Proporcionar representaciones visuales que sean fáciles de interpretar y que minimicen la micro gestión y así facilite encontrar elementos necesarios.

**Tabla 26.** Heurísticas de Pinelle [57]

Para garantizar un orden en el modelado de las interfaces se sigue las siguientes etapas:

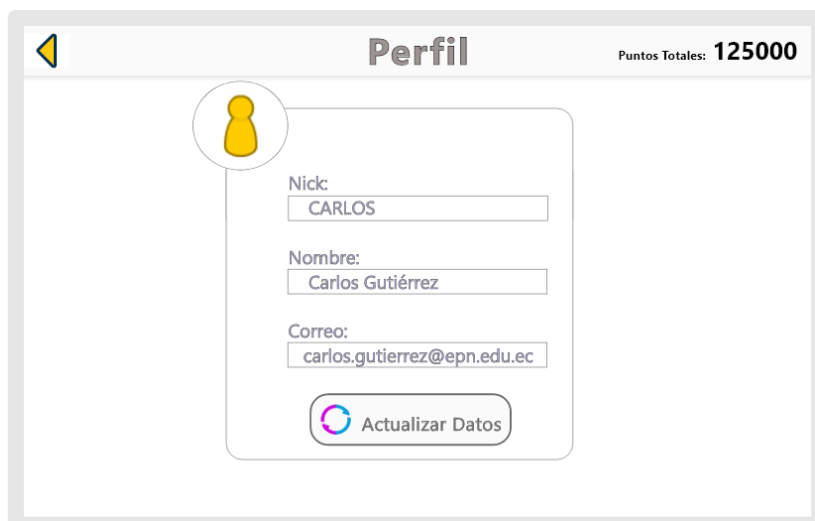
- **Creación del diseño preliminar:** Se realizan las interfaces preliminares de los juegos que provienen de los requerimientos obtenidos, esto sin aún aplicar las heurísticas.
- **Iteraciones de diseño aplicando heurísticas:** El experto en usabilidad realiza la evaluación heurística, en este caso con Nielsen y Pinelle, al diseño preliminar para encontrar posibles problemas en el mismo, y ya con las observaciones recibidas se procede a realizar mejoras a los mockups, siguiendo las heurísticas establecidas. Este proceso es iterativo hasta alcanzar un diseño estable y satisfactorio en usabilidad, de manera que en esta fase se observa la evolución de los mockups.
- **Creación del diseño final:** Se procede a realizar el diseño final, el cual contiene la versión definitiva de las interfaces que cumplen con las heurísticas. Este diseño es el que pasará a la fase de desarrollo para guiar a los desarrolladores.

Las siguientes figuras de la 37 a la 39 son ejemplos de cómo se observaba el diseño preliminar de los mockups, no obstante, el diseño preliminar completo, las distintas iteraciones de mockups y el diseño final pueden ser revisados con amplio detalle en el Anexo 3: Documento de diseño.



**Figura 37.** Ejemplo del Diseño preliminar de la interfaz de Bienvenida

Como se puede apreciar en la figura 37, la interfaz de bienvenida elaborada en el diseño preliminar presentaba problemas en usabilidad como el impedimento para el registro e inicio de sesión puesto que no existía botones que permitan esa funcionalidad, tampoco poseía el título final de la aplicación ni información adicional que permita explicar de qué trata la aplicación.



**Figura 38.** Ejemplo del diseño preliminar del Perfil

La figura 38 representa la interfaz preliminar del perfil de usuario, en este diseño se evidencia que solo existía información del usuario y la posibilidad de actualizarla, pero presentaba problemas en navegación, puesto que no existía una barra de navegación que permita al usuario moverse a través de la aplicación, este último aspecto se encontraba ausente en el resto de las rutas.



**Figura 39.** Ejemplo del diseño preliminar de un juego

La figura 39 representa el prototipo inicial de uno de los juegos, y más allá de indicar que tipo de imágenes podrían dar vida al juego, se evidencia con respecto a la usabilidad que no existía un menú de pause que permita pausar, salir o reiniciar el juego, tampoco se incluía una barra de estado del juego que indique la puntuación actual, las vidas, el progreso o el tiempo restante, estos aspectos posteriormente fueron agregados a todos los juegos en el diseño final. Además, se aprecia que no existía diferencia entre un cuadro de texto y un botón lo que podía confundir a los usuarios.

De este modo, las restantes interfaces de la aplicación fueron diseñadas, y para asegurar una adecuada usabilidad en los diseños debían pasar por la evaluación heurística realizada por el experto en usabilidad, Ing. Juan Benavides, este experto utilizó las heurísticas de Nielsen y las de Pinelle al momento de evaluar las interfaces de diseño, además utilizó una escala de evaluación heurística del 0 al 4, en donde 0 indica que lo evaluado no es considerado un problema y 4 indica que el problema encontrado es catastrófico y debe ser resuelto de inmediato [58].

A continuación, en la figura 40 se muestra un fragmento, debido a su gran extensión, de la penúltima evaluación heurística recibida por parte del experto en usabilidad, esta evaluación contiene puntuaciones del 1 al 4, las cuales indican que grado de problema de usabilidad tiene cada tarea de la aplicación para cada heurística, en la figura 41 se observa la escala utilizada.

Evaluación Heurística																					
UI	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
<i>TAREAS COMO JUGADOR</i>																					
<i>TAREAS MENU PRINCIPAL</i>																					
T1	VER E INGRESAR A LOS CAMPOS (MATEMATICA, LENGUAJE, CIENCIAS, SOCIALES, ABSTRACTO) EN EL MENÚ DE INICIO	0	0	1	1	1	0	0	3	0	1	3	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
T2	VER E INGRESAR A LOS JUEGOS DE UN CAMPO	0	0	1	1	0	0	1	3	0	0	2	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
T3	ACTIVAR O DESACTIVAR SONIDO	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
T4	IR A SOLICITUDES DE SEGUIMIENTO (SOLICITUDES DE QUIENES QUIEREN SEGUIR MI PROGRESO)	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

**Figura 40.** Evaluación heurística del experto

Severidad	Significado
0	No es considerado, en su totalidad, un problema de usabilidad.
1	Problema apenas estético: no necesita ser modificado, al menos que haya tiempo disponible
2	Problema menor de usabilidad: la solución de ese problema deberá tener baja prioridad.
3	Problema mayor de usabilidad: es importante resolverlo, para eso deberá ser dado alta prioridad
4	Catástrofe de usabilidad: es obligatorio resolverlo, antes de que el producto sea divulgado.
N/A	No aplica. Use esta severidad cuando sea necesario.

**Figura 41.** Escala de evaluación de heurísticas

La tabla 27 expone las observaciones del experto en usabilidad recibidas durante la evaluación heurística antes mencionada, las mismas que fueron consideradas para realizar mejoras en los mockups y que permitió obtener el diseño final de los mockups de la aplicación, puesto que la siguiente y última evaluación heurística no evidenció más problemas de usabilidad severos en el diseño.

Código de UI	Observación
T1	En la pantalla principal falta un mensaje pequeño que diga que hacer por ejemplo "Seleccione un escenario a jugar".
T19	En el juego de Regla de tres cuando pones cambiar filas se reactiva el sonido, en el juego de "Quién quiere ser millonario" se va solo la música, pero siguen los efectos de sonido mantener ese estándar en todos.
T26	Los textos se cortan mal entre cada caja de texto haciendo difícil seguir la lectura.
T27	No existe instrucción sobre jugabilidad, no es intuitivo el salto dentro del juego (poner algo pequeño o pintar de colores en dónde empezar).
T28	Algunos mensajes de las preguntas se cortan de tal manera que hace difícil leer la pregunta
T30	El fondo tiene marcas de agua que hace molesto ver el juego, se sugiere quitarlas.
T31	La letra debería desaparecer cuando se falla, se clikea de manera errónea y contabiliza el error.
T41	Se recomienda colocar un ícono en cada elemento de las acciones, por ejemplo, un basurero junto a borrar.

**Tabla 27.** Observaciones de la penúltima evaluación heurística

Es así como la evaluación heurística aportó de gran manera al desarrollo de la aplicación, puesto que permitió detectar y solucionar problemas de usabilidad previo a la etapa de desarrollo, optimizando el tiempo de desarrollo y generando un producto final más afinado.

### 3.2. Pruebas de funcionalidad

Las pruebas de funcionalidad permiten validar el comportamiento o funcionalidad de la aplicación implementada son las pruebas de caja negra, éstas se enfocan en el funcionamiento externo, en los requerimientos funcionales de la aplicación [59].

Ante lo cual se han definido casos de prueba a partir de los requerimientos y criterios de aceptación definidos inicialmente, y se ha aplicado el formato utilizado en [60] donde se establecen los resultados esperados ante una entrada dada para permitir determinar si se cumple y acepta el caso de prueba. La aceptación de los casos de prueba fue basada en la funcionalidad esperada por el Product Owner, quién daba su visto bueno cuando un caso de prueba era cumplido satisfactoriamente.

A continuación, en la tabla 28 se muestra un fragmento de las pruebas de funcionalidad y que corresponden a los primeros tres juegos de la aplicación. Las pruebas de funcionalidad restantes se pueden revisar en el Anexo 4: Documento de pruebas de funcionalidad.

<b>Caso Juego</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultado Esperado</b>	<b>Resultado Obtenido</b>	<b>Cumple</b>
Juego Agilidad numérica	CPJ01	Verificar que los elementos de gamificación funcionen en el escenario al ingresar al juego presionando el botón "Jugar".	Escenario con distribución de imágenes y efectos de sonido completo.	Escenario con distribución de imágenes y efectos de sonido completo.	Si
	CPJ02	Verificar que se destruya un meteorito al resolver una operación y ganar puntos.	Meteorito destruido al responder bien y gana puntos.	Meteorito destruido al responder bien y gana puntos.	Si
	CPJ03	Verificar que se pierda una vida cuando un meteorito choque con la zona de la nave.	Se disminuyó en uno las vidas.	Se disminuyó en uno las vidas.	Si
	CPJ04	Verificar que, teniendo aún vidas el juego termine al pasar 60 meteoritos.	El juego finaliza luego de 60 meteoritos.	El juego finaliza luego de 60 meteoritos.	Si

<b>Caso Juego</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultado Esperado</b>	<b>Resultado Obtenido</b>	<b>Cumple</b>
Juego Agilidad numérica	CPJ05	Verificar que el juego termine al perder las 3 vidas.	El juego finaliza cuando ya no tiene vidas.	El juego finaliza cuando ya no tiene vidas.	Si
	CPJ06	Verificar que la barra de estado cumple su función.	La barra de estado sí contabiliza vidas, tiempo, puntaje, progreso y pausa el juego.	La barra de estado sí contabiliza vidas, tiempo, puntaje, progreso y pausa el juego.	Si
Juego Regla de tres	CPJ07	Verificar que los elementos de gamificación funcionen en el escenario al ingresar al juego presionando el botón "Jugar".	Escenario con distribución de imágenes y efectos de sonido completo.	Escenario con efectos de sonido correcto, pero con imágenes descuadradas.	No
	CPJ08	Verificar que aparezca una pregunta distinta cada vez.	Se muestra un texto de pregunta distinto al pasar a nueva pregunta.	Se muestra un texto de pregunta distinto al pasar a nueva pregunta.	Si
	CPJ09	Verificar que se intercambie el numerador y denominador de una operación al presionar el botón "Intercambiar".	Se intercambian el numerador y denominador de la operación.	Se intercambian el numerador y denominador de la operación.	Si
	CPJ10	Verificar que se muestre un visto o una equis cuando la operación está correcta o incorrecta, respectivamente, al presionar el botón "Verificar".	Se muestra si acertó o no a la operación.	Se muestra si acertó o no a la operación.	Si
	CPJ11	Verificar que el juego termine después de 4 preguntas.	El juego finaliza cuando pasan 4 preguntas.	El juego finaliza cuando pasan 4 preguntas.	Si
	CPJ12	Verificar que los elementos de gamificación funcionen en el escenario al ingresar al juego presionando el botón "Jugar".	Escenario con imágenes y efectos de sonido completo.	Escenario con imágenes y efectos de sonido completo.	Si
Juego Trivia millonaria	CPJ12	Verificar que los elementos de gamificación funcionen en el escenario al ingresar al juego presionando el botón "Jugar".	Escenario con imágenes y efectos de sonido completo.	Escenario con imágenes y efectos de sonido completo.	Si



Caso Juego	Código	Descripción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Cumple
Juego Trivia millonaria	CPJ13	Verificar que al responder correctamente se acumulen puntos.	Se muestran más puntos al acertar la pregunta.	Se muestran más puntos al acertar la pregunta.	Si
	CPJ14	Verificar que al responder incorrectamente se termine el juego.	El juego finaliza al fallar una pregunta.	El juego finaliza al fallar una pregunta.	Si
	CPJ15	Verificar que termine el juego después de 4 preguntas.	El juego finaliza cuando pasan 4 preguntas.	El juego finaliza cuando pasan 4 preguntas.	Si
	CPJ16	Verificar que al presionar el botón "50/50" se borren dos opciones incorrectas.	Se eliminaron 2 opciones.	Se eliminaron 2 opciones.	Si
	CPJ17	Verificar que al presionar el botón "llamada" se muestre la opción correcta el 75% de las veces.	Se muestra una opción como correcta en el 75% de las veces intentadas.	Se muestra una opción como correcta en el 75% de las veces intentadas.	Si
	CPJ18	Verificar que al presionar el botón "ayuda público" se muestren porcentajes del grado de correcto de las preguntas el 75% de las veces.	Se muestra tabla con porcentajes por cada pregunta aún mostrada en el 75% de las veces intentadas.	Se muestra tabla con porcentajes por cada pregunta aún mostrada en el 75% de las veces intentadas.	Si

**Tabla 28.** Ejemplo de las pruebas de funcionalidad

Como se observa en estas pruebas existió un problema en el caso de prueba CPJ07, ante lo cual posteriormente se realizaron los cambios pertinentes que solucionaron el problema y así se aceptó el caso de prueba.

### 3.3. Evaluación de usabilidad con el usuario final

Una vez finalizada la aplicación se procede a realizar la evaluación de usabilidad con el usuario final. El proceso de evaluación usa los cuestionarios The Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) para evaluar la satisfacción en usabilidad [61] y el cuestionario Perceived Usefulness (PU) adaptado para evaluar la utilidad en usabilidad [62].

El proceso de evaluación a seguirse es una adaptación del proceso de evaluación de usabilidad definido en [60]. La primera etapa corresponde a la identificación de los participantes, la segunda etapa corresponde a la planificación de la evaluación, la tercera etapa es la evaluación en sí misma, la cuarta etapa expone los resultados obtenidos y la quinta etapa muestra el análisis de los resultados [60].

### **3.3.1. Identificación de los participantes**

Dentro de la aplicación están claramente identificados dos roles: el rol “administrador”, que tiene las capacidades de ver y gestionar los usuarios y el contenido de las preguntas de la aplicación, y el rol “jugador”, quién va a interactuar con cada uno de los juegos, y va a enviar solicitudes de amistad a usuarios para seguir sus actualizaciones y progresos en el juego.

Según Nielsen, en su estudio “A mathematical model of the finding of usability problems” [63] muestra que un mínimo de 5 usuarios es necesario para hallar el 85% de los problemas de usabilidad. En esta aplicación en particular se necesitará 5 participantes por cada rol, es decir, 10 participantes ya que cada rol maneja solo una parte de la funcionalidad de la aplicación.

#### **Participantes rol administrador**

Los participantes del rol “administrador” deben estar relacionados con la enseñanza, de modo que tengan los criterios necesarios para agregar nuevo contenido a la aplicación. Para la evaluación se cuenta con la participación de cinco docentes voluntarios, que se encuentran enseñando a estudiantes de nivel de bachillerato en distintas instituciones educativas.

#### **Participantes rol jugador**

Los participantes para el rol “Jugador” deben estar cursando el bachillerato y se encuentran inscritos en una institución ecuatoriana. Para la evaluación se cuenta con la participación voluntaria de cinco estudiantes de la institución “Colegio Técnico Ecuador”.

### **3.3.2. Planificación**

Se planificó realizar una inducción del uso de la aplicación a los jugadores al inicio de la evaluación, seguido de la ejecución de tareas definidas en la aplicación y finalmente se realiza la evaluación de usabilidad de la aplicación mediante cuestionarios específicos.

### 3.3.2.1 Inducción a la aplicación

Se explica a los participantes ¿Qué es y para qué sirve? la aplicación “Educalandia” y las tareas a seguir para la evaluación de usabilidad de esta aplicación.

### 3.3.2.2 Ejecución de tareas

Los participantes proceden a realizar las tareas definidas en la aplicación para que la conozcan y naveguen por la misma. Las tareas definidas son aquellas definidas en las tablas 29 y 30.

Tareas rol “jugador”	
Tarea	Descripción
Registrarse en la aplicación y luego ingresar a la misma con la cuenta recién creada.	Crear una cuenta de usuario en la aplicación y luego ingresar a la aplicación con la cuenta creada.
Entrar al campo “Lenguaje” y entrar al juego “Autopista Semántica” y jugarlo hasta que aparezca el mensaje de Fin de juego.	Escoger un juego de cualquier campo académico, comprender las instrucciones que aparezcan y jugarlo hasta que termine o pierda.
Pausar y reanudar el juego mientras se está jugando.	Mientras juega, pausar el juego y luego reanudarlo.
Activar y desactivar el sonido del juego mientras se está jugando.	En el menú de pause activar y desactivar el sonido.
Reiniciar el juego mientras se está jugando.	Mientras juega, ir al menú de pause y reiniciar el juego.
Jugar un juego de cada campo académico.	Entrar a cada campo académico y jugar 1 juego cualquiera en cada campo.
Agregar un nuevo amigo a mi lista de amigos para seguir su progreso.	En el menú, seleccionar el botón Amigos y agregar un amigo con el correo “amigoepn@gmail.com”.
Ver la lista de los amigos que agregué.	En el menú, seleccionar el botón Amigos, y ver los jugadores que fueron agregados.
Rechazar una solicitud de amistad.	En el menú, seleccionar el botón de Solicitudes, y rechazar la solicitud de “amigodesconocido@gmail.com”.
Ver mi información de usuario en “Mi perfil”.	Seleccionar perfil del usuario desde el menú y ver mi información.
Ver mi progreso de un campo académico.	En la parte del perfil seleccionar el botón “Ver progreso” y seleccionar el campo “Lenguaje”.
Ver mi progreso de un juego.	En el progreso del campo “Lenguaje” seleccionar la columna del juego “Autopista Semántica” y ver los puntajes de cada intento del juego.
Ver la retroalimentación de un intento en un juego.	En el progreso del juego “Autopista Semántica” seleccionar una columna de un intento jugado.
Ver el progreso de un amigo.	Buscar a “amigoepn@gmail.com” en la lista de amigos y ver su progreso.

**Tabla 29.** Tareas definidas para el jugador

<b>Tareas rol “administrador”</b>	
<b>Tarea</b>	<b>Descripción</b>
Ver la lista de todas las preguntas parametrizables.	Ir al módulo de preguntas parametrizables y ver la lista de preguntas.
Buscar preguntas por palabra en un campo.	Buscar preguntas que contengan la palabra “auto” en el campo “Lenguaje”.
Editar el texto de una pregunta.	En la lista de preguntas edite un distractor de la primera pregunta del campo “Lenguaje”.
Ver el progreso de un usuario en un campo académico.	En la lista de usuarios ver el “progreso” del usuario “amigoepn@gmail.com” y seleccionar el campo “Lenguaje”.
Ver el progreso en un juego de un usuario.	En el progreso del campo “Lenguaje” seleccionar la columna del juego “Autopista Semántica” y ver los puntajes de cada intento del juego.
Ver la retroalimentación de un usuario en un intento de un juego.	En el progreso del juego “Autopista Semántica” seleccionar una columna de un intento jugado.
<b>Tarea</b>	<b>Descripción</b>
Actualizar los datos de un usuario.	En la lista de usuarios seleccionar el usuario “amigoepn@gmail.com” y cambiar su nombre por uno nuevo.
Crear un usuario	En la lista de usuarios crear un nuevo usuario y visualizar el nuevo usuario agregado.
Eliminar un usuario	Eliminar un usuario de la lista de usuarios, el usuario no debe volver a aparecer en la lista de usuarios.

**Tabla 30.** Tareas definidas para el administrador

### 3.3.2.3 Cuestionarios

La evaluación de usabilidad de esta aplicación requiere el uso de dos cuestionarios: el cuestionario The Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) para evaluar el área general y el cuestionario Perceived Usefulness (PU) adaptado para evaluar el área de juegos de la aplicación.

El cuestionario CSUQ de IBM se utiliza para evaluar el área general, puesto que este está elaborado para expresar la satisfacción en usabilidad que tiene una aplicación común [61]. El CSUQ utiliza una escala de puntuación del 1 al 7, siendo 1 fuertemente en desacuerdo y 7 fuertemente de acuerdo con [61]. Cabe mencionar que se realiza una ligera modificación al cuestionario para adaptarlo a este contexto, se cambia la palabra “sistema” por “aplicación educativa”. El cuestionario CSUQ se evidencia en la tabla 31.

The Computer System Usability Questionnaire (CSUQ)								
N°	Pregunta	Escala						
		1	2	3	4	5	6	7
1	En general, estoy satisfecho con lo fácil que es usar esa aplicación educativa.							
2	Es simple usar esta aplicación educativa.							
3	Puedo efectivamente completar mi trabajo usando esta aplicación educativa.							
4	Soy capaz de complementar mi trabajo rápidamente usando esta aplicación educativa.							
5	Soy capaz de complementar mi trabajo eficientemente usando esta aplicación educativa.							
6	Me siento cómodo usando esta aplicación educativa.							
7	Fue fácil aprender a usar esta aplicación educativa.							
8	Creo que podría ser productivo rápidamente usando esta aplicación educativa.							
9	La aplicación educativa mostró mensajes de error que me indicaron claramente como solucionar problemas.							
10	Cada vez que cometía un error al utilizar la aplicación educativa, podía recuperarme fácil y rápidamente.							
11	La información (como ayuda en línea, mensaje en pantalla y otra documentación) proporcionada con este sistema era clara.							
12	Fue fácil encontrar la información que necesitaba.							
13	La información proporcionada por la aplicación educativa fue fácil de entender.							
14	La organización fue efectiva para ayudarme a completar las tareas y escenarios.							
15	La organización de la información en las pantallas de la aplicación educativa fue clara.							
16	La interfaz de esta aplicación educativa fue muy agradable.							
17	Me gustó usar la interfaz de esta aplicación educativa.							
18	Esta aplicación educativa tiene todas las funciones y capacidades que espero que tenga.							
19	En general, estoy satisfecho con esta aplicación educativa.							

**Tabla 31.** Preguntas del cuestionario CSUQ

Por otro parte, según [62] la usabilidad de una interfaz se puede medir con criterios como: capacidad de aprendizaje, eficiencia, confiabilidad, utilidad y capacidad de recordar. Es importante mencionar que en [64] se afirma que las técnicas que permiten evaluar usabilidad aún no están completamente orientadas a los juegos serios, motivo por el cual se realizan adaptaciones a cuestionarios genéricos para medir usabilidad en los juegos.

En el estudio [62] se presenta una adaptación del cuestionario Perceived Usefulness (PU), el cual fue utilizado para medir la utilidad percibida por los usuarios sobre el juego. Este cuestionario toma en cuenta la rapidez, productividad, efectividad, facilidad y utilidad de

ejecutar una tarea en el juego por el usuario. La evaluación de usabilidad del área de juegos de la aplicación “Educalandia” utiliza este cuestionario PU adaptando sus preguntas al contexto de la aplicación. El cuestionario PU adaptado usa una escala de 7 puntos, siendo 1 considerado como una baja utilidad percibida y 7 alta utilidad percibida [62]. Las preguntas adaptadas son aquellas detalladas en la tabla 32.

La diversión es una de las características principales que hacen un juego motivador y por ende que éste sea utilizado de forma constante y voluntaria [65] es por este hecho que se considera una pregunta adicional en el PU adaptado.

Perceived Usefulness adaptado								
N°	Pregunta	Escala						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Usando “Educalandia” constantemente me permitiría resolver las tareas del colegio más rápido.							
2	Usando “Educalandia” constantemente mejoraría mi aprendizaje en el colegio.							
3	Usando “Educalandia” constantemente me permitiría fortalecer mis aptitudes académicas.							
4	Usando “Educalandia” constantemente me permitiría completar tareas en las que tenga una deficiencia.							
5	Usando “Educalandia” me permitirá resolver tareas del colegio más fácilmente.							
6	Encuentro “Educalandia” útil para mi aprendizaje.							
7	“Educalandia” es divertido.							

**Tabla 32.** Preguntas adaptadas de la adaptación del PU [62]

### 3.3.3. Evaluación de usabilidad

En la figura 42 se puede observar la evidencia de la evaluación a los participantes que realizaron las encuestas del PU y CSUQ, esta duró 40 minutos.



**Figura 42.** Captura de los participantes durante la evaluación

### 3.3.4. Resultados

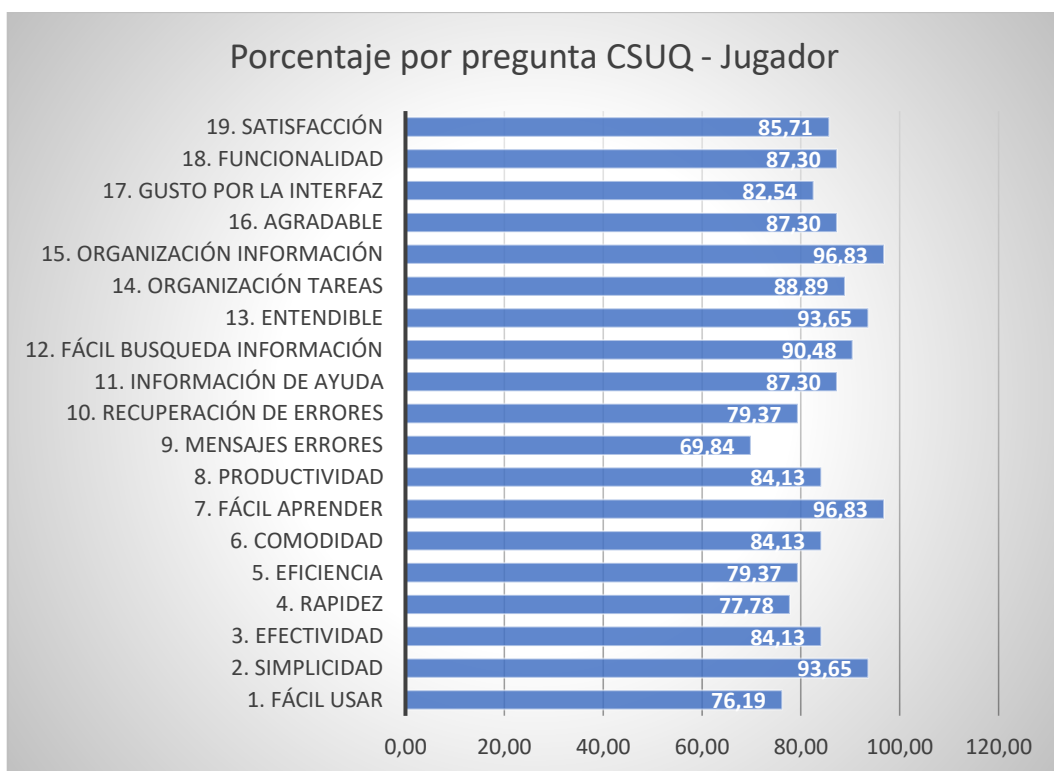
A continuación, se muestran los resultados procesados para los participantes del rol “administrador” y también para los participantes del rol “jugador”, en cada encuesta. Para revisar en detalle las respuestas de cada encuesta y el procesamiento de los datos, ver el Anexo 5: Documento de evaluación de usabilidad.

Para el análisis de cada encuesta se tomó el máximo valor que se puede obtener en una pregunta, el cual es 7, como una equivalencia del 100 por ciento y se calculó el resto de las equivalencias. Un resultado mayor o igual al 80 por ciento se consideró como muy buena aceptación por parte de los usuarios, ya que indica que el objetivo de una pregunta se cumple en gran medida.

#### 3.3.4.1 Encuesta de CSUQ

Esta encuesta evaluó la satisfacción en usabilidad y luego de ser aplicada a 9 participantes jugadores y 5 participantes administradores, se obtuvieron los siguientes resultados:

#### Resultados para rol jugador



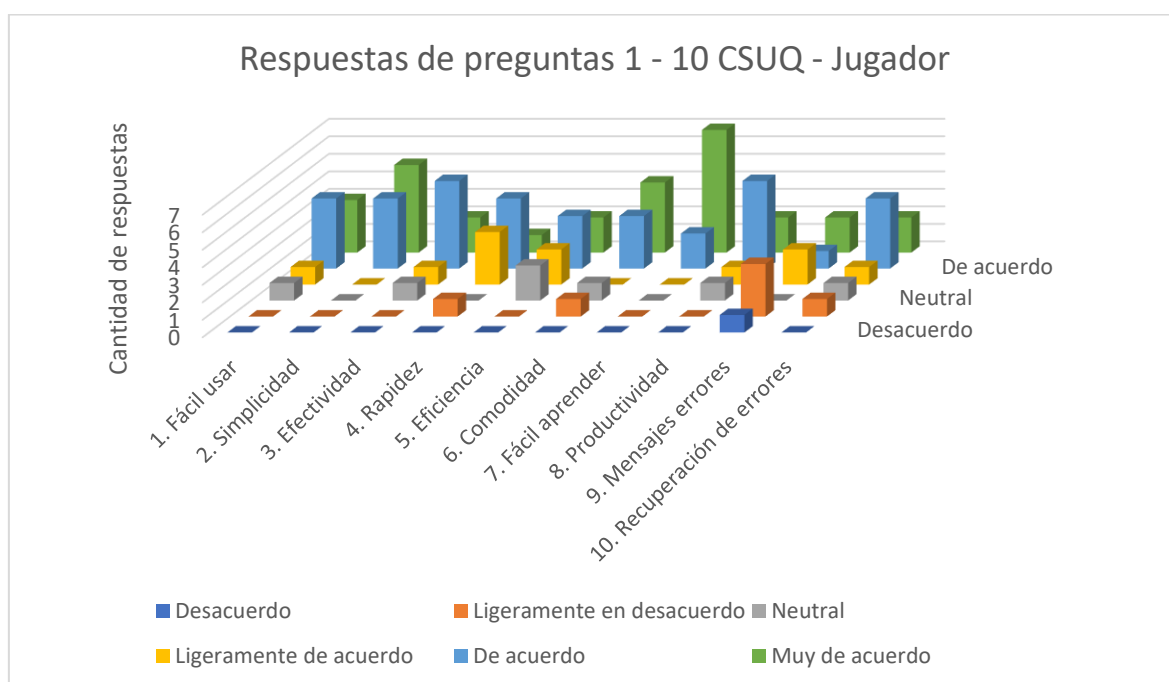
**Figura 43.** Promedios por pregunta de CSUQ – Jugador

Como se observa en la figura 43, la satisfacción en usabilidad media obtenida en el CSUQ - Jugador fue de alrededor del 85 por ciento. El porcentaje más alto obtenido fue de aproximadamente 97 por ciento en las preguntas 7 y 15, las cuales se refieren a la facilidad para aprender a usar la aplicación y a la organización de la información clara en la

aplicación, respectivamente. Mientras que la puntuación más baja fue de aproximadamente 70 por ciento en la pregunta 9, la que se refiere a la visualización de mensajes de error para solucionar problemas suscitados.

En la mayoría de las preguntas se obtuvo una nota mayor a 84 % con un promedio de 85,55% que tiene una equivalencia al grado de aceptación de “de acuerdo” con lo que se puede considerar como un buen resultado de evaluación general para el cuestionario CSUQ – Jugador.

En las figuras 44 y 45 también se puede apreciar la aceptación que tuvo cada pregunta por parte de los participantes administradores, la escala va desde “Muy de acuerdo” hasta “Muy desacuerdo” y los gráficos contienen 10 preguntas cada uno para mejorar la visualización. El gráfico fue elaborado en tres dimensiones para resaltar el hecho que en la mayoría de los casos los resultados obtenidos se encontraban en las filas de “muy de acuerdo” y “de acuerdo”, excepto por pocas respuestas que se encuentran en categorías más bajas y que son discutidas en la sección de análisis de resultados.

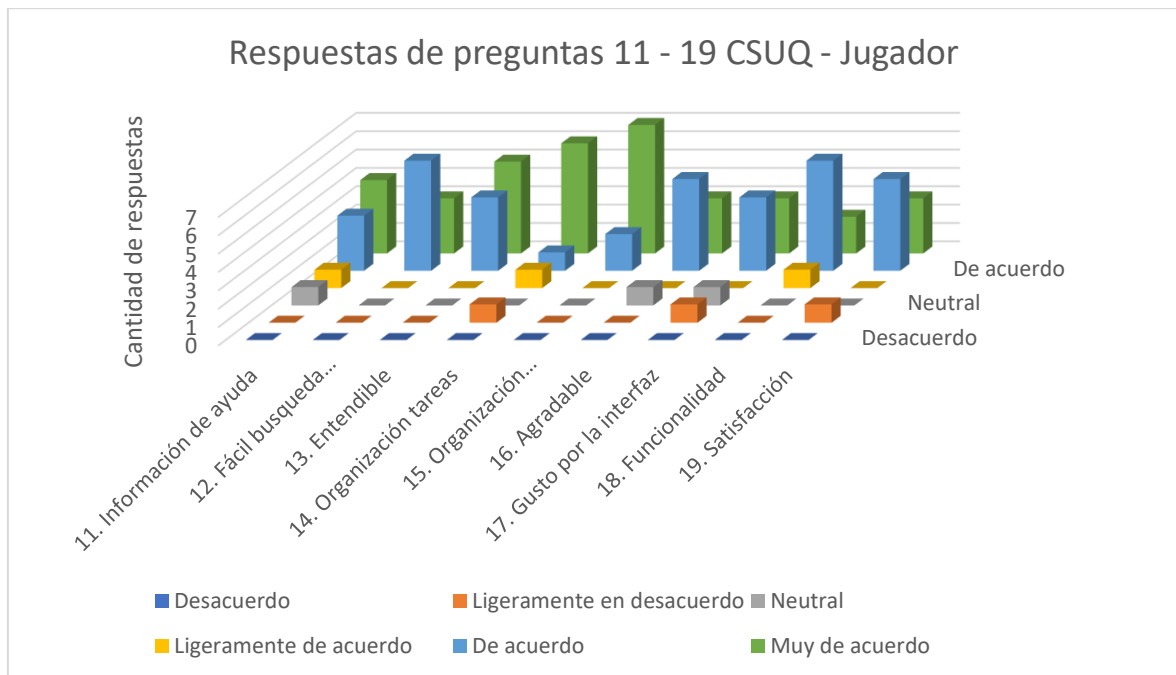


**Figura 44.** Aceptación de las preguntas 1 - 10 de CSUQ – Jugador

Como se muestra en la figura 44 las respuestas 1 – 10 del CSUQ - Jugador se encuentran distribuidas de forma similar en “muy de acuerdo” y “de acuerdo” evidenciando una buena aceptación en este grupo de preguntas, aunque existe una parte considerable de respuestas que se encuentran dispersas entre “neutral” y “de acuerdo” en aspectos como eficiencia, comodidad, recuperación y mensajes de errores, lo que indican la presencia de



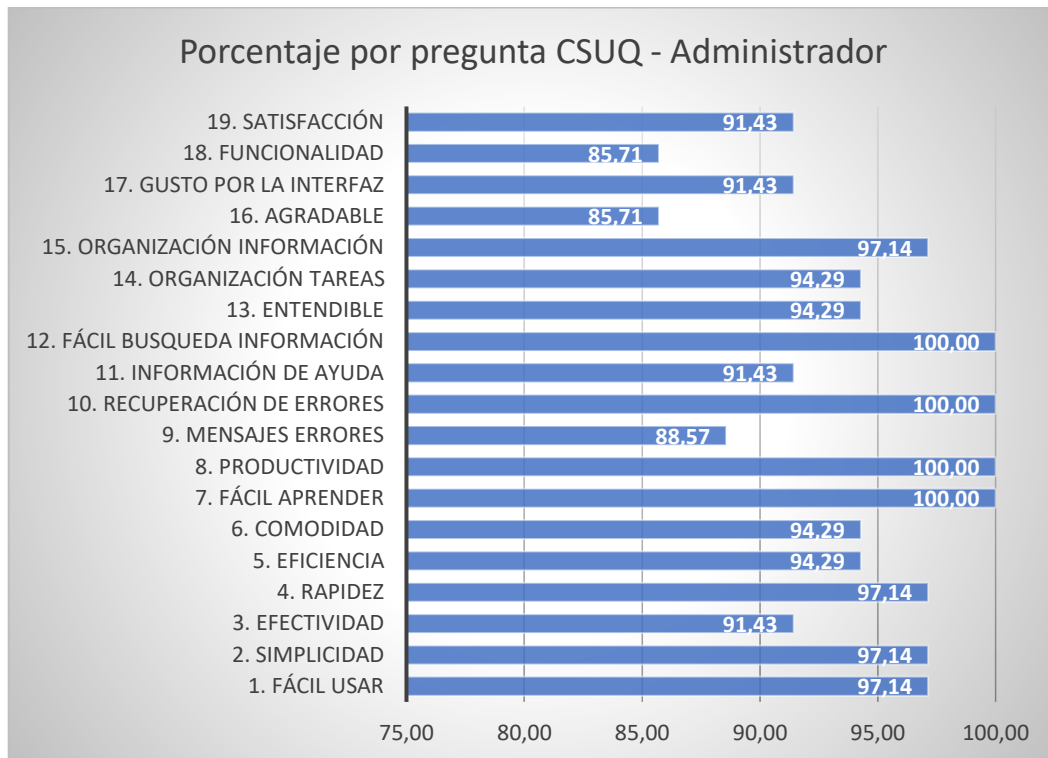
imperfecciones en estos aspectos ya sea por limitaciones de la tecnología o porque existen ciertas características aún no mejoradas.



**Figura 45.** Aceptación de las preguntas 11 – 19 de CSUQ – Jugador

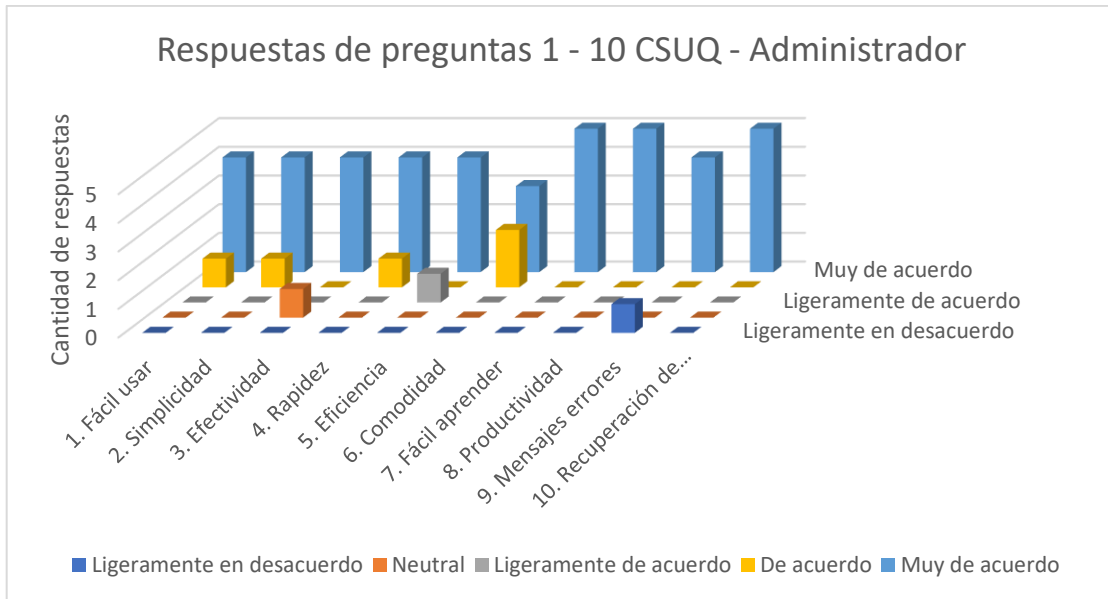
La figura 45 corresponde a las preguntas restantes del CSUQ - Jugador y cuya información se encuentra concentrada en su gran mayoría en “muy de acuerdo” y “de acuerdo” evidenciando así una muy buena aceptación en este grupo de respuestas y una pequeña parte de las respuestas se encuentra en la región neutral con respecto a la organización, gusto por la interfaz y satisfacción.

## Resultados para rol administrador



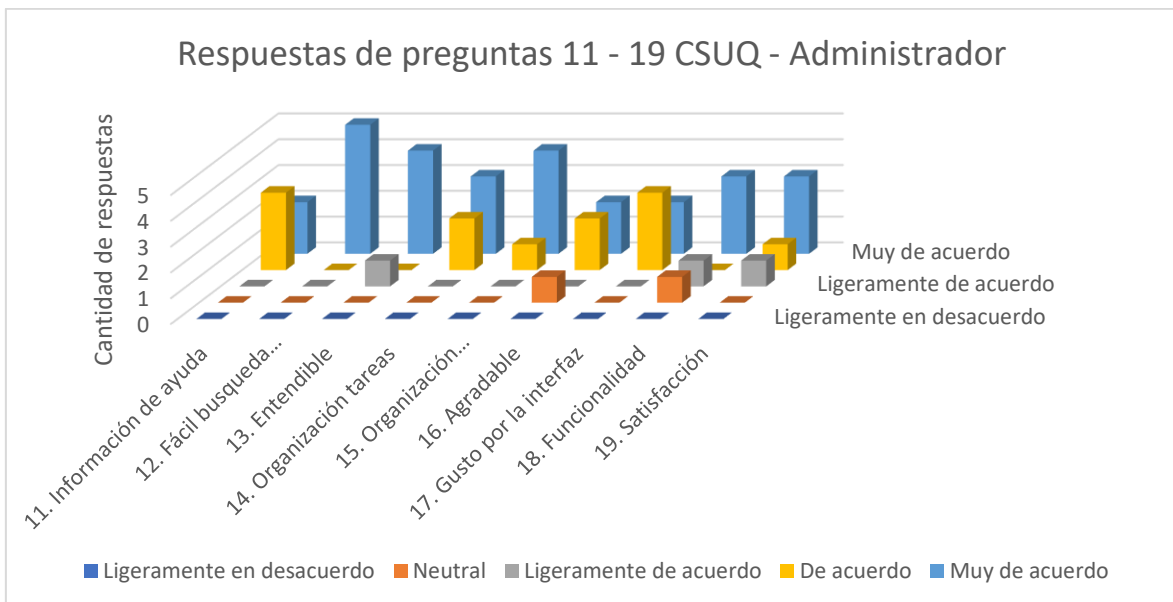
**Figura 46.** Promedios por pregunta de CSUQ – Administrador

Como se observa en la figura 46, los resultados obtenidos en el CSUQ - Administrador arrojaron una satisfacción en usabilidad media del 94,29 por ciento indicando una excelente aceptación en esta área. El porcentaje más alto fue de 100 por ciento en las preguntas 7, 8, 10, 12, que se refieren a la facilidad para aprender su uso, generación de productividad al usar la aplicación, recuperación fácil y rápida ante errores cometidos por el usuario, y fácil ubicación de la información, respectivamente. Además, se resalta que dieciséis respuestas obtuvieron una nota mayor a 91.4 por ciento, mientras que el porcentaje más bajo fue de 86 por ciento en las preguntas 16 y 18, que se refieren a una interfaz agradable y funciones de la aplicación cumplen las expectativas del usuario, respectivamente.



**Figura 47.** Aceptación de las preguntas 1 - 10 de CSUQ – Administrador

Como se observa en la figura 47, se puede apreciar que la mayoría de respuestas del CSUQ - Administrador de la 1 – 10 se encuentran agrupados en su mayoría en “Muy de acuerdo” evidenciando así una muy buena aceptación y un pequeño porcentaje en “ligeramente desacuerdo” con los mensajes de error debido a algún mensaje que no se encuentra muy claro o no es muy informativo.



**Figura 48.** Aceptación de las preguntas 11 – 19 de CSUQ – Administrador

En la figura 48 existe un agrupamiento de respuestas entre “de acuerdo” y “muy de acuerdo” pero con la mayoría en “muy de acuerdo” evidenciando así una muy buena aceptación en las preguntas 11 – 19 del CSUQ- Administrador, aunque aún se puede notar

unas pocas respuestas que apuntan a neutralidad con respecto a la apariencia y funcionalidad esperada.

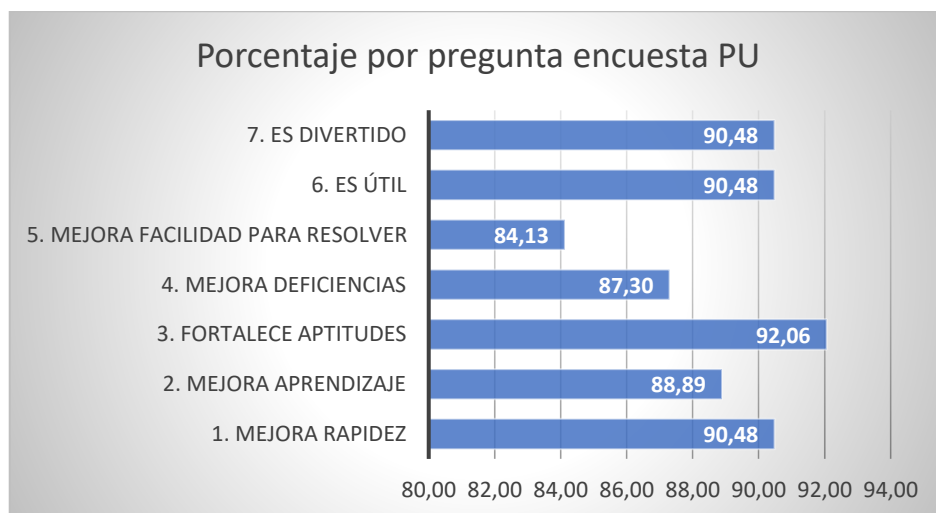
### Resultados de satisfacción en usabilidad de la aplicación

Es importante aclarar que la parte de los juegos y las funcionalidades afines constituyen un 80 por ciento de la aplicación debido a su importancia como la finalidad principal de la aplicación educativa, mientras que la parte administrativa solo constituye un 20 por ciento de la aplicación, ya que sus funcionalidades son menos y secundarias. Con este antecedente, es necesario obtener una satisfacción en usabilidad de toda la aplicación y para ello se multiplica la ponderación de cada módulo por su respectivo resultado obtenido en usabilidad. De esta manera, la aplicación obtuvo un 87 por ciento en satisfacción de usabilidad global, como se ve en la tabla 33.

CSUQ	Individual	Proporción	Porcentaje
Jugador	85,55	80%	68,44
Administrador	94,29	20%	18,86
Promedio global de usabilidad			87,29

**Tabla 33.** Ponderación de las encuestas de satisfacción en usabilidad

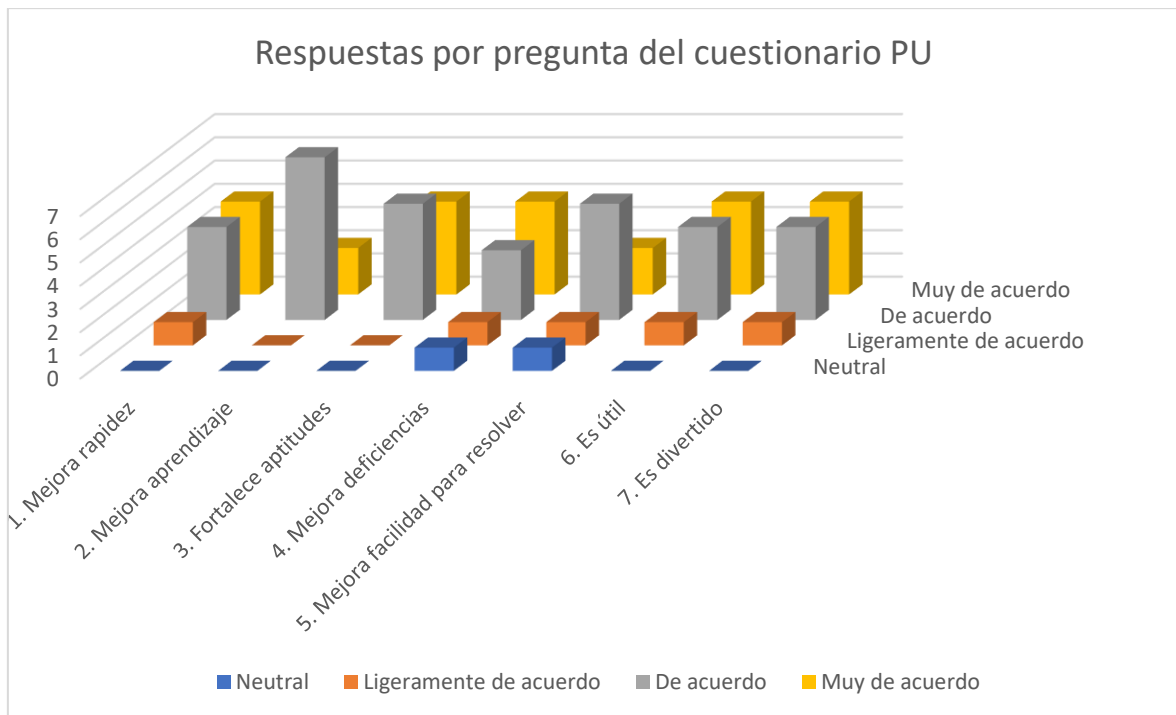
#### 3.3.4.2 Encuesta de PU



**Figura 49.** Resultados de la encuesta PU

La encuesta PU fue aplicada a 9 participantes jugadores y se obtuvo una media de utilidad en usabilidad de la aplicación de 89 por ciento, como se ve en la figura 49. Así mismo, el valor más alto registrado fue de 92 por ciento en la pregunta 3, referente al fortalecimiento de las aptitudes académicas con el uso constante de la aplicación, y el valor más bajo fue

de 84 por ciento en la pregunta 5, referente a la resolución fácil de tareas del colegio al usar la aplicación.

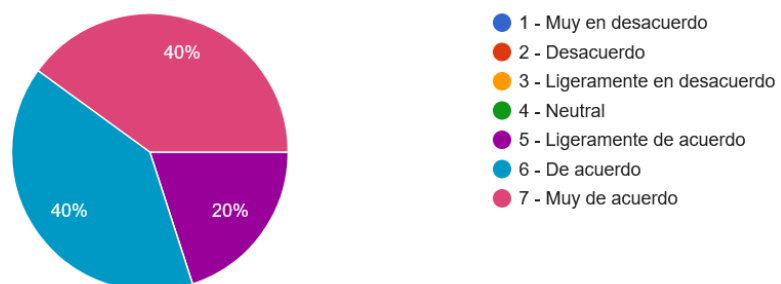


**Figura 50.** Respuestas por pregunta cuestionario PU

En la figura 50 se pueda observar que la mayoría de las respuestas se concentran en “Muy de acuerdo” y “de acuerdo” ratificando una muy buena aceptación por parte de los jugadores un ligero porcentaje de aceptación neutral en aspectos como mejorar deficiencias y mejorar la facilidad para resolver las tareas del colegio.

7. “Entrenando aptitudes” es divertido.

10 respuestas

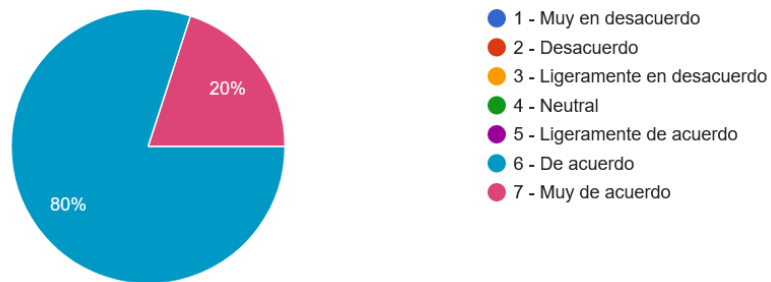


**Figura 51.** Gráfico circular de respuestas de la pregunta 7

Como se puede observar en la figura 51, la pregunta 7 referente a la diversión obtenida en la aplicación, la mayoría de las respuestas se ubican entre “muy de acuerdo” y “de acuerdo”, así como no existe ninguna valoración para neutro o desacuerdo.

2. Usando “Entrenando aptitudes” constantemente mejoraría mi aprendizaje en el colegio.

10 respuestas

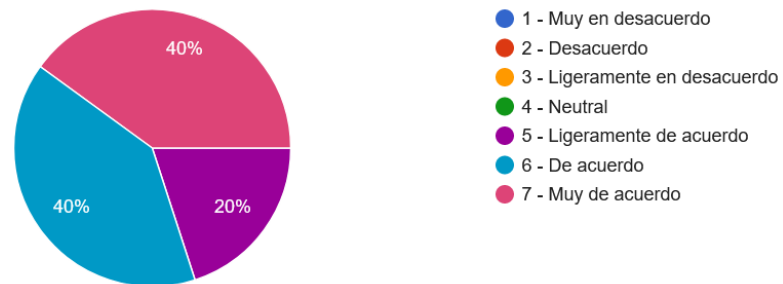


**Figura 52.** Gráfico circular de respuestas de la pregunta 2

La Figura 52 referente al uso constante, muestra únicamente respuestas en el rango de “muy de acuerdo” y “de acuerdo”, demostrando así que todos los jugadores perciben que la aplicación los ayudaría a mejorar su aprendizaje si la utilizan constantemente.

6. Encuentro “Entrenando Aptitudes” útil para mi aprendizaje.

10 respuestas



**Figura 53.** Gráfico circular de respuestas de la pregunta 6

La Figura 53 muestra que los jugadores consideran estar “de acuerdo” y “muy de acuerdo” en un 80 por ciento respecto a la utilidad de esta aplicación. Cabe mencionar que esta utilidad se refiere a la utilidad percibida por los usuarios durante su experiencia en esta evaluación.

### 3.3.4.3 Comentarios y Sugerencias de los participantes

A continuación, una muestra de los comentarios y sugerencias que expresan las ideas más relevantes y comunes obtenidas al final de cada encuesta.

En la tabla 34 se observa los comentarios y sugerencias dadas por los participantes jugadores, y en la tabla 35 por los participantes administradores.

<b>Comentarios</b>
“Me sentí muy bien, me distraje y me olvidé de todo, que eso es lo principal de un juego, pero sobre todo me divertí y aprendí.”
“Es divertido y sobre todo educativo.”
“Me pareció muy interesante ya que pude ver nuevas cosas.”
“Podrían implementar unos comodines, no sería una mala idea.”

**Tabla 34.** Principales comentarios y sugerencias de participantes de rol “jugador”

Entre las características que más se repetían en los comentarios muestran que los jugadores encontraron la aplicación divertida, entretenida e interesante.

<b>Comentarios</b>
“Es un trabajo realmente bueno, pero, de mi parte como administrador de un grupo determinado, sería el generar informes directos de todos los usuarios, en sus resultados”
“Bastante sencilla de utilizar, es amigable con el usuario.”
“Fácil de usar y completo, se podría añadir un cuadro de justificación de cada respuesta para las preguntas que lo ameriten en la opción "Ver"”

**Tabla 35.** Principales comentarios y sugerencias de participantes de rol “administrador”

En los comentarios de los participantes de rol “administrador” sobresalen las ideas sobre una buena satisfacción usando la aplicación y también ideas para aumentar funcionalidad que ayude al trabajo de los administradores.

### **3.3.5. Análisis de resultados**

En este apartado se realiza un análisis de los resultados obtenidos en las encuestas de los participantes respecto a la aplicación.

#### **Questionario CSUQ**

Los resultados obtenidos en la encuesta CSUQ evidencian que, en base a las preguntas con mayor puntuación, la aplicación tiene como fortalezas: facilidad para aprender a usarla, organización clara de la información en las interfaces, facilidad y rapidez para que el usuario se recupere ante errores que cometa, y facilidad para ubicar información requerida. Y se encontró como debilidad de la aplicación los mensajes de error mostrados puesto que este aspecto tuvo la menor aceptación del global de respuestas obtenidas.

Una de las mayores fortalezas es la facilidad para buscar información como se evidenció en los CSUQ - Jugador y CSUQ - Administrador donde la aceptación fue excelente y muy buena, respectivamente, debido a que las interfaces daban facilidad para navegar por la

aplicación gracias a que en la evaluación heurística previa se logró detectar problemas de navegación, los cuales fueron corregidos con el uso de una barra de navegación y submenús que daban facilidad para moverse por la aplicación.

Otra fortaleza descubierta fue la facilidad para aprender a usar la aplicación, la cual tuvo una excelente aceptación en ambos cuestionarios, y en gran parte esto se debió a que se reforzó la idea de un diseño minimalista e intuitivo durante la fase de diseño por medio de las heurísticas, así como a que se usaron indicaciones y nombres que resulten claros y visibles.

También se evidenció que la organización de la información en las interfaces es una de las fortalezas de esta aplicación, puesto que se tuvo una muy buena aceptación por la mayoría de los usuarios, y esto se debe a que durante el diseño de la aplicación se organizó la información de manera que resulte fácil y entendible por los usuarios mediante el uso de fuentes que sean claras para los títulos y el contenido, y la consistencia en la ubicación de la información de cada pantalla.

Los aspectos de rapidez y eficiencia tuvieron unas pocas respuestas neutrales, lo que probablemente se debió a limitaciones propias de la tecnología como la velocidad de conexión a internet, la cual pudo limitar la velocidad y eficiencia con la que se cargaban los recursos auditivos y visuales que tienen un peso promedio de 6 megabytes por juego.

El aspecto del gusto por la interfaz tuvo unos pocos resultados neutrales o ligeramente en desacuerdo, este aspecto en particular responde presumiblemente al gusto personal de cada persona por la interfaz, por lo cual sería muy difícil conseguir una alta satisfacción a menos que las ilustraciones de los juegos fueran personalizables, lo cual a su vez implica un alto costo en diseño e ilustración.

El aspecto de comodidad tuvo unos pocos resultados para “neutral” y “ligeramente en desacuerdo”, ante lo cual se debe tomar en cuenta que la aplicación fue diseñada de forma genérica para funcionar en computadoras, proyectores interactivos y dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas, sin especializar la aplicación a una plataforma específica desaprovechando así ciertas ventajas propias de la plataforma, como el teclado en el caso del computador y el uso de gestos en el caso de las plataformas móviles.

En cuanto al aspecto de recuperación de errores se obtuvo una excelente aceptación en el CSUQ - Administrador mientras que en el CSUQ - Jugador se tuvo una buena aceptación, con algunas pocas respuestas para “neutral” y “ligeramente en desacuerdo”. Esto se pudo deber a que la mecánica propia de los juegos, no siempre, permite que un jugador revierta su acción debido a que se pierde lo retador y el dinamismo de un juego, mientras que en



una interfaz web, como la parte administrativa, se intenta controlar que el usuario cometa la menor cantidad de errores o puedan ser desechos si el usuario lo decidiera mediante modales de confirmación, por ejemplo.

Finalmente, el aspecto que tuvo menor aceptación en los usuarios fue la visualización de mensajes de error con una puntuación de 70 por ciento, indicando ser la mayor debilidad de la aplicación. Esto probablemente fue producido por mensajes de error que no estaban muy claros o cuya redacción no daba a entender el problema al usuario, ante lo cual y posterior al análisis de resultados, se realizó una revisión y mejora en la redacción de los mensajes que se muestran al usuario, haciéndolos más específicos, claros, concisos, y oportunos al suscitarse un error en la aplicación.

En general, las encuestas revelaron que la parte administrativa tuvo un mayor nivel de aceptación que la parte de los juegos, pero también se debe considerar que la parte administrativa tiene una interfaz mucho más simple que consiste en tablas, modales y formularios mientras que la parte de juegos posee escenarios con objetos y mecánicas de juego que resultan mucho más complejos de aprender a usar y cuyos gráficos tal vez no son del gusto de todos.

### **Cuestionario PU**

Los resultados obtenidos respecto al fortalecimiento de las aptitudes académicas de la encuesta PU mostraron que a los usuarios si les parece útil la aplicación ya que se obtuvieron los puntajes más altos en este aspecto.

Además, los resultados mostraron que los usuarios están entre de acuerdo y neutrales en que la aplicación les permitiría resolver tareas del colegio de manera más fácil, esto en base al 84 por ciento alcanzado en dicha pregunta. De manera que los resultados permiten asumir que los estudiantes, mayoritariamente, consideran a la aplicación como una herramienta positiva de refuerzo para su aprendizaje académico, pero también los estudiantes consideran a la aplicación una herramienta de apoyo en su aprendizaje, pero no como una herramienta que les permita directamente resolver las tareas educativas ya que éstas poseen un mayor nivel de complejidad y especialización.

En cuanto a que tan útil les pareció la aplicación a los jugadores se obtuvo una buena aceptación, lo cual podría deberse a que el contenido ofrecido en cada uno de los juegos es similar y/o complementario a los temas que los jugadores se encuentran estudiando, así como visualizar su progreso les puede resultar útil para controlar su avance en los diferentes campos mientras juegan. Es importante resaltar que esta utilidad es basada en la percepción de los jugadores y sería necesario realizar una evaluación más compleja si

se quiere obtener una medida más certera de la utilidad que posee la aplicación y la cual sale del alcance de este proyecto.

Por otra parte, se puede considerar a la aplicación educativa como divertida, ya que los resultados de la pregunta “la aplicación educativa es divertida” muestran que la mayoría de las respuestas están “de acuerdo” o “muy de acuerdo” al respecto. Además, los comentarios de la parte del rol “jugador”, en general, expresan que la aplicación fue divertida, entretenida, interesante y educativa. Esto permite afirmar que se cumplió con el objetivo de obtener una aplicación educativa que sea lúdica para los estudiantes.

Los comentarios de la parte administrativa expresan que la aplicación educativa es fácil de usar y existe facilidad para buscar y ver información, sin embargo, se receptaron un par de acotaciones: la posibilidad para que los administradores puedan generar reportes y el ampliar la retroalimentación de las preguntas respondidas por los jugadores. Estos comentarios apuntan a posibles funcionalidades extras, con posibilidad de ser implementadas sin problema en incrementos futuros, y que probablemente mejoren aún más la productividad de los participantes.

Ante estos resultados y análisis propuestos, se concluye que la AEG si pasa las pruebas de usabilidad, puesto que tiene una buena satisfacción en usabilidad evidenciado por el buen nivel de aceptación obtenido en todos los cuestionarios que se aplicó, el CSUQ, y el resultado de 87.29% que se obtuvo en satisfacción en usabilidad de forma global para toda la AEG. Además, se concluye mediante la encuesta PU que la AEG es útil como herramienta de apoyo para el aprendizaje mas no como una herramienta fundamental para el mismo, y que también resultó divertida haciendo que los estudiantes se entretengan y olviden la cotidianidad del colegio.

### **3.4. Resumen del capítulo**

Este capítulo aborda todas las evaluaciones realizadas a la AEG, se revisa la evaluación de funcionalidad con todos los casos de prueba establecidos y aprobados. El capítulo también aborda la evaluación de usabilidad a través de dos evaluaciones: la evaluación de diseño haciendo uso de las heurísticas de Nielsen y Pinelle y la evaluación con los usuarios finales haciendo uso de los cuestionarios para usabilidad PU y CSUQ.

## **CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se diseñó con éxito una aplicación educativa gamificada con 15 juegos educativos enfocados en los campos Matemática, Lenguaje, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales y Abstracto que permiten reforzar las aptitudes académicas en los usuarios de forma lúdica y entretenida. Además, se consiguió implementar las funcionalidades de seguimiento del progreso por lo que un jugador puede revisar su propio progreso o el de otros jugadores por campo o por juego o por intento, esto último si los otros jugadores aceptaron su solicitud de amistad enviada, así como también la funcionalidad del módulo de administración, accedida únicamente por el administrador, que permite la gestión de usuarios y la gestión de preguntas de los juegos parametrizables, dando la opción de que se pueda renovar y corregir el contenido de la AEG de ser necesario.

La metodología iPlus aplicada permitió obtener los requerimientos de la aplicación en forma de historias de usuario épicas y elementos lúdicos, entre los cuales podemos observar los siguientes: elementos de gamificación, la historia, los gameplays, los escenarios y personajes de los juegos a ser implementados en esta aplicación. Todos estos elementos fueron obtenidos con la ayuda de un grupo de expertos y usuarios de forma participativa.

Al finalizar iPlus, se obtuvieron los requerimientos de la AEG en forma de historias de usuario épicas, a las cuales fue necesario mapearlas en historias de usuario más cortas para poder realizar el desarrollo con Scrum y que mediante la realización de estas historias de usuario cortas se pudo plasmar todos los requerimientos de la AEG que se generaron en iPlus.

En el desarrollo de la aplicación se aplicó el marco de trabajo Scrum mediante un proceso iterativo por sprints. El proyecto fue culminado en 5 sprints, a pesar de que inicialmente se planificó hacerlo en 4 sprints, esto porque se añadió la funcionalidad del rol invitado para navegar libremente por la aplicación en el cuarto sprint, lo que alargó la duración del proyecto y postergó la puesta en producción de este.

Además, la ejecución de los sprints no fue perfecta, debido a que existieron historias de usuarios que no cumplieron todos los criterios de aceptación durante el sprint review con el Product Owner, de modo que estas historias fueron corregidas en los siguientes sprints aumentando la cantidad de trabajo a emplearse en el siguiente sprint para completar las historias de ese sprint y las historias no aceptados en el anterior sprint.

En adición a Scrum, se pudo controlar el avance del desarrollo del equipo de trabajo en el tiempo mediante los Burndown chart, los cuales permitieron conocer que existían retrasos generados durante el primer sprint por el tiempo empleado en aprender las tecnologías

necesarias para el desarrollo de los juegos y también en los subsiguientes sprints por el tiempo empleado en crear y editar los recursos gráficos utilizados en los juegos.

La evaluación heurística aplicada durante la fase de diseño dio a conocer la mayor cantidad de problemas de usabilidad y que posteriormente fueron corregidos en su diseño final, lo cual permitió obtener como resultado una buena satisfacción de usabilidad en la mayoría de los aspectos de la evaluación de usabilidad realizada a los usuarios finales de la AEG.

La funcionalidad de la AEG se garantizó mediante el cumplimiento de criterios de aceptación de cada historia de usuario durante cada sprint y al finalizar el desarrollo se aplicó pruebas de funcionalidad mediante casos de prueba que permitieron descubrir y corregir errores de funcionalidad en la aplicación, alcanzándose así todas las funcionalidades requeridas por el cliente.

La evaluación de usabilidad aplicada mediante la encuesta CSUQ al usuario final permitió conocer que la aplicación es fácil de aprender a usar, tiene una organización clara de la información, es fácil y rápida para que el usuario se recupere ante errores que cometa y es fácil ubicar alguna información requerida en las interfaces de la aplicación. Por otra parte, esta encuesta también mostró una deficiencia en los mensajes de error mostrados en la aplicación y que posteriormente fueron revisados y mejorados.

La evaluación de usabilidad con la encuesta PU aplicada al usuario final permitió saber que la aplicación les pareció útil como una herramienta de apoyo para fortalecer las aptitudes académicas al usarla constantemente, y divertida en sus juegos implementados.

### **Recomendaciones**

Se recomienda agregar el rol “Creador de contenido”, el cual podría habilitarse para ingresar nuevo contenido, de forma responsable, a la aplicación, quitándole carga de trabajo al administrador, quien es actualmente el encargado de modificar y agregar contenido.

Se recomienda contar con un diseñador gráfico que aporte con imágenes más atractivas para el usuario y que se adecúen a los requerimientos del cliente, y puesto que en este proyecto se crearon y editaron imágenes gratuitas de la web y se las trataron de ajustar al proyecto, pero éstas no lograron tener un impacto visual esperado mayor, y además representaron un trabajo extra al equipo de desarrollo, quienes contaban con conocimientos muy simples en esta área gráfica.

Se recomienda especializar la AEG hacia plataformas específicas para mejorar la satisfacción en comodidad y facilidad de uso del usuario ya que al especializarse en una

plataforma se puede sacar provecho de las funciones y/o elementos propios de la misma, como por ejemplo el uso del teclado en el computador para moverse o escribir letras y el uso de gestos en los dispositivos para hacer acciones de forma más fácil e intuitiva.

Se recomienda reutilizar las interfaces de estos juegos para posibles trabajos futuros que requieran una interacción similar ya que esta AEG sigue el patrón MVC, el cual permite fácilmente separar la vista del resto de la aplicación, de esta manera se podrían reusar los juegos en nuevas aplicaciones donde simplemente hay que indicar a los juegos cual es el contenido que deben mostrar.

Se recomienda continuar implementando aplicaciones educativas gamificadas que ayuden a los estudiantes a profundizar sus conocimientos en temáticas específicas en las que tengan dificultad, esto es pertinente puesto que este tipo de aplicaciones salen de la cotidianidad, envolviendo al estudiante en un ambiente dinámico y divertido mediante la gamificación que lo motivan a aprender un poco más de lo impartido en su institución educativa.

Es recomendable definir como objetivo de la AEG un solo tipo de dispositivo, ya que esto permitiría crear interfaces que se ajustan muy bien a las resoluciones de los dispositivos objetivo, mientras que apuntar a varios dispositivos desemboca en un diseño general que no aprovecha totalmente la resolución completa de todas las pantallas, así también esto representa un mayor esfuerzo y tiempo empleado en el diseño e implementación, el cual pudiera ser empleado en crear características que vuelvan al juego más atractivo e interesante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Felpeto, A. Fernández, M. Lago, J. Soto, and R. Vidal, *La educación en el siglo XXI . Ensayos reflexivos sobre Educación, Sociedad y Política Educativa*. 2014.
- [2] J. Cabero Almenara, “Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades,” *Tecnol. y Comun. Educ.*, vol. 21, no. 45, pp. 4–19, 2007.
- [3] L. Hernández, J. Acevedo, C. Martínez, and B. Cruz, “El uso de las TIC en el aula: un análisis en términos de efectividad y eficacia,” *Congr. Iberoam. Ciencia, Tecnol. Innovación y Educ.*, pp. 1–21, 2014.
- [4] INEVAL, “Informe resultados Nacional, Ser Bachiller año lectivo 2018-2019,” p. 19, 2019.
- [5] INEVAL, “Ficha técnica y conceptual Ser Bachiller 2017,” no. 3. INEVAL, p. 43, 2017.
- [6] I. Dirección de Análisis Geoestadístico, “Informe resultados Nacional, Ser Bachiller año lectivo 2017-2018.” INEVAL, Quito, p. 20, 2018.
- [7] INEVAL, “Puntajes Referenciales ingreso universidad 2019.” Quito, 2019.
- [8] RAE, “Aptitud.” [Online]. Available: <https://dle.rae.es/aptitud>. [Accessed: 02-Nov-2019].
- [9] L. E. Pérez, D. L. Niño Ochoa, and L. C. Páez Almanza, “Actitudes, aptitudes y rendimiento académico en matemáticas,” *Mem. 11° Encuentro Colomb. Matemática Educ.*, vol. 11, pp. 649–656, 2010.
- [10] INEC, “Encuesta multipropósito - TIC 2018,” *Inec*, 2018.
- [11] L. R. López Neira, “Indagación en la relación entre aprendizaje - tecnologías digitales,” *Educ. y Educ.*, vol. 20, no. 1, pp. 89–105, 2017.
- [12] J. Cabero Almenara, “Reflexiones Educativas sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC),” *Rev. Tecnol. Cienc. y Educ.*, no. 1, pp. 19–27, 2015.
- [13] J. Gairín, D. Castro, J. M. Silva, and C. Mercader, “El impacto de las TIC en el aula desde la perspectiva del profesorado,” *Inf. Final*, pp. 1–213, 2016.
- [14] M. V. Ledo, F. G. Martínez, and A. M. Ruiz Piedra, “Software educativo,” *Rev. Cuba. Educ. Medica Super.*, vol. 24, no. 1, pp. 97–110, 2010.
- [15] E. Murcia and J. L. Arias, “Software educativo para el buen uso de las TIC. Educational software for the proper use of ICT. Software educativo para um bom uso das TIC.,” *Entre Cienc. e Ing.*, vol. 19, p. 13, 2016.
- [16] J. J. Roncancio-Ortiz, Angie Paola; I Ortiz-Carrera, Marco Fide; Llano-Ruiz, Humberto; Malpica- López, Magally Jhoanna; Bocanegra-García, “El uso de los

- videojuegos como herramienta didáctica para mejorar la enseñanza-aprendizaje: Una revisión del estado del tema,” *Rev. Ing. Investig. y Desarro.*, vol. 17, no. 2, pp. 36–46, 2017.
- [17] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, “Gamification: Toward a Definition,” *CHI 2011 Gamification Work. Proc.*, no. January 2011, pp. 12–15, 1994.
- [18] P. Buckley and E. Doyle, “Gamification and student motivation,” *Interact. Learn. Environ.*, vol. 24, no. 6, pp. 1162–1175, 2016.
- [19] S. M. González, “Técnicas de Gamificación para la motivación de los estudiantes,” p. 85, 2015.
- [20] O. Méndez, “Del Moral: «Los videojuegos aceleran el aprendizaje y mejoran la concentración»,” 2012. [Online]. Available: <https://www.lne.es/asturama/2012/04/27/moral-videojuegos-aceleran-aprendizaje-mejoran-concentracion/1233764.html>. [Accessed: 11-May-2020].
- [21] D. Vergara Rodríguez and J. M. Mezquita Mezquita, “Diseño de juegos serios para reforzar conocimientos: Una experiencia educativa en secundaria,” *Profesorado*, vol. 20, no. 2, pp. 238–255, 2016.
- [22] M. Jose and C. María, “Gamificación en el entorno universitario : ejemplos prácticos,” no. Noviembre, 2018.
- [23] D. Jiménez Palmero, M. Mora Núñez, and R. Cuadros Muñoz, “La importancia de las nuevas tecnologías en el proceso educativo : propuesta didáctica TIC para ELE : mELEndien7dias,” *Rev. Fuentes*, vol. 18, no. 2, pp. 209–223, 2016.
- [24] U. T. de Bolívar, “Quizizz: una manera de aprender jugando,” 2018. [Online]. Available: <https://ctae.utb.edu.co/quizizz-una-manera-de-aprender-jugando>. [Accessed: 24-Jun-2020].
- [25] M. Carrión, M. Santorum, J. Aguilar, and M. Pérez, “IPlus methodology for requirements elicitation for serious games,” *XXII Ibero-American Conf. Softw. Eng. CibSE 2019*, pp. 434–447, 2019.
- [26] N. Cadavid, F. Martínez, J. Daniel, and M. Vélez, “Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software,” vol. 11, no. 2, pp. 30–39, 2013.
- [27] Digital.ai, “The 14th annual State of Agile Report,” p. 19, 2019.
- [28] K. Schwaber and J. Sutherland, “La Guía de Scrum. La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego.,” p. 22, 2017.
- [29] M. J. Pérez, “Guía Comparativa de Metodologías Ágiles,” *Univ. Valladolid*, pp. 3–117, 2012.
- [30] M. Skarin and H. Kniberg, *Kanban y Scrum – obteniendo lo mejor de ambos*. 2010.
- [31] X. Quiñónez-ku, J. Cavada, L. Herrera-izquierdo, and J. Quiroz, “Análisis

- Comparativo de metodologías Ágiles de desarrollo de software: una revisión bibliográfica,” *ResearchGate*, pp. 65–73, 2019.
- [32] M. Rehkopf, “Kanban frente a Scrum.” [Online]. Available: <https://www.atlassian.com/es/agile/kanban/kanban-vs-scrum>.
- [33] M. R. J. Qureshi, “Empirical Evaluation of the Proposed eXSCRUM Model-Results of a Case Study,” *Int. J. Comput. Sci. Issues*, vol. 8, no. 3, pp. 150–157, 2011.
- [34] M. Carrion, M. Santorum, M. Perez, and J. Aguilar, “A participatory methodology for the design of serious games in the educational environment,” *2017 Congr. Int. Innov. y Tendencias en Ing. CONIITI 2017 - Conf. Proc.*, vol. 2018-Janua, pp. 1–6, 2018.
- [35] IEEE, *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. New York, 1998.
- [36] J. Francia, “¿Qué es Scrum?,” 2017. [Online]. Available: <https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>. [Accessed: 27-Apr-2020].
- [37] K. Schwaber and J. Sutherland, “La Guía de Scrum. La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego.,” p. 22, 2017.
- [38] KnowledgeHut, “Release Planning.” [Online]. Available: <https://www.knowledgehut.com/tutorials/scrum-tutorial/release-planning>. [Accessed: 27-Apr-2020].
- [39] Atlassian, “Burndown Chart,” 2018. [Online]. Available: <https://confluence.atlassian.com/jirasoftwareserver/burndown-chart-938845620.html>. [Accessed: 27-Apr-2020].
- [40] M. Rehkopf, “Historias de usuario con ejemplos y plantilla.” [Online]. Available: <https://www.atlassian.com/es/agile/project-management/user-stories>. [Accessed: 11-May-2020].
- [41] Y. Fernández Romero and Y. Díaz González, “Patrón Modelo-Vista-Controlador.,” *Rev. Telemática*, vol. 11, no. 1, pp. 47–57, 2012.
- [42] L. Pantoja and C. Pardo, “Evaluando la facilidad de aprendizaje de Frameworks mvc en el desarrollo de aplicaciones web,” *Rev. Espec. en Ing.*, vol. 10, no. 0, pp. 129–142, 2007.
- [43] Ionic, “Ionic Framework 5.” [Online]. Available: <https://ionicframework.com/>. [Accessed: 03-May-2020].
- [44] P. Storm, “Phaser - HTML5 Game Framework.” [Online]. Available: <https://photonstorm.github.io/phaser3-docs/index.html>. [Accessed: 02-May-2020].
- [45] Nestjs, “Hello, nest!” [Online]. Available: <https://nestjs.com/>. [Accessed: 15-Jun-2020].
- [46] S. S. Ramírez, “NestJS – Your NodeJS empowered with best practices.” [Online].



- Available: <https://solidgeargroup.com/en/nestjs-your-nodejs-empowered-with-best-practices/>. [Accessed: 15-Jun-2020].
- [47] Inkscape, “Acerca de Inkscape.” [Online]. Available: <https://inkscape.org/es/acerca-de/>. [Accessed: 15-Jun-2020].
- [48] w3schools, “SVG Tutorial.” [Online]. Available: [https://www.w3schools.com/graphics/svg\\_intro.asp](https://www.w3schools.com/graphics/svg_intro.asp). [Accessed: 15-Jun-2020].
- [49] Adobe, “Funciones de XD.” [Online]. Available: <https://www.adobe.com/la/products/xd/details.html>. [Accessed: 15-Jun-2020].
- [50] AudacityTeam, “Audacity - About.” [Online]. Available: <https://www.audacityteam.org/about/>. [Accessed: 15-Jun-2020].
- [51] JetBrains, “Webstorm - Características.” [Online]. Available: <https://www.jetbrains.com/es-es/webstorm/features/>. [Accessed: 15-Jun-2020].
- [52] Visualstudio, “Visual Studio Code.” [Online]. Available: <https://code.visualstudio.com/>. [Accessed: 15-Jun-2020].
- [53] J. Long, “git.” [Online]. Available: <https://git-scm.com/>.
- [54] Oracle, “MySQL,” 2020. [Online]. Available: <https://dev.mysql.com/doc/>.
- [55] Kenney, “Kenney Game Studio.” [Online]. Available: <https://www.kenney.nl/>. [Accessed: 15-Jun-2020].
- [56] J. Nielsen and R. Molich, “Heuristic evaluation of user interfaces,” *Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - Proc.*, no. April, pp. 249–256, 1990.
- [57] D. Pinelle, N. Wong, and T. Stach, “Heuristic evaluation for games: Usability principles for video game design,” *Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - Proc.*, pp. 1453–1462, 2008.
- [58] J. Benavides, “Desarrollo de una aplicación de realidad virtual semi-inmersiva para terapia recreacional,” 2019.
- [59] J. Fuentes, “Pruebas Funcionales y de Campo,” in *Realidad virtual aplicada al tratamiento del trastorno de lateralidad y ubicación espacial*, Puebla, 2003.
- [60] R. V. Prieto, Z. R. Luis, Y. Ofelia, and J. Morell, “Procedimiento para realizar pruebas de usabilidad,” pp. 1–15, 2014.
- [61] L. James R, “IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires : Psychometric Evaluation and Instructions for Use .,” *Int. J. Hum. Comput. Interact.*, vol. 7, no. 1, pp. 57–78, 1995.
- [62] G. Hookham, K. Nesbitt, and F. Kay-Lambkin, “Comparing usability and engagement between a serious game and a traditional online program,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. 01-05-Febr, 2016.
- [63] J. Nielsen, “Why You Only Need to Test with 5 Users.” Nielsen Norman Group, 2000.

- [64] R. Yáñez-Gómez, D. Cascado-Caballero, and J. L. Sevillano, "Academic methods for usability evaluation of serious games: a systematic review," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 76, no. 4, pp. 5755–5784, 2017.
- [65] J. R. Calvo-Ferrer, "Juegos, videojuegos y juegos serios: Análisis de los factores que favorecen la diversión del jugador," *Miguel Hernández Commun. J.*, vol. 9, no. 9, pp. 191–226, 2018.

## **ANEXOS**

Debido a la gran cantidad de información presente en los anexos, estos se encuentran en un formato digital que se puede apreciar en el CD adjunto.

- Anexo 1: Documento de requerimientos con iPlus
- Anexo 2: Documento de SCRUM
- Anexo 3: Documento de diseño
- Anexo 4: Documento de pruebas de funcionalidad
- Anexo 5: Documento de evaluación de usabilidad