

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **INGENIERÍA EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN**

### **JUEGO SERIO PARA EL APRENDIZAJE DE DOS TEMAS DEL ÁREA DE ELECTRÓNICA**

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

**STALIN ALEJANDRO AMAGUA SANDOBALÍN**  
stalin.amagua@outlook.com

**DIRECTOR: MSC. REGINA MARITZOL TENEMAZA VERA**  
maritzol.tenemaza@epn.edu.ec

**Quito, junio 2018**

## **DECLARACIÓN**

Yo, STALIN ALEJANDRO AMAGUA SANDOBALÍN, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis 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.

---

**Stalin Alejandro Amagua Sandobalín**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por STALIN ALEJANDRO AMAGUA SANDOBALÍN, bajo mi supervisión.

---

**MSc. Regina Maritzol Tenemaza Vera**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

# CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                               | <b>1</b>  |
| 1.1. Objetivos .....                                       | 2         |
| 1.1.1. Objetivo General .....                              | 2         |
| 1.1.2. Objetivos Específicos .....                         | 2         |
| 1.2. Juegos serios .....                                   | 2         |
| 1.3. Metodología de desarrollo .....                       | 3         |
| 1.3.1. Marco de trabajo DPE .....                          | 5         |
| 1.3.1.1. Definición de los resultados de aprendizaje ..... | 5         |
| 1.3.1.2. Elaboración del diseño .....                      | 7         |
| 1.3.1.3. Evaluación del diseño .....                       | 9         |
| 1.3.1.4. Artefactos .....                                  | 9         |
| 1.3.2. Marco de trabajo Scrum .....                        | 9         |
| 1.3.2.1. Equipo Scrum .....                                | 9         |
| 1.3.2.2. Eventos .....                                     | 10        |
| 1.3.2.3. Artefactos .....                                  | 11        |
| 1.4. Herramientas de desarrollo .....                      | 11        |
| 1.4.1. Unity .....   | 11        |
| 1.4.2. Visual Studio .....                                 | 11        |
| 1.4.3. GNU Image Manipulation Program .....                | 11        |
| 1.4.4. Bfxr .....  | 12        |
| 1.4.5. Internet Information Services .....                 | 12        |
| <b>2. METODOLOGÍA .....</b>                                | <b>13</b> |
| 2.1. Desarrollo del videojuego educativo .....             | 13        |
| 2.2. Pre-producción .....                                  | 14        |
| 2.2.1. Ejecución de iteraciones .....                      | 14        |
| 2.2.1.1. Primera iteración .....                           | 14        |
| 2.2.2. Documento de diseño .....                           | 29        |
| 2.3. Producción .....                                      | 29        |
| 2.3.1. Definición del proyecto .....                       | 29        |
| 2.3.1.1. Requerimientos .....                              | 29        |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| 2.3.1.2.     | Historias de usuario épicas .....                                    | 29        |
| 2.3.1.3.     | Product Baklog.....  | 30        |
| 2.3.1.4.     | Definición de roles.....   | 32        |
| 2.3.1.5.     | Arquitectura del proyecto .....                                      | 32        |
| 2.3.1.6.     | Persistencia de datos .....  | 33        |
| 2.3.1.7.     | Release Planning .....   | 34        |
| 2.3.2.       | Ejecución de sprints .....   | 34        |
| 2.3.2.1.     | Primer sprint.....   | 34        |
| 2.3.2.2.     | Segundo sprint.....  | 39        |
| 2.3.2.3.     | Tercer sprint.....   | 43        |
| 2.3.2.4.     | Cuarto sprint .....  | 50        |
| 2.3.2.5.     | Quinto sprint.....   | 55        |
| 2.3.2.6.     | Sexto sprint .....   | 63        |
| 2.3.3.       | Ejecución de pruebas funcionales.....                                | 68        |
| 2.3.3.1.     | Pruebas funcionales.....   | 68        |
| 2.3.3.2.     | Aplicación de casos de prueba.....                                   | 68        |
| 2.4.         | Post-producción .....  | 77        |
| 2.4.1.       | Ejemplo de uso del videojuego.....                                   | 77        |
| 2.4.2.       | Evaluación del videojuego.....                                       | 84        |
| 2.4.2.1.     | Instrumentos .....   | 84        |
| 2.4.2.2.     | Sesión de juego .....  | 84        |
| <b>3.</b>    | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                                   | <b>85</b> |
| 3.1.1.       | Jugabilidad.....   | 85        |
| 3.1.2.       | Utilidad .....   | 89        |
| <b>4.</b>    | <b>CONCLUSIONES .....</b>  | <b>91</b> |
| 4.1.         | Conclusiones.....  | 91        |
| 4.2.         | Recomendaciones .....  | 92        |
| <b>5.</b>    | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                              | <b>93</b> |
| <b>6.</b>    | <b>ANEXOS .....</b>  | <b>97</b> |
| ANEXO A..... |  | 98        |
| A.1          | Clasificación y comparación de metodologías de diseño de juegos..... | 98        |

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| A.2           | Patrones de diseño de juegos para el aprendizaje.....                    | 98  |
| A.3           | Lista compilada de heurísticas para la evaluación de la jugabilidad..... | 98  |
| A.4           | Contenido teórico.....   | 98  |
| ANEXO B.....  |  | 99  |
| B.1           | Versión 1.0 del documento de diseño del videojuego .....                 | 99  |
| B.2           | Versión 1.1 del documento de diseño del videojuego .....                 | 99  |
| B.3           | Versión 1.2 del documento de diseño del videojuego .....                 | 99  |
| B.4           | Cambios en los artefactos Scrum en el sprint 3 .....                     | 99  |
| B.5           | Cambios en los artefactos Scrum en el sprint 5 .....                     | 99  |
| B.6           | Prototipos del sprint 4 .....  | 99  |
| B.7           | Prototipos del sprint 6 .....  | 99  |
| B.8           | Activos de dominio público .....   | 99  |
| B.9           | Análisis de costos.....  | 99  |
| ANEXO C ..... |  | 100 |
| C.1           | Formato cuestionario inicial .....                                       | 100 |
| C.2           | Formato cuestionario final.....  | 100 |
| C.3           | Formato encuesta.....  | 100 |
| ANEXO D ..... |  | 101 |
| D.1           | Hoja de asistencia de los estudiantes (escaneada) .....                  | 101 |
| D.2           | Códigos asignados a los estudiantes (escaneados) .....                   | 101 |
| D.3           | Cuestionarios iniciales aplicados (escaneados).....                      | 101 |
| D.4           | Cuestionarios finales aplicados (escaneados) .....                       | 101 |
| D.5           | Encuestas aplicadas (escaneadas) .....                                   | 101 |
| D.6           | Evidencia multimedia de la sesión de juego.....                          | 101 |
| ANEXO E.....  |  | 102 |
| E.1           | Proyecto Unity (comprimido).....   | 102 |
| E.2           | Aplicación Web (comprimido) .....  | 102 |
| E.3           | Manual de configuración.....   | 102 |
| E.4           | Manual de usuario .....  | 102 |

## FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Marco DPE expandido (Fuente: Adaptado de [28]).....       | 7  |
| Figura 2: Desarrollo del videojuego educativo .....                 | 13 |
| Figura 3: Nivel – Boceto .....                                      | 19 |
| Figura 4: Desafío de desactivar celda – Boceto .....                | 20 |
| Figura 5: Celda desactivada – Boceto .....                          | 20 |
| Figura 6: Color de banda modificado – Boceto .....                  | 21 |
| Figura 7: Desafío de desactivar celda con pistas – Boceto.....      | 21 |
| Figura 8: Desafío de activar elevador – Boceto .....                | 21 |
| Figura 9: Elevador activado – Boceto .....                          | 22 |
| Figura 10: Valores de voltaje y corriente modificados – Boceto..... | 22 |
| Figura 11: Desafío de activar elevador con pistas – Boceto .....    | 23 |
| Figura 12: Menú principal (opciones primarias) – Boceto .....       | 23 |
| Figura 13: Menú principal (opciones secundarias) – Boceto.....      | 24 |
| Figura 14: Interfaz durante el juego – Boceto .....                 | 24 |
| Figura 15: Panel de fin de partida – Boceto .....                   | 25 |
| Figura 16: Panel ¿CÓMO JUGAR? – Boceto .....                        | 25 |
| Figura 17: Panel INFORMACIÓN – Boceto .....                         | 26 |
| Figura 18: Desafío de desactivar celda – Prototipo .....            | 27 |
| Figura 19: Desafío de activar elevador – Prototipo .....            | 27 |
| Figura 20: Escenas en Unity .....                                   | 32 |
| Figura 21: <i>GameObjects</i> en Unity .....                        | 33 |
| Figura 22: Burndown Chart – Primer sprint.....                      | 38 |
| Figura 23: Burndown Chart - Segundo sprint.....                     | 42 |
| Figura 24: Burndown Chart – Tercer sprint.....                      | 50 |
| Figura 25: Burndown Chart – Cuarto sprint .....                     | 55 |
| Figura 26: Burndown Chart – Quinto sprint.....                      | 62 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 27: Burndown Chart – Sexto sprint.....              | 68 |
| Figura 28: Videojuego .....                                | 77 |
| Figura 29: Menú principal (opciones primarias).....        | 78 |
| Figura 30: Menú principal (opciones secundarias).....      | 78 |
| Figura 31: Tutorial (primera instrucción).....             | 79 |
| Figura 32: Tutorial (ultima instrucción).....              | 79 |
| Figura 33: Nivel .....                                     | 80 |
| Figura 34: Avatar corriendo .....                          | 80 |
| Figura 35: Desafío de desactivar celda sin pistas.....     | 81 |
| Figura 36: Desafío de desactivar celda con pistas.....     | 81 |
| Figura 37: Avatar toca la bandera .....                    | 82 |
| Figura 38: Panel de fin de partida.....                    | 82 |
| Figura 39: Panel ¿CÓMO JUGAR? .....                        | 83 |
| Figura 40: Panel INFORMACIÓN.....                          | 83 |
| Figura 41: Resultados para la pregunta 1.....              | 86 |
| Figura 42: Resultados para la pregunta 2.....              | 86 |
| Figura 43: Resultados para la pregunta 3.....              | 87 |
| Figura 44: Resultados para la pregunta 4.....              | 87 |
| Figura 45: Resultados para la pregunta 5.....              | 88 |
| Figura 46: Resultados para la pregunta 6.....              | 88 |
| Figura 47: Notas de los cuestionarios por estudiante ..... | 90 |
| Figura 48: Nota promedio por cuestionario.....             | 90 |

## TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Fases del desarrollo de un videojuego (Fuente: Adaptado de [11]) .....           | 3  |
| Tabla 2: Fragmento de los resultados del trabajo revisado (Fuente: Adaptado de [15])..... | 4  |
| Tabla 3: Niveles cognitivos (Fuente: Adaptado de [32]).....                               | 6  |
| Tabla 4: Ejemplo de resultado de aprendizaje .....  | 7  |
| Tabla 5: Elementos del diseño de un juego educativo.....                                  | 8  |
| Tabla 6: Resultados de aprendizaje .....  | 14 |
| Tabla 7: Personajes .....   | 16 |
| Tabla 8: Patrones de diseño de juegos seleccionados .....                                 | 17 |
| Tabla 9: Implementación de los patrones de diseño de juegos seleccionados .....           | 18 |
| Tabla 10: Controles .....   | 26 |
| Tabla 11: Controles modificados .....   | 28 |
| Tabla 12: Historia de usuario épica HUE01 .....   | 29 |
| Tabla 13: Historia de usuario épica HUE02 .....   | 30 |
| Tabla 14: Historia de usuario épica HUE03 .....   | 30 |
| Tabla 15: Product Backlog .....   | 31 |
| Tabla 16: Equipo Scrum .....  | 32 |
| Tabla 17: Release Planning .....  | 34 |
| Tabla 18: Historia de usuario HU01 .....  | 35 |
| Tabla 19: Historia de usuario HU02.....   | 35 |
| Tabla 20: Actividades – Historia de usuario HU01.....                                     | 36 |
| Tabla 21: Actividades – Historia de usuario HU02.....                                     | 36 |
| Tabla 22: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU01.....                           | 37 |
| Tabla 23: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU02.....                           | 37 |
| Tabla 24: Tablero Kanban - Primer sprint .....  | 38 |
| Tabla 25: Historia de usuario HU03.....   | 39 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 26: Historia de usuario HU04.....                          | 40 |
| Tabla 27: Actividades – Historia de usuario HU03.....            | 40 |
| Tabla 28: Actividades – Historia de usuario HU04.....            | 41 |
| Tabla 29: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU03.....  | 41 |
| Tabla 30: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU04.....  | 42 |
| Tabla 31: Tablero Kanban – Segundo sprint .....                  | 42 |
| Tabla 32: Historia de usuario HU05.....                          | 43 |
| Tabla 33: Historia de usuario HU06.....                          | 44 |
| Tabla 34: Actividades – Historia de usuario HU05.....            | 45 |
| Tabla 35: Actividades – Historia de usuario HU06.....            | 46 |
| Tabla 36: Pruebas de aceptación - Historia de usuario HU05 ..... | 48 |
| Tabla 37: Pruebas de aceptación - Historia de usuario HU06 ..... | 49 |
| Tabla 38: Tablero Kanban – Tercer sprint .....                   | 49 |
| Tabla 39: Historia de usuario HU15.....                          | 50 |
| Tabla 40: Historia de usuario HU07.....                          | 51 |
| Tabla 41: Historia de usuario HU08.....                          | 51 |
| Tabla 42: Actividades – Historia de usuario HU15.....            | 52 |
| Tabla 43: Actividades – Historia de usuario HU07.....            | 52 |
| Tabla 44: Actividades – Historia de usuario HU08.....            | 53 |
| Tabla 45: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU15.....  | 53 |
| Tabla 46: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU07.....  | 54 |
| Tabla 47: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU08.....  | 54 |
| Tabla 48: Tablero Kanban – Cuarto sprint.....                    | 55 |
| Tabla 49: Historia de usuario HU09.....                          | 56 |
| Tabla 50: Historia de usuario HU10.....                          | 56 |
| Tabla 51: Historia de usuario HU11.....                          | 57 |
| Tabla 52: Historia de usuario HU12.....                          | 57 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 53: Actividades – Historia de usuario HU09.....            | 58 |
| Tabla 54: Actividades – Historia de usuario HU10.....            | 59 |
| Tabla 55: Actividades – Historia de usuario HU11.....            | 59 |
| Tabla 56: Actividades – Historia de usuario HU12.....            | 60 |
| Tabla 57: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU09.....  | 60 |
| Tabla 58: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU10.....  | 61 |
| Tabla 59: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU11.....  | 61 |
| Tabla 60: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU12.....  | 62 |
| Tabla 61: Tablero Kanban – Quinto sprint .....                   | 62 |
| Tabla 62: Historia de usuario HU13.....                          | 63 |
| Tabla 63: Historia de usuario HU14.....                          | 63 |
| Tabla 64: Historia de usuario HU16.....                          | 64 |
| Tabla 65: Actividades – Historia de usuario HU13.....            | 64 |
| Tabla 66: Actividades – Historia de usuario HU14.....            | 65 |
| Tabla 67: Actividades – Historia de usuario HU16.....            | 65 |
| Tabla 68: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU13.....  | 66 |
| Tabla 69: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU14.....  | 66 |
| Tabla 70: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU16.....  | 67 |
| Tabla 71: Tablero Kanban – Sexto sprint .....                    | 67 |
| Tabla 72: Casos de prueba – Módulo de navegación.....            | 71 |
| Tabla 73: Casos de prueba – Módulo de práctica.....              | 74 |
| Tabla 74: Casos de prueba – Módulo de información.....           | 76 |
| Tabla 75: Tablero Kanban – Aplicación de casos de prueba .....   | 77 |
| Tabla 76: Actividades realizadas durante la sesión de juego..... | 84 |
| Tabla 77: Resultados de la encuesta.....                         | 85 |
| Tabla 78: Resultados de los cuestionarios .....                  | 89 |

## RESUMEN

El presente documento describe el desarrollo de un videojuego serio para apoyar el aprendizaje de dos temas del área de electrónica: la ley de Ohm y el código de colores de los resistores. En ausencia de una metodología que abarque tanto el diseño como la construcción de videojuegos serios destinados al aprendizaje, se decidió usar el marco de trabajo DPE para el diseño del videojuego y el marco de trabajo Scrum para la construcción del diseño elaborado.

El desarrollo del videojuego se ha dividido en tres fases: pre-producción, producción y post-producción.

Pre-producción: En esta fase, se elaboró el diseño del videojuego aplicando el marco de trabajo DPE.

Producción: En esta fase, se construyó el diseño elaborado aplicando el marco de trabajo Scrum.

Post-producción: En esta fase, se evaluó la jugabilidad y utilidad del videojuego. Para la evaluación, se realizó una sesión de juego con un grupo de estudiantes de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional. Los estudiantes contestaron una encuesta para la evaluación de la jugabilidad y dos cuestionarios para la evaluación de la utilidad.

Los resultados obtenidos muestran que, tras el uso del videojuego, el 100% de los estudiantes presentaron una mejora en el aprendizaje de la ley de Ohm y el código de colores de los resistores. Por lo tanto, se concluyó que el uso de la aplicación contribuye en el aprendizaje de estos temas.

**Palabras clave:** Juego serio, Electrónica, Marco de trabajo DPE, Marco de trabajo Scrum.

## ABSTRACT

The present document describes the development of a serious videogame to support the learning of two topics of the area of electronics: the Ohm's law and the color code of resistors. In the absence of a methodology that covers both the design and construction of serious videogames for learning, it was decided to use the DPE framework for the design of the videogame and the Scrum framework for the construction of the elaborated design.

The development of the videogame has been divided into three phases: pre-production, production and post-production.

Pre-production: In this phase, the videogame design was elaborated applying the DPE framework.

Production: In this phase, the elaborated design was constructed applying the Scrum framework.

Post-production: In this phase, the playability and utility of the videogame was evaluated. For the evaluation, a game session was held with a group of students from the Faculty of Systems Engineering of the National Polytechnic School. The students answered a survey for the evaluation of the playability and two questionnaires for the evaluation of the utility.

The results obtained show that, after the use of the videogame, 100% of the students presented an improvement in the learning of Ohm's law and the color code of the resistors. Therefore, it was concluded that the use of the application contributes to the learning of these topics.

**Keywords:** Serious game, Electronics, DPE framework, Scrum framework.

# 1. INTRODUCCIÓN

La falta de motivación es una de las causas asociadas al fracaso académico, especialmente cuando se fundamenta en la escasa o nula participación de los alumnos durante las clases [1]. Cartuche *et al.*, investigadores de la práctica docente en las universidades públicas del Ecuador, exponen que los modelos pedagógicos tradicionales no han perdido vigencia y son predominantes; los docentes usan paradigmas basados en la transmisión de información teórica, mediante exposiciones; los docentes utilizan poligrafiados, presentaciones PowerPoint, organizadores gráficos y video-conferencias como recursos de estimulación y motivación; los estudiantes son actores pasivos en un proceso de enseñanza-aprendizaje poco efectivo [2].

Las nuevas generaciones de alumnos que ingresan a las instituciones de educación superior han crecido inmersas en la tecnología digital, lo que ha cambiado sus costumbres y preferencias a la hora de estudiar. Cubrir las necesidades educativas de este grupo requiere de nuevas técnicas de aprendizaje, además, del uso de recursos, que complementen al poco motivador material didáctico tradicional [3].

Actualmente, más de medio billón de personas en el mundo se entretienen con videojuegos por lo menos una hora al día [4]. Los videojuegos son ambientes diseñados específicamente para proporcionar experiencias interactivas a los jugadores [5], y para completarlos se requiere el mismo tipo de aprendizaje, estudio, comprensión y práctica requeridos para cualquier actividad educativa [6]. Estas características muestran el potencial de los videojuegos para ser usados como complemento a los recursos didácticos tradicionales.

Los videojuegos usados con fines adicionales al entretenimiento son calificados como serios [7]. En el ámbito educativo, el uso de videojuegos serios como recursos didácticos ha demostrado tener un impacto positivo [7], esto debido a la capacidad de los videojuegos para atraer a los estudiantes y hacerlos participar activamente de su aprendizaje [5].

Hoy en día, la electrónica se ha desarrollado tanto, que su estudio no solo es parte del diseño curricular de asignaturas diseñadas para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes que se especializan en ingeniería electrónica, sino de casi todas las especializaciones técnicas, tales como ingeniería mecánica, civil, aeroespacial o matemática [8]. Además, nuestra vida cotidiana gira en torno al uso de dispositivos electrónicos, por lo que, conocer sus fundamentos es beneficioso.

El presente trabajo contribuye con un videojuego serio para apoyar el aprendizaje de dos temas del área de electrónica: la ley de Ohm y el código de colores de los resistores. Debido

a la ausencia de una metodología que abarque tanto el diseño como la construcción de videojuegos serios destinados al aprendizaje, se usa el marco de trabajo DPE, en inglés *Design, Play and Experience*, para el diseño del videojuego, y el marco de trabajo Scrum para la construcción del diseño elaborado.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

- Desarrollar un juego serio para el aprendizaje de dos temas del área de electrónica: la ley de Ohm y el código de colores de los resistores.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Analizar y diseñar un juego serio para el aprendizaje de dos temas del área de electrónica, aplicando el marco de trabajo Diseño, Juego y Experiencia (DPE).
- Construir un juego serio para el aprendizaje de dos temas del área de electrónica, aplicando el marco de trabajo ágil Scrum.
- Evaluar la jugabilidad y la utilidad del juego serio para el aprendizaje de dos temas del área de electrónica.

## **1.2. Juegos serios**

Un juego serio es aquel creado con la intención de entretener y lograr por lo menos un objetivo adicional (por ejemplo, el aprendizaje o la rehabilitación); estos objetivos adicionales son llamados objetivos caracterizadores [9].

Los campos de aplicación de los juegos serios incluyen, pero no se limitan a, juegos de capacitación laboral, juegos educativos que van desde el jardín de infantes hasta la universidad, juegos de publicidad y mercadotecnia, juegos de salud para prevención y rehabilitación, o juegos que cubren temas relevantes para la sociedad, como la política, la seguridad, la religión, la energía o el clima [9].

Las características de los videojuegos educativos que agregan valor al proceso de enseñanza-aprendizaje son [10]:

- Los estudiantes aprenden, experimentan y practican de una manera más atractiva que la educación tradicional.
- Los estudiantes experimentan situaciones que demandan gran cantidad de recursos (dinero, tiempo, etc.) en el mundo real.

- Los estudiantes toman decisiones en situaciones arriesgadas y complejas de forma segura.
- Los estudiantes completan su proceso de aprendizaje a su propio nivel y ritmo.
- Los estudiantes reciben retroalimentación inmediata y efectiva.

### 1.3. Metodología de desarrollo

El desarrollo de un videojuego serio es similar al de uno exclusivo para el entretenimiento, la diferencia está en que los videojuegos serios deben lograr por lo menos un objetivo adicional a la recreación [9].

No existe una metodología estándar para el desarrollo de videojuegos [11]. Autores como Rollings [12], Callele [13] y Bethke [14] coinciden en que el desarrollo de un videojuego puede segmentarse en tres fases: pre-producción, producción y post-producción [11]. La tabla 1 describe brevemente estas fases.

| <b>Fases del desarrollo de un videojuego</b> |                 |   |
|--|-----------------|---|
| <b>#</b>                                     | <b>Fase</b>     | <b>Descripción</b>  |
| 1  | Pre-producción  | En esta fase se diseña el videojuego.                                   |
| 2  | Producción      | En esta fase se construye, prueba y publica el videojuego.              |
| 3  | Post-producción | En esta fase, el videojuego recibe parches o mejoras (si es necesario). |

Tabla 1: Fases del desarrollo de un videojuego (Fuente: Adaptado de [11])

El desarrollo de videojuegos educativos consiste principalmente de su diseño y construcción [9]. Existen varias metodologías enfocadas únicamente en el diseño [15], por lo que, tras diseñar la aplicación, el equipo de desarrollo tiene libertad para decidir la manera en la que el diseño elaborado será construido.

En ausencia de una metodología que abarque tanto el diseño como la construcción de videojuegos educativos, se ha decidido usar dos metodologías, una para el diseño del videojuego y otra para la construcción del diseño elaborado.

El desarrollo del videojuego se ha dividido en tres fases: pre-producción, producción y post-producción. A continuación se describen estas fases.

## Pre-producción

En esta fase se elaborará el diseño del videojuego. Para la selección de la metodología a usar, se revisó el trabajo de Slimani *et al.*, quienes han clasificado y comparado 14 metodologías destinadas al diseño de juegos serios [15] (anexo A.1). La tabla 2 muestra solo los resultados, que se consideraron relevantes para la selección de la metodología.

| Metodología       | Categoría       |           | Propósito |        |
|-------------------|-----------------|-----------|-----------|--------|
|                   | Entretenimiento | Educativo | Análisis  | Diseño |
| ATMSG 2015 [16]   |                 | X         | X         | X      |
| HABS 2014 [17]    | X               | X         | X         |        |
| LM-GM 2015 [18]   |                 | X         | X         | X      |
| GOMII 2007 [19]   |                 | X         | X         | X      |
| LCRPDPL 2012 [20] |                 | X         | X         | X      |
| GLF 2011 [21]     |                 | X         | X         | X      |
| 4D 2006 [22]      |                 | X         | X         |        |
| RETAIN 2006 [23]  |                 | X         | X         | X      |
| EGM 2005 [24]     |                 | X         | X         | X      |
| GOP 2007 [25]     | X               |           | X         | X      |
| Djaouti 2007 [26] | X               |           | X         | X      |
| MDA 2004 [27]     | X               |           | X         | X      |
| DPE 2008 [28]     | X               | X         | X         | X      |
| DSVL 2011 [29]    |                 | X         |           | X      |

Tabla 2: Fragmento de los resultados del trabajo revisado (Fuente: Adaptado de [15])

Como se observa en la tabla 2, solo dos metodologías involucran tanto el entretenimiento como la educación, y de estas dos, solo una sirve al propósito de analizar y diseñar un juego educativo, el marco de trabajo DPE [28]. Por lo tanto, este marco será usado para la elaboración del diseño.

El marco de trabajo DPE será descrito en la sección 1.3.1.

## **Producción**

En esta fase se construirá el diseño elaborado. Con el objetivo de asegurar tanto el entretenimiento como el aprendizaje, se requiere realizar pruebas de juego de manera constante, por lo que, el videojuego necesita tener componentes que sean utilizables en el menor tiempo posible. Además, es necesario que se adapte fácilmente ante posibles cambios durante su producción. Considerando las características planteadas, se decidió usar el marco de trabajo Scrum [30] para la construcción del videojuego.

El marco de trabajo Scrum será descrito en la sección 1.3.2.

## **Post-producción**

En esta fase, el videojuego construido será evaluado en dos aspectos: jugabilidad y utilidad.

### **1.3.1. Marco de trabajo DPE**

Como se expuso en la sección 1.3, el marco de trabajo DPE será usado para el diseño del videojuego durante la fase de pre-producción. Este marco describe un proceso iterativo para el análisis y diseño de juegos serios destinados al aprendizaje [28].

En el marco de trabajo DPE, el diseño de un juego serio consiste principalmente de tres pasos: definición de los resultados de aprendizaje, elaboración del diseño, y evaluación del diseño elaborado [10].

#### **1.3.1.1. Definición de los resultados de aprendizaje**

Los resultados de aprendizaje describen que conocerá, entenderá y será capaz de hacer un estudiante al completar con éxito un proceso de aprendizaje [31]. La taxonomía revisada de Bloom se recomienda para definir resultados de aprendizaje [28].

##### **1.3.1.1.1. Taxonomía revisada de Bloom**

La taxonomía revisada de Bloom se usa para definir y/o clasificar resultados de aprendizaje en seis niveles cognitivos. La tabla 3 describe estos niveles.

| <b>Niveles cognitivos</b> |              |   |   |
|---------------------------|--------------|---|---|
| <b>#</b>                  | <b>Nivel</b> | <b>Descripción</b>  | <b>Ejemplos de verbos</b>   |
| 1                         | Recordar     | Producir la información correcta desde la memoria.  | Escribir, describir, enumerar, etiquetar, reproducir, seleccionar.  |
| 2                         | Comprender   | Construir significado a partir de materiales educativos o experiencias.                       | Clasificar, citar, convertir, describir, estimar, explicar.         |
| 3                         | Aplicar      | Utilizar un procedimiento.  | Usar, recoger, calcular, construir, controlar, determinar.          |
| 4                         | Analizar     | Descomponer un concepto en sus partes y describir cómo las partes se relacionan con el todo.  | Analizar, discriminar, categorizar, distinguir, comparar, ilustrar. |
| 5                         | Evaluar      | Emitir juicios basados en criterios y en normas.  | Valorar, comparar, contrastar, concluir, criticar, decidir.         |
| 6                         | Crear        | Reunir las piezas para formar algo nuevo o reconocer los componentes de una nueva estructura. | Idear, generar, mezclar, construir, cambiar, convertir.             |

Tabla 3: Niveles cognitivos (Fuente: Adaptado de [32])

Un resultado de aprendizaje está compuesto por un verbo y un sustantivo. El verbo se refiere a acciones asociadas con el nivel cognitivo deseado. El sustantivo describe el conocimiento que los estudiantes deben adquirir o construir [33]. Heer [34] recomienda anteponer “Los estudiantes serán capaces de...” al resultado de aprendizaje para evitar confundirlos con actividades educativas. La tabla 4 muestra un ejemplo de resultado de aprendizaje.

| Ejemplo de resultado de aprendizaje |  |             |  |                 |
|-------------------------------------|--|-------------|--|-----------------|
| #                                   | Resultado de aprendizaje   | Componentes |  | Nivel cognitivo |
|                                     |  | Verbo       | Sustantivo                                 |                 |
| 1                                   | Los estudiantes serán capaces de recordar la ley económica de la oferta y la demanda [33]. | Recordar    | La ley económica de la oferta y la demanda | Recordar (1)    |

Tabla 4: Ejemplo de resultado de aprendizaje

### 1.3.1.2. Elaboración del diseño

Los elementos que componen el diseño de un juego educativo son: contenido y pedagogía; personajes, escenario y narrativa; mecánicas; e interfaz de usuario. La figura 1 ubica estos elementos en el marco de trabajo DPE.

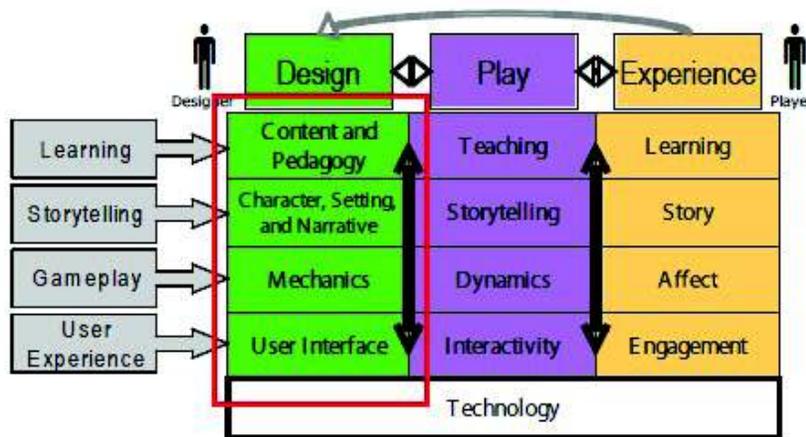


Figura 1: Marco DPE expandido (Fuente: Adaptado de [28])

La tabla 5 describe los elementos del diseño de un juego educativo.

| <b>Elementos del diseño de un juego educativo</b> |  |
|---|--|
| <b>Elemento</b>                                   | <b>Descripción</b>   |
| Contenido y pedagogía                             | El contenido es todo cuanto hay que aprender para alcanzar los resultados de aprendizaje [35].<br>La pedagogía son las actividades que instruyen el contenido [36].  |
| Personajes, escenario y narrativa                 | Los personajes son los héroes, villanos, inocentes en apuros y espectadores de la historia del juego [37].<br>El escenario es un lugar imaginario en el que ocurren los eventos de la historia del juego [37].<br>La narrativa es el conjunto de eventos de la historia del juego que el juego cuenta o muestra al jugador [37]. |
| Mecánicas   | Las mecánicas son las reglas que definen el funcionamiento del mundo del juego, las habilidades del jugador, los desafíos que el jugador enfrentará y las metas que el jugador deberá alcanzar para completar el juego [28].   |
| Interfaz de usuario                               | La interfaz de usuario abarca todo lo que el usuario observa, escucha e interactúa [28].   |

Tabla 5: Elementos del diseño de un juego educativo

La combinación de estos elementos en un juego que sea tanto entretenido como educativo representa el mayor reto durante la elaboración del diseño. Por tal motivo, se decidió usar los patrones de diseño de juegos para el aprendizaje, propuestos por Kelle [38], como ayuda para la elaboración del diseño. En concreto, estos patrones serán usados para identificar las mecánicas que podrían ser incluidas en el diseño, con el propósito de apoyar el logro de los resultados de aprendizaje.

#### **1.3.1.2.1. Patrones de diseño de juegos para el aprendizaje**

Kelle [38] desarrolló un conjunto de patrones de diseño de juegos relevantes para el aprendizaje (anexo A.2). Estos patrones son el resultado de un mapeo entre los patrones de diseño de juegos propuestos por Björk y Holopainen [39] y las funciones de aprendizaje propuestas por Grösser [40].

Los patrones de Kelle especifican para cada una de las funciones de aprendizaje, los patrones de diseño de juegos que pueden ser usados para respaldarlas. En el desarrollo de juegos educativos, los patrones desarrollados por Kelle brindan sugerencias sobre los elementos de juego que los diseñadores podrían incluir en sus diseños, de tal manera, que estos diseños satisfagan sus respectivos propósitos de aprendizaje [38].

### **1.3.1.3. Evaluación del diseño**

La evaluación del diseño requiere la construcción de prototipos. Un prototipo es un boceto que permite enfocarse en un pequeño conjunto de características del juego, y ver cómo funcionan juntas [41].

Los prototipos se usan para validar tanto el entretenimiento como los resultados de aprendizaje a través de pruebas de juego con jugadores potenciales. El resultado de estas pruebas determina si se necesita modificar el diseño en otra iteración o no.

### **1.3.1.4. Artefactos**

El marco de trabajo DPE permite que el diseñador elabore los artefactos que considere necesarios. En este caso, se redactará el documento de diseño del juego.

#### **1.3.1.4.1. Documento de diseño del juego**

El documento de diseño describe las mecánicas e interfaces de usuario en gran detalle [42]. Este documento no tiene una plantilla normalizada, y necesita ser actualizado conforme existan cambios en el diseño.

### **1.3.2. Marco de trabajo Scrum**

Como se expuso en la sección 1.3, el marco de trabajo Scrum será usado como metodología para la construcción del videojuego durante la fase producción. Scrum es: “Un marco de trabajo por el cual las personas pueden abordar problemas complejos adaptativos, a la vez que entregan productos del máximo valor posible productiva y creativamente” [30].

Scrum emplea un enfoque iterativo e incremental para el desarrollo y mantenimiento de productos complejos. Este marco de trabajo consiste en los equipos Scrum, eventos, y artefactos.

#### **1.3.2.1. Equipo Scrum**

El equipo Scrum consiste en un dueño del producto (*product owner*), el equipo de desarrollo (*development team*) y un Scrum master. Los equipos Scrum son auto-organizados y multifuncionales [30].

### **1.3.2.1.1. Dueño del producto**

El dueño del producto (*product owner*) es el encargado de maximizar el valor del producto y del trabajo del equipo de desarrollo, además, de ser el único responsable de la lista de producto (*product backlog*) [30].

### **1.3.2.1.2. Equipo de desarrollo**

El equipo de desarrollo (*development team*) es el grupo encargado de implementar y presentar al final de cada sprint, un incremento de producto terminado [30].

### **1.3.2.1.3. Scrum master**

El Scrum master es el encargado de asegurar que el marco de trabajo es entendido y adoptado, además, de facilitar las actividades del resto del equipo [30].

## **1.3.2.2. Eventos**

### **1.3.2.2.1. Sprint**

Un sprint es un bloque de tiempo con una duración de máximo un mes, durante el cual se crea un incremento de producto terminado. Cada sprint consiste de la reunión de planificación del sprint, las reuniones diarias Scrum, el trabajo de desarrollo, la reunión de revisión del sprint, y la reunión de retrospectiva del sprint [30].

### **1.3.2.2.2. Reunión de planificación del sprint**

Asiste el equipo Scrum y tiene una duración máxima de 8 horas. En esta reunión se especifica el trabajo a realizar durante el sprint [30].

### **1.3.2.2.3. Reunión diaria Scrum**

Asiste el equipo de desarrollo y tiene una duración máxima de 15 minutos. En esta reunión, cada miembro del equipo explica [30]:

- ¿Qué hice ayer para ayudar a lograr el objetivo del sprint?
- ¿Qué haré hoy para ayudar a lograr el objetivo del sprint?
- ¿Veo algún impedimento que evite lograr el objetivo del sprint?

### **1.3.2.2.4. Reunión de revisión del sprint**

Asiste el equipo Scrum y tiene una duración máxima de 4 horas. En esta reunión se revisa el incremento de producto terminado y si fuese necesario, se adapta la lista de producto [30].

#### **1.3.2.2.5. Reunión de retrospectiva del sprint**

Asiste al equipo Scrum y tiene una duración máxima de 3 horas. En esta reunión se discuten los aspectos positivos y negativos durante la ejecución del sprint, con el objetivo de mejorar el trabajo en el siguiente sprint [30].

#### **1.3.2.3. Artefactos**

##### **1.3.2.3.1. Lista de producto (*product backlog*)**

La lista de producto se compone de todas las características que debe poseer el producto. Esta lista no es estática, y debe actualizarse conforme existan cambios [30].

##### **1.3.2.3.2. Lista de pendientes del sprint (*sprint backlog*)**

La lista de pendientes del sprint se compone de un conjunto de características de la lista de producto (*product backlog*) que se va a completar durante el sprint [30].

##### **1.3.2.3.3. Incremento**

El incremento es la suma de todas las características de la lista de producto que fueron completadas durante el sprint, además, de los incrementos de los sprints anteriores [30].

### **1.4. Herramientas de desarrollo**

Para el desarrollo del videojuego se usarán las siguientes herramientas.

#### **1.4.1. Unity**

Unity es un software multiplataforma para el desarrollo de videojuegos que cuenta con una versión gratuita. Los lenguajes de programación que pueden usarse son JavaScript o C#. Los videojuegos desarrollados se ejecutan en una amplia variedad de sistemas operativos (Windows, Linux, iOS), navegadores (Firefox, Chrome, etc.) y consolas (PS3, Xbox, Wii) [43].

#### **1.4.2. Visual Studio**

Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para Windows que cuenta con una versión gratuita. Unity permite la creación y edición de scripts a través de este IDE [44].

#### **1.4.3. GNU Image Manipulation Program**

GNU Image Manipulation Program (GIMP) es una herramienta multiplataforma y gratuita para crear imágenes o retocar fotografías [45].

#### **1.4.4. Bfxr**

Bfxr es una herramienta multiplataforma y gratuita para crear efectos de sonido. Los efectos de sonido creados pueden ser exportados como archivos de audio en formato WAV [46].

#### **1.4.5. Internet Information Services**

Internet Information Services (IIS) es un servidor de aplicaciones desarrollado por Microsoft. Este servidor viene por defecto como un componente de Windows [47].

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Desarrollo del videojuego educativo

De acuerdo a lo expuesto en la sección 1.3, el desarrollo del videojuego se ha dividido en tres fases: pre-producción, producción y post-producción. La figura 2 muestra las actividades que se realizarán en cada una de estas fases.

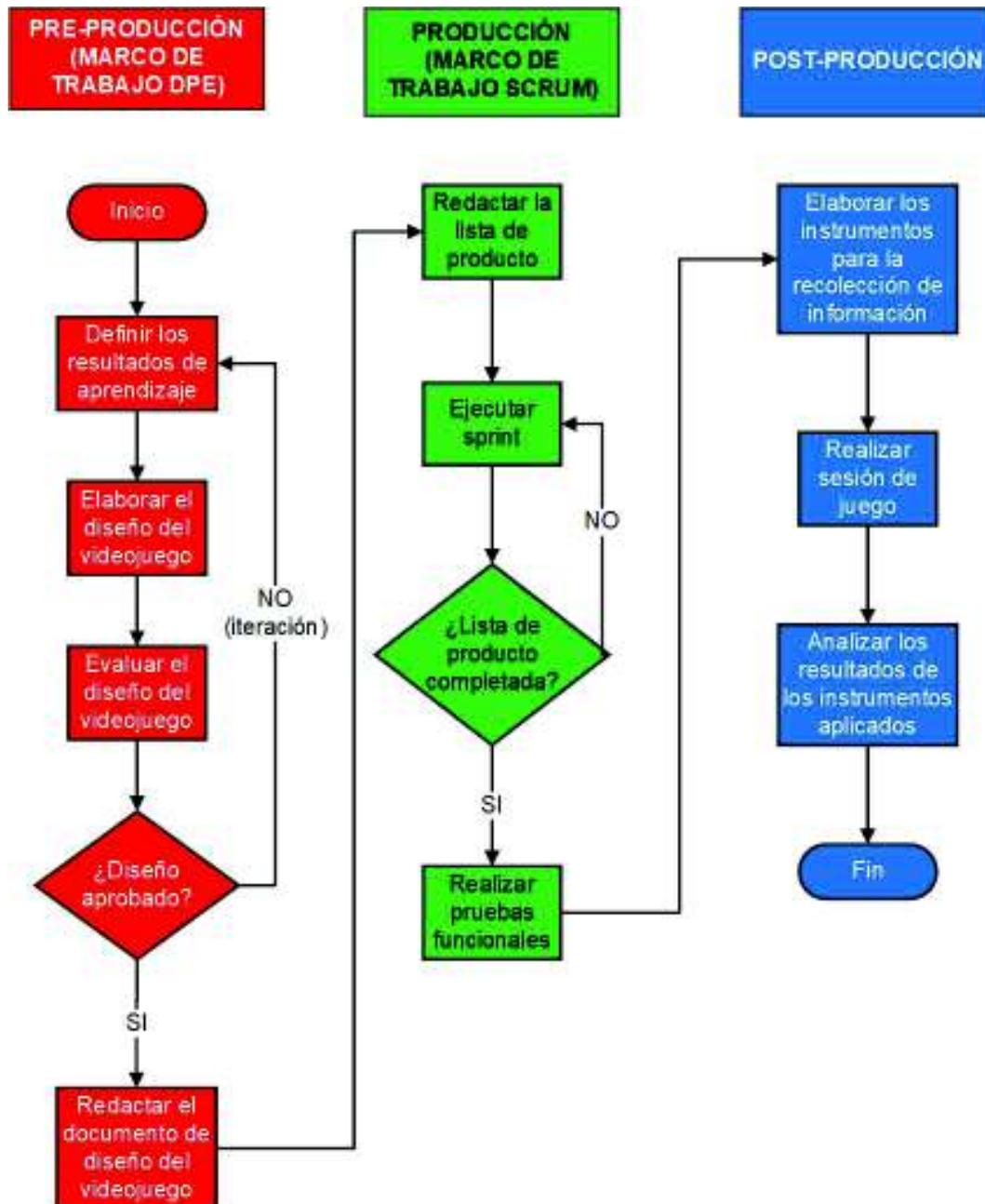


Figura 2: Desarrollo del videojuego educativo

## 2.2. Pre-producción

### 2.2.1. Ejecución de iteraciones

#### 2.2.1.1. Primera iteración

##### 2.2.1.1.1. Definición de resultados de aprendizaje

El contenido de aprendizaje abarca dos temas del área de electrónica: la ley de Ohm y el código de colores de los resistores. El objetivo del videojuego serio a desarrollar es ser un recurso didáctico que contribuya en el aprendizaje de estos temas.

Los resultados de aprendizaje que se esperan lograr cuando los estudiantes completen el videojuego se muestran en la tabla 6.

| Resultados de aprendizaje |  |             |   |                 |
|---------------------------|--|-------------|---|-----------------|
| #                         | Resultado de aprendizaje   | Componentes |   | Nivel cognitivo |
|                           |  | Verbo       | Sustantivo  |                 |
| 1                         | Los estudiantes serán capaces de calcular el voltaje, la corriente y la resistencia en circuitos eléctricos simples.                     | Calcular    | El voltaje, la corriente y la resistencia en circuitos eléctricos simples                   | Aplicar (3)     |
| 2                         | Los estudiantes serán capaces de determinar la resistencia, tolerancia y coeficiente de temperatura en resistores con bandas de colores. | Determinar  | La resistencia, tolerancia y coeficiente de temperatura en resistores con bandas de colores | Aplicar (3)     |

Tabla 6: Resultados de aprendizaje

##### 2.2.1.1.2. Elaboración del diseño

La elaboración del diseño comenzó estableciendo el género y plataforma del videojuego. Un videojuego pertenece a uno u otro género de acuerdo a las acciones y desafíos que presenta al jugador, mientras que la plataforma señala su medio de ejecución (computadora, consola, móvil, etc.) [37].

## **Género**

El género del videojuego es plataformas 2D (dos dimensiones) con resolución de rompecabezas. En este género, el jugador controla un avatar que se mueve horizontalmente, saltando sobre y fuera de plataformas, resolviendo rompecabezas ambientales y luchando contra enemigos [37, 48]. La resolución de rompecabezas fue un elemento propio del género aventura, que hoy se incluye en varios otros géneros [37].

Los videojuegos que pertenecen al género plataformas 2D han demostrado ser herramientas educativas efectivas, y su desarrollo requiere un esfuerzo menor que el desarrollo de videojuegos 3D (tres dimensiones) [49].

## **Plataforma**

La plataforma del videojuego es navegador web. Esta plataforma evita al jugador descargar e instalar la aplicación, además, el usuario siempre accede a la última versión del aplicativo.

### **2.2.1.1.2.1. Contenido y pedagogía**

El contenido de aprendizaje abarca dos temas del área de electrónica. La electrónica es la rama de la Física que estudia y emplea sistemas cuyo funcionamiento se basa en la conducción y el control del flujo de los electrones [50].

Según Beléndez, un método a seguir en la enseñanza de la física en la Universidad puede basarse en el desarrollo de distintas formas didácticas que se resumen en las siguientes: clases teóricas, clases de problemas, clases prácticas de laboratorio, tutoría y asistencia al alumnado [51].

El videojuego serio será un recurso didáctico que contribuye en el aprendizaje de la ley de Ohm y el código de colores de los resistores. En ese sentido, el videojuego dará soporte a las formas didácticas: clases teóricas y clases de problemas.

Durante la preparación del contenido referente a la ley de Ohm se notó que su definición involucraba los siguientes conceptos: circuito eléctrico, voltaje, resistencia y corriente. Ante la posibilidad que estos conceptos no sean conocidos por los estudiantes, se decidió incluir una breve descripción de los mismos en el contenido teórico que el estudiante podrá revisar en el videojuego.

## **Contenido**

- El contenido sobre circuitos eléctricos consta en el anexo A.4.
- El contenido sobre el código de colores de los resistores consta en el anexo A.4.

- El contenido sobre la ley de Ohm consta en el anexo A.4.

### **Pedagogía**

- En el videojuego, el jugador podrá revisar contenido teórico sobre circuitos eléctricos, el código de colores de los resistores y la ley de Ohm.
- En el videojuego, el jugador enfrentará desafíos en donde deberá aplicar el código de colores de los resistores y la ley de Ohm.

#### **2.2.1.1.2.2. Personajes, escenario y narrativa**

El videojuego sigue a un robot llamado Electrón, quien ha ingresado a un laboratorio con el objetivo de rescatar a sus amigos.

### **Personajes**

La tabla 7 describe los personajes del videojuego.

| <b>Personajes</b> |  |
|-------------------|--|
| <b>Nombre</b>     | <b>Descripción</b>                                       |
| Electrón          | Protagonista.  |
| Amigos            | Amigos del protagonista, fueron capturados como rehenes. |
| Secuestradores    | Enemigos del protagonista, vigilan el laboratorio.       |

Tabla 7: Personajes

### **Escenario**

El escenario del videojuego será un laboratorio con elementos relacionados con la electrónica.

### **Narrativa**

El videojuego mostrará una pequeña historia de manera textual en el apartado de controles.

#### **2.2.1.1.2.3. Mecánicas**

### **Patrones de diseño de juegos para el aprendizaje**

Considerando los resultados de aprendizaje planteados para la aplicación, se decidió que las funciones de aprendizaje que se necesitan fomentar son: motivación, repetición,

retroalimentación y aplicación. La tabla 8 muestra los patrones de diseño de juegos seleccionados para respaldar estas funciones.

| <b>Patrones de diseño de juegos seleccionados</b> |                                     |  |
|---|-------------------------------------|--|
| <b>Funciones de aprendizaje</b>                   | <b>Patrones de diseño de juegos</b> | <b>Definición</b>  |
| Motivación  | Recompensas                         | El jugador recibe algo percibido como positivo, o se alivia de un efecto negativo, por completar los objetivos en el juego [39].                       |
| Repetición  | Rejugabilidad                       | El grado en el que un juego ofrece nuevos desafíos o experiencias cuando se juega de nuevo [39].   |
| Retroalimentación                                 | Puntuación                          | La puntuación es la representación numérica del éxito del jugador en el juego, a menudo no solo representando el éxito sino también definiéndolo [39]. |
| Aplicación  | Pistas                              | Las pistas son elementos del juego que brindan a los jugadores información sobre cómo se pueden alcanzar los objetivos del juego [39].                 |

Tabla 8: Patrones de diseño de juegos seleccionados

La tabla 12 muestra cómo se incluirán los patrones de diseño de juegos seleccionados en el diseño.

| <b>Implementación de los patrones de diseño de juegos seleccionados</b> |   |
|---|---|
| <b>Patrones de diseño de juegos</b>                                     | <b>Implementación</b>   |
| Recompensas   | El jugador recibirá una recompensa cuando superé un desafío relacionado con el código de colores de los resistores o la ley de Ohm. |
| Rejugabilidad   | La ubicación de las plataformas y de los enemigos variará partida a partida.  |
| Puntuación  | Un sistema de puntuación será incluido en el videojuego.  |
| Pistas  | Los desafíos relacionados con el código de colores de los resistores y la ley de Ohm ofrecerán pistas para ser superados.           |

Tabla 9: Implementación de los patrones de diseño de juegos seleccionados

### **Descripción de las mecánicas**

El videojuego consiste de un solo nivel. La figura 3 muestra un boceto del nivel.



En el nivel, el jugador controlará a un robot que podrá correr, saltar y disparar. El nivel se completa cuando el avatar alcanza la bandera o cuando un secuestrador alcanza al avatar.

En el nivel, el jugador deberá enfrentar dos desafíos: (a) desactivar celda y (b) activar elevador.

### a) Desactivar celda

En este desafío, el jugador practicará el código de colores de los resistores. La figura 4 muestra un boceto de este desafío, en donde, el jugador deberá desactivar la celda para rescatar amigos.

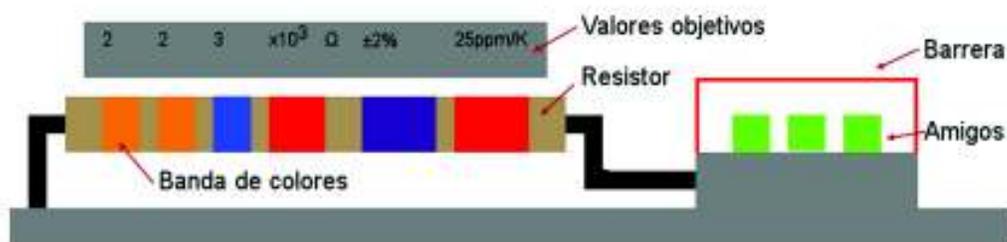


Figura 4: Desafío de desactivar celda – Boceto

Para desactivar una celda, el jugador deberá establecer los colores correctos en la bandas del resistor de acuerdo a los valores de resistencia, tolerancia y coeficiente de temperatura señalados (figura 5).

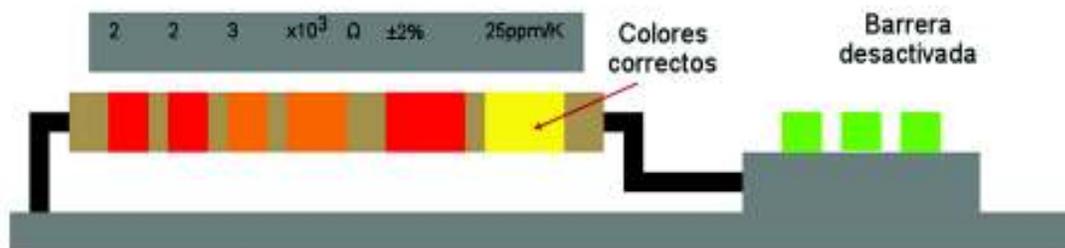


Figura 5: Celda desactivada – Boceto

Para cambiar el color de una banda, el jugador deberá saltar bajo la banda (figura 6).

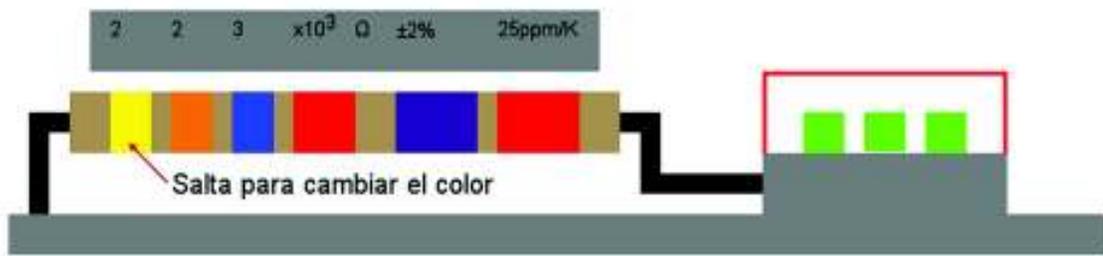


Figura 6: Color de banda modificado – Boceto

Para mostrar la ayuda, el jugador deberá presionar la tecla predeterminada. La ayuda consiste en exhibir los valores asociados a los colores de las bandas (figura 7).

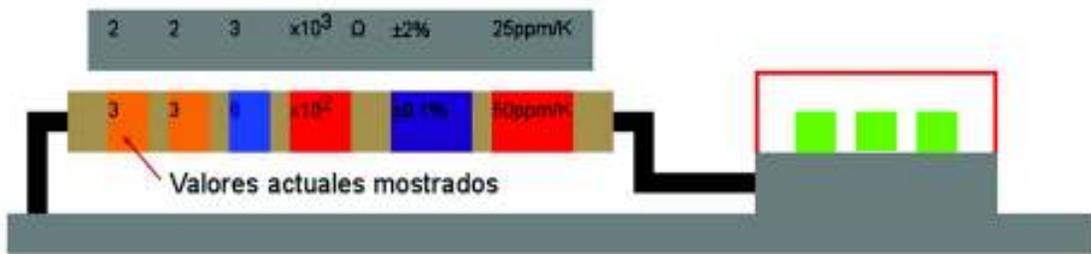


Figura 7: Desafío de desactivar celda con pistas – Boceto

### b) Activar elevador

En este desafío, el jugador practicará la ley de ohm. La figura 8 muestra un boceto de este desafío, en donde, el jugador deberá activar el elevador para avanzar.

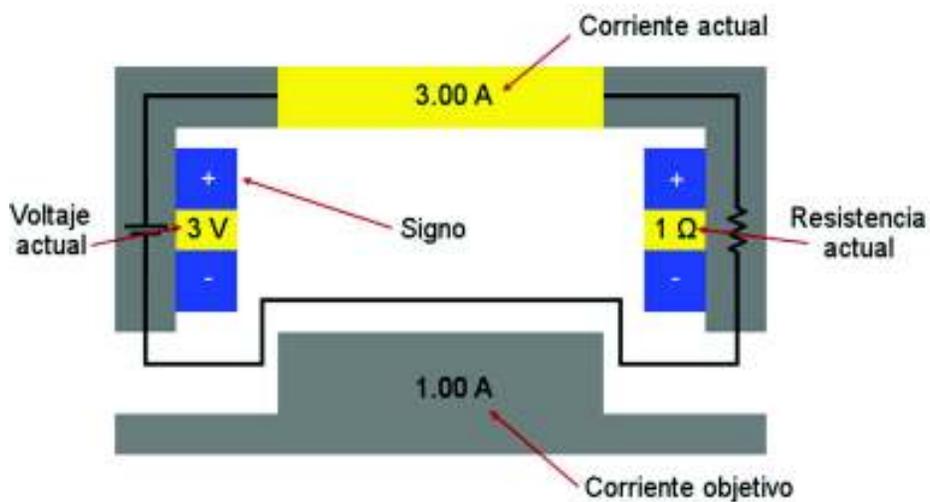


Figura 8: Desafío de activar elevador – Boceto

Para activar un elevador, el jugador deberá establecer una corriente igual que el valor señalado en su base, ver figura 9.

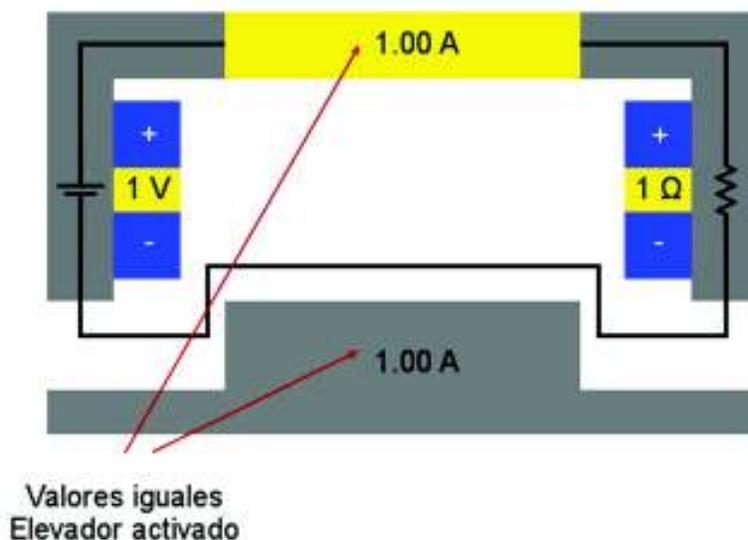


Figura 9: Elevador activado – Boceto

Para modificar el valor de corriente, el jugador deberá disparar a los signos (más o menos). Por ejemplo, si el jugador dispara al signo más en la esquina superior izquierda, el voltaje aumentará, y como consecuencia la corriente también aumentará de manera directamente proporcional (figura 10).

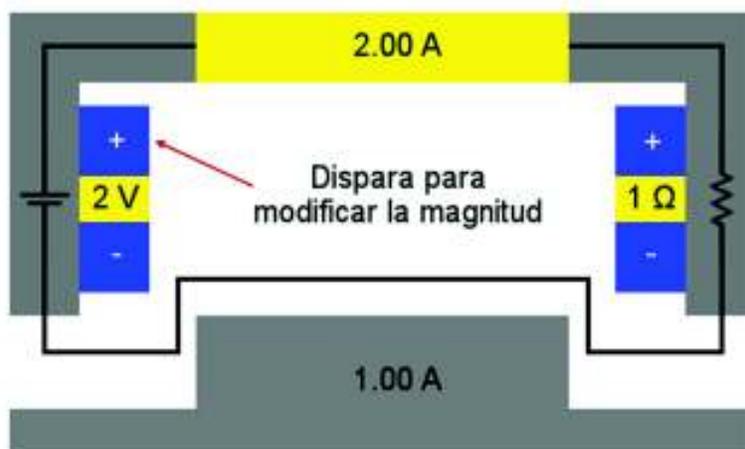


Figura 10: Valores de voltaje y corriente modificados – Boceto

Para mostrar la ayuda, el jugador deberá presionar la tecla predeterminada. La ayuda consiste en exhibir la ecuación de la ley de Ohm (figura 11).

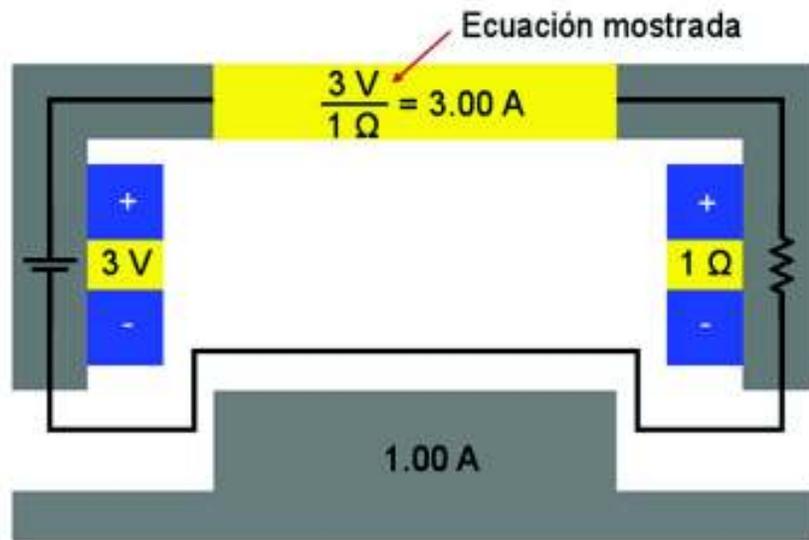


Figura 11: Desafío de activar elevador con pistas – Boceto

#### 2.2.1.1.2.4. Interfaz de usuario

##### Menú principal

La figura 12 muestra un boceto del menú principal. Este menú consiste del logotipo del juego, el récord del jugador, y las opciones EMPEZAR PARTIDA, ¿CÓMO JUGAR?, e INFORMACIÓN.



Figura 12: Menú principal (opciones primarias) – Boceto

En el menú principal, cuando el jugador clic **EMPEZAR PARTIDA**, las opciones se intercambian por **FÁCIL**, **NORMAL**, **DIFÍCIL** y **REGRESAR** (figura 13).



Figura 13: Menú principal (opciones secundarias) – Boceto

### Interfaz durante el juego

La figura 14 muestra un boceto de la interfaz durante el juego. Esta interfaz consiste del indicador de puntuación, el indicador de tiempo y varios iconos.



Figura 14: Interfaz durante el juego – Boceto

## Panel de fin de partida

La figura 15 muestra un boceto del panel de fin de partida. Este panel se muestra cuando el jugador completa la partida. En este panel, el jugador observa su puntuación y el tiempo transcurrido.



Figura 15: Panel de fin de partida – Boceto

## Panel ¿Cómo jugar?

La figura 16 muestra un boceto del panel ¿CÓMO JUGAR? Este panel describe los controles, y se muestra cuando el jugador clicla la opción ¿CÓMO JUGAR? en el menú principal o el icono de mando de juegos en el nivel.



Figura 16: Panel ¿CÓMO JUGAR? – Boceto

## Panel Información

La figura 17 muestra un boceto del panel INFORMACIÓN. Este panel describe el contenido teórico, y se muestra cuando el jugador clicca la opción INFORMACIÓN en el menú principal o el icono de información en el nivel.



Figura 17: Panel INFORMACIÓN – Boceto

## Controles

La tabla 10 muestra los controles (teclado y ratón).

| Controles             |                                  |       |
|-----------------------|----------------------------------|-------|
| Acción                | Teclado                          | Ratón |
| Correr                | Flecha izquierda, flecha derecha |       |
| Saltar                | Espacio                          |       |
| Disparar              | Control izquierdo                |       |
| Mostrar/ocultar ayuda | H                                |       |

Tabla 10: Controles

### 2.2.1.1.3. Evaluación del diseño

#### 2.2.1.1.3.1. Prototipos

El prototipo digital elaborado abarco únicamente los desafíos destinados a la práctica del código de colores de los resistores y la ley de Ohm. Este prototipo fue usado para evaluar los desafíos y controles.

#### Desactivar celda

La figura 18 muestra una captura de pantalla del desafío de desactivar celda en el prototipo.



Figura 18: Desafío de desactivar celda – Prototipo

#### Activar elevador

La figura 19 muestra una captura de pantalla del desafío de activar elevador en el prototipo.

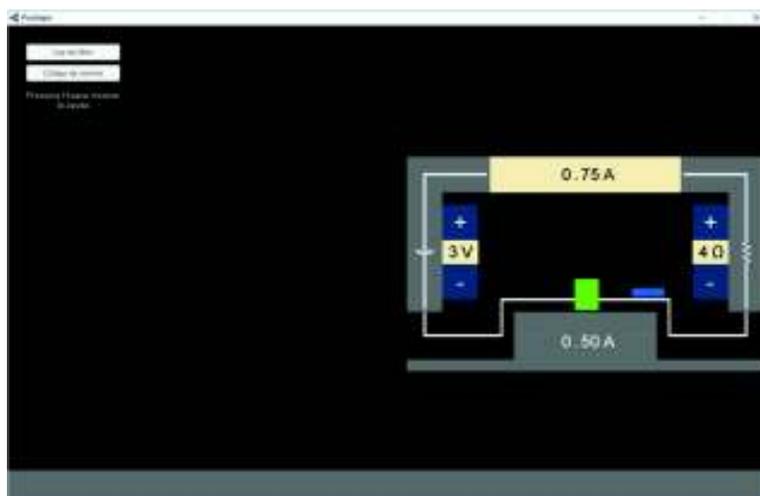


Figura 19: Desafío de activar elevador – Prototipo

### 2.2.1.1.3.2. Pruebas de juego

El prototipo fue probado por jugadores potenciales. A través de la observación y comentarios de los probadores se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- Los desafíos permiten practicar la ley de Ohm y el código de colores de los resistores.
- Existe una gran distancia entre la tecla asignada a disparar y la asignada a saltar.
- En el prototipo del desafío de desactivar celda, el tamaño de las bandas para dígitos es pequeño.
- En el prototipo del desafío de activar elevador, los valores de voltaje y resistencia no se relacionan fácilmente con los valores mostrados en la ecuación.

En base a las conclusiones obtenidas, el diseño fue modificado en los siguientes aspectos.

#### Mecánicas

- En el desafío de desactivar celda, el tamaño de las bandas para dígitos será aumentado.
- En el desafío de activar elevador, el valor de voltaje, tanto en el indicador como en la ecuación tendrá un color azul.
- En el desafío de activar elevador, el valor de resistencia, tanto en el indicador como en la ecuación tendrá un color rojo.

#### Interfaz de usuario

- El panel ¿Cómo jugar? incluirá una descripción de los desafíos.
- Los controles serán modificados como se muestra en la tabla 11.

| <b>Controles modificados</b> |                                  |              |
|------------------------------|----------------------------------|--------------|
| <b>Acción</b>                | <b>Teclado</b>                   | <b>Ratón</b> |
| Correr                       | Flecha izquierda, flecha derecha |              |
| Saltar                       | S                                |              |
| Disparar                     | D                                |              |
| Mostrar/ocultar ayuda        | A                                |              |

Tabla 11: Controles modificados

### 2.2.1.1.3.3. Resultado

El diseño elaborado requiere de pequeñas modificaciones que serán implementadas en la fase de producción. Por lo tanto, se aprueba el diseño.

### 2.2.2. Documento de diseño

Para la redacción de este artefacto se tomaron como referencia varios documentos de diseño de otros videojuegos, además, de las recomendaciones descritas por Bergeron [52].

La última versión del documento de diseño consta en el anexo B.3.

## 2.3. Producción

### 2.3.1. Definición del proyecto

#### 2.3.1.1. Requerimientos

La aplicación requiere de tres módulos:

1. Un módulo de navegación. En este módulo, el jugador tendrá los elementos de interfaz de usuario suficientes para navegar entre los menús y niveles del videojuego.
2. Un módulo de práctica. En este módulo, el jugador enfrentará desafíos en donde deberá aplicar el código de colores de los resistores y la ley de Ohm.
3. Un módulo de información. En este módulo, el jugador revisará el contenido teórico y la información del videojuego.

#### 2.3.1.2. Historias de usuario épicas

Las tablas 12, 13 y 14 muestran las historias de usuario épicas que se definieron a partir de los requerimientos planteados.

| Historia de usuario épica  | HUE01 |
|--|-------|
| <b>Título:</b> Navegar entre menús y niveles del videojuego.                               |       |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero navegar entre los menús y niveles del videojuego. |       |

Tabla 12: Historia de usuario épica HUE01

|   |       |
|---|-------|
| <b>Historia de usuario épica</b>  | HUE02 |
| <b>Título:</b> Practicar el código de colores de los resistores y la ley de Ohm.  |       |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero enfrentar desafíos en donde deba aplicar el código de colores de los resistores y la ley de Ohm. |       |

Tabla 13: Historia de usuario épica HUE02

|   |       |
|---|-------|
| <b>Historia de usuario épica</b>  | HUE03 |
| <b>Título:</b> Revisar el contenido teórico y la información del videojuego.  |       |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero revisar el contenido teórico, además, de la información relacionada con el videojuego. |       |

Tabla 14: Historia de usuario épica HUE03

### 2.3.1.3. Product Backlog

La tabla 15 muestra la lista de producto. Esta lista fue redactada partiendo de las historias de usuario épicas.

| <b>Product Backlog</b> |               |   |                  |                   |
|------------------------|---------------|---|------------------|-------------------|
| <b>HU<br/>Épica</b>    | <b>Código</b> | <b>Historia de usuario</b>  | <b>Prioridad</b> | <b>Estimación</b> |
| HUE01                  | HU01          | Empezar una partida.  | Alta             | 5 días            |
|                        | HU02          | Agregar opciones a la interfaz mostrada durante una partida.      | Alta             | 5 días            |
| HUE02                  | HU03          | Crear avatar.   | Alta             | 5 días            |
|                        | HU04          | Crear nivel.  | Alta             | 5 días            |
|                        | HU05          | Activar elevadores.   | Alta             | 5 días            |
|                        | HU06          | Desactivar celdas.  | Alta             | 5 días            |
|                        | HU07          | Conocer puntuación y tiempo transcurrido.                         | Alta             | 2 días            |
|                        | HU08          | Completar partida.  | Alta             | 2 días            |
|                        | HU09          | Eliminar secuestradores.  | Alta             | 4 días            |
|                        | HU10          | Recoger monedas.  | Alta             | 2 días            |
| HUE03                  | HU11          | Revisar información acerca del videojuego.                        | Alta             | 2 días            |
|                        | HU12          | Revisar información sobre circuitos eléctricos.                   | Alta             | 2 días            |
|                        | HU13          | Revisar información sobre el código de colores de los resistores. | Alta             | 3 días            |
|                        | HU14          | Revisar información sobre la ley de Ohm.                          | Alta             | 3 días            |

Tabla 15: Product Backlog

### 2.3.1.4. Definición de roles

La tabla 16 muestra la persona que asumió cada rol del Equipo Scrum.

| Equipo Scrum         |                   |
|----------------------|-------------------|
| Rol                  | Responsable       |
| Scrum master         | Maritzol Tenemaza |
| Dueño del producto   | Maritzol Tenemaza |
| Equipo de desarrollo | Stalin Amagua     |

Tabla 16: Equipo Scrum

### 2.3.1.5. Arquitectura del proyecto

Unity sigue una arquitectura basada en componentes para la construcción de videojuegos [9]. En esta arquitectura, un videojuego consiste de una o varias escenas; cada escena representa un menú o un nivel del videojuego (ver figura 20).

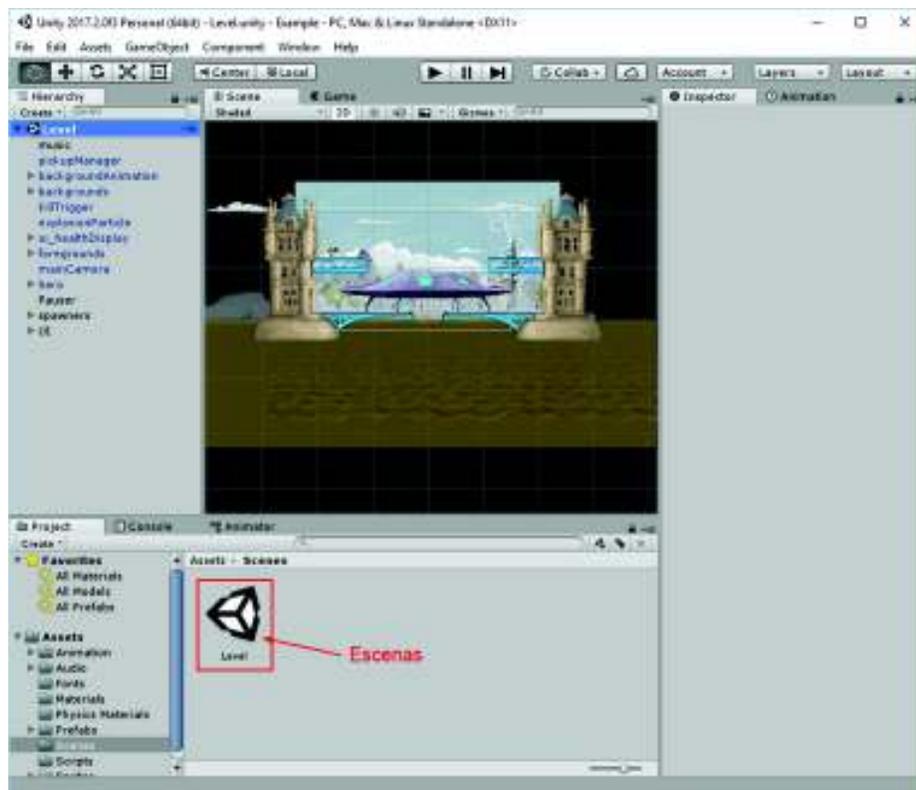


Figura 20: Escenas en Unity

Las escenas están compuestas por *GameObjects* (ver figura 21). Los *GameObjects* representan desde personajes y objetos coleccionables hasta luces, cámaras y efectos especiales. Para convertir un *GameObject* en una luz, un árbol o una cámara se le deben agregar las funciones necesarias a través de componentes [44]. Unity ofrece una gran cantidad de componentes con funcionalidades comunes (por ejemplo: *SpriteRenderer*, componente usado para la renderización de imágenes), sin embargo, si se requiere de una funcionalidad propia, se puede elaborar un *script* y añadirlo al *GameObject*.

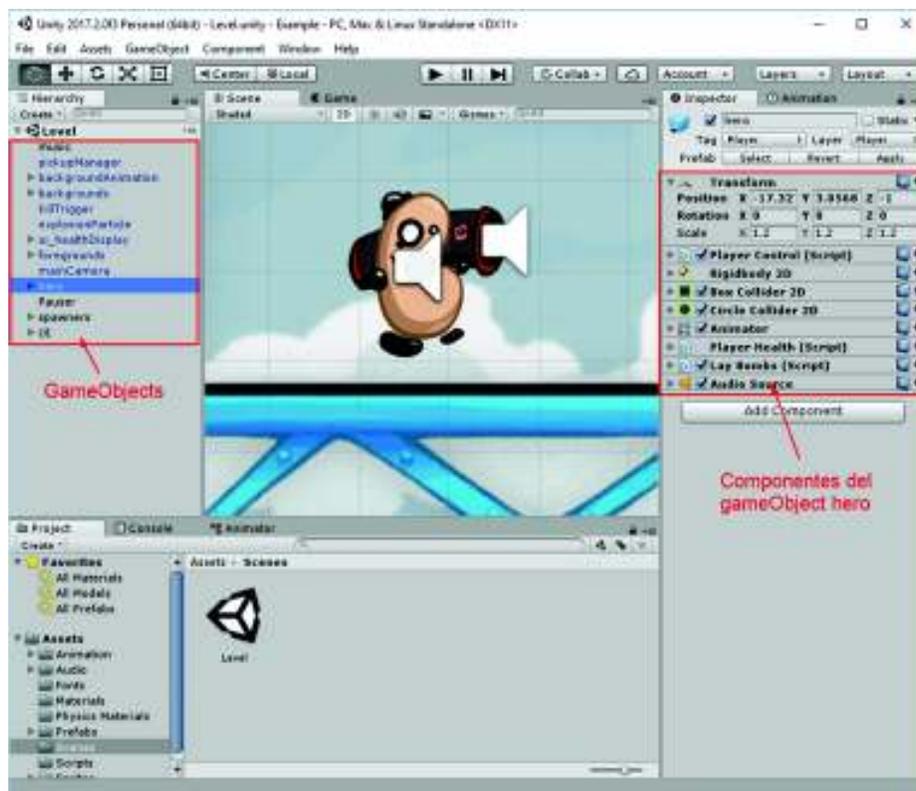


Figura 21: *GameObjects* en Unity

### 2.3.1.6. Persistencia de datos

El videojuego debe recordar el mejor récord alcanzado por el jugador al completar el único nivel; un récord consiste de dos números enteros, uno para el valor de puntuación y otro para el valor de tiempo. Por lo tanto, la aplicación no requiere almacenar una gran cantidad de datos.

Unity proporciona la clase *PlayerPrefs* para el almacenamiento y recuperación de datos entre sesiones de juego [44]. Un dato se almacena a través de un conjunto clave-valor. Los tipos de dato aceptados son: entero, flotante y cadena.

*PlayerPrefs* se adapta a las necesidades de la aplicación, por lo tanto, esta herramienta será usada para la persistencia de datos.

### 2.3.1.7. Release Planning

La tabla 17 muestra las historias de usuario que se ejecutaran en cada sprint. La duración de un sprint se ha establecido en dos semanas.

| Release Planning |          |          |          |          |
|------------------|----------|----------|----------|----------|
| Sprint 1         | Sprint 2 | Sprint 3 | Sprint 4 | Sprint 5 |
| HU01             | HU03     | HU05     | HU07     | HU11     |
| HU2              | HU04     | HU06     | HU08     | HU12     |
|                  |          |          | HU09     | HU13     |
|                  |          |          | HU10     | HU14     |

Tabla 17: Release Planning

### 2.3.2. Ejecución de sprints

#### 2.3.2.1. Primer sprint

##### 2.3.2.1.1. Sprint Planning

###### 2.3.2.1.1.1. Objetivo

Implementar la navegación entre escenas.

###### 2.3.2.1.1.2. Historias de usuario del sprint

Las tablas 18 y 19 muestran las historias de usuario que se ejecutaran en el sprint.

|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
| <b>Historia de usuario</b>  |  | HU01                    |
| <b>Título:</b> Empezar una partida.   |  |                         |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero empezar una partida.   |  |                         |
| <b>Prioridad:</b> Alta  |  | <b>Esfuerzo:</b> 5 días |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuando el videojuego inicia, se muestra el menú principal.</li> <li>2. Cuando el jugador clica en NUEVA PARTIDA, las opciones se intercambian por FÁCIL, NORMAL, DIFÍCIL y REGRESAR.</li> <li>3. Cuando el jugador clica en FÁCIL, NORMAL o DIFÍCIL, se muestra el nivel.</li> <li>4. Cuando el jugador clica en REGRESAR, las opciones se intercambian por las iniciales.</li> </ol> |  |                         |

Tabla 18: Historia de usuario HU01

|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
| <b>Historia de usuario</b>  |  | HU02                    |
| <b>Título:</b> Agregar opciones a la interfaz mostrada durante una partida.   |  |                         |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero reiniciar la partida, regresar al menú principal o activar/desactivar el audio en cualquier momento durante una partida.   |  |                         |
| <b>Prioridad:</b> Alta  |  | <b>Esfuerzo:</b> 5 días |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cinco iconos (casa, flecha circular, nota musical, mando de juegos e información) se añaden a la interfaz mostrada durante una partida.</li> <li>2. Cuando al jugador clica el icono de casa, se muestra el menú principal.</li> <li>3. Cuando al jugador clica el icono de flecha circular, se reinicia la partida.</li> <li>4. Cuando al jugador clica el icono de nota musical, se activa/desactiva el audio.</li> </ol> |  |                         |

Tabla 19: Historia de usuario HU02

### 2.3.2.1.1.3. Sprint Backlog

Las tablas 20 y 21 muestran las actividades a realizarse por cada historia de usuario del sprint.

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Actividades</b>               |
|---------------|--|----------------------------------|
| HU01          | Cuando el videojuego inicia, se muestra el menú principal.   | Elaborar imágenes.               |
|               |  | Implementar menú principal.      |
|               | Cuando el jugador clic en NUEVA PARTIDA, las opciones se intercambian por FÁCIL, NORMAL, DIFÍCIL y REGRESAR. | Implementar botón NUEVA PARTIDA. |
|               | Cuando el jugador clic en FÁCIL, NORMAL o DIFÍCIL, se muestra el nivel.                                      | Implementar carga del nivel.     |
|               | Cuando el jugador clic en REGRESAR, las opciones se intercambian por las iniciales.                          | Implementar botón REGRESAR.      |

Tabla 20: Actividades – Historia de usuario HU01

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Actividades</b>                    |
|---------------|---|---------------------------------------|
| HU02          | Cinco iconos (casa, flecha circular, nota musical, mando de juegos e información) se añaden a la interfaz mostrada durante una partida. | Elaborar imágenes.                    |
|               |   | Implementar iconos.                   |
|               | Cuando al jugador clic el icono de casa, se muestra el menú principal.  | Implementar icono de casa.            |
|               | Cuando al jugador clic el icono de flecha circular, se reinicia la partida.   | Implementar icono de flecha circular. |
|               | Cuando al jugador clic el icono de nota musical, se activa/desactiva el audio.  | Implementar icono de nota musical.    |

Tabla 21: Actividades – Historia de usuario HU02

### 2.3.2.1.2. Sprint Review

Al finalizar el sprint se obtuvo un incremento que cumplió con los criterios de aceptación. Este incremento consistió en implementar la navegación entre escenas.

No se realizaron cambios en la lista de producto, y se cumplieron todas las tareas del sprint. Por lo tanto, en el siguiente sprint se ejecutarán las historias de usuario HU03 y HU04.

### 2.3.2.1.2.1. Pruebas de aceptación

Las tablas 22 y 23 muestran el resultado de las pruebas de aceptación del sprint.

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|--|-----------------------------|
| HU01          | Cuando el videojuego inicia, se muestra el menú principal.   | Aceptado                    |
|               | Cuando el jugador clic en NUEVA PARTIDA, las opciones se intercambian por FÁCIL, NORMAL, DIFÍCIL y REGRESAR. | Aceptado                    |
|               | Cuando el jugador clic en FÁCIL, NORMAL o DIFÍCIL, se muestra el nivel.                                      | Aceptado                    |
|               | Cuando el jugador clic en REGRESAR, las opciones se intercambian por las iniciales.                          | Aceptado                    |

Tabla 22: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU01

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|---|-----------------------------|
| HU02          | Cinco iconos (casa, flecha circular, nota musical, mando de juegos e información) se añaden a la interfaz mostrada durante una partida. | Aceptado                    |
|               | Cuando al jugador clic el icono de casa, se muestra el menú principal.  | Aceptado                    |
|               | Cuando al jugador clic el icono de flecha circular, se reinicia la partida.   | Aceptado                    |
|               | Cuando al jugador clic el icono de nota musical, se activa/desactiva el audio.  | Aceptado                    |

Tabla 23: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU02

### 2.3.2.1.2.2. Tablero Kanban

La tabla 24 muestra el tablero Kanban durante la ejecución del primer sprint.

| Tablero Kanban |      |      |      |               |            |            |
|----------------|------|------|------|---------------|------------|------------|
| Pendiente      |      |      |      | En desarrollo | En pruebas | Finalizada |
| HU03           | HU06 | HU09 | HU12 | HU01          |            |            |
| HU04           | HU07 | HU10 | HU13 | HU02          |            |            |
| HU05           | HU08 | HU11 | HU14 |               |            |            |

Tabla 24: Tablero Kanban - Primer sprint

### 2.3.2.1.3. Sprint Retrospective

Al ejecutar la aplicación en un navegador se evidenció que el nivel se demoraba en cargar o simplemente no cargaba, problema que no ocurría en el editor de Unity. Este inconveniente fue solucionado cargando el nivel de manera asíncrona. Para cargar el nivel de manera asíncrona se usó el método estático *LoadSceneAsync* de la clase *SceneManager*.

Durante este sprint existió un retraso en el octavo día, que fue recuperado en los días posteriores. La figura 22 muestra el gráfico Burndown Chart del primer sprint.

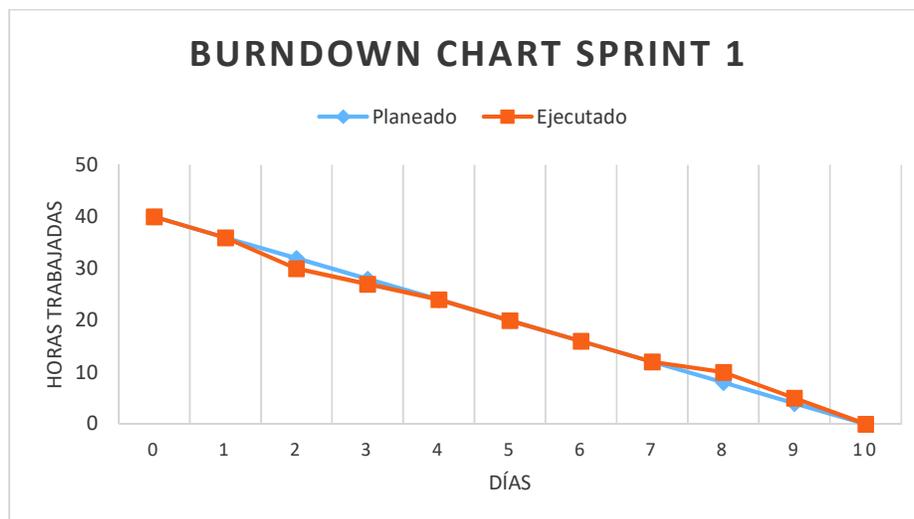


Figura 22: Burndown Chart – Primer sprint.

## 2.3.2.2. Segundo sprint

### 2.3.2.2.1. Sprint Planning

#### 2.3.2.2.1.1. Objetivo

Implementar el avatar y el nivel parcialmente.

#### 2.3.2.2.1.2. Historias de usuario del sprint

Las tablas 25 y 26 muestran las historias de usuario que se ejecutaran en el sprint.

| Historia de usuario   |                         | HU03 |
|---|-------------------------|------|
| <b>Título:</b> Crear avatar.  |                         |      |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero controlar un avatar que corra, salte y dispare.  |                         |      |
| <b>Prioridad:</b> Alta  | <b>Esfuerzo:</b> 5 días |      |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Un avatar aparece en el nivel.</li><li>2. Cuando el jugador presiona la tecla de flecha izquierda o derecha, el avatar corre hacia la izquierda o derecha respectivamente.</li><li>3. Cuando el jugador presiona la tecla S, el avatar salta.</li><li>4. Cuando el jugador presiona la tecla D, el avatar dispara.</li></ol> |                         |      |

Tabla 25: Historia de usuario HU03

|   |                         |      |
|---|-------------------------|------|
| <b>Historia de usuario</b>  |                         | HU04 |
| <b>Título:</b> Crear nivel.   |                         |      |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero encontrarme en el laboratorio donde los amigos del avatar están secuestrados para rescatarlos.   |                         |      |
| <b>Prioridad:</b> Alta  | <b>Esfuerzo:</b> 5 días |      |
| <b>Criterios de aceptación:</b>   |                         |      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plataformas aparecen en el nivel.</li> <li>2. Plataformas cambian su posición partida a partida.</li> <li>3. Una bandera aparece sobre la plataforma más alta del nivel.</li> </ol> |                         |      |

Tabla 26: Historia de usuario HU04

### 2.3.2.2.1.3. Sprint Backlog

Las tablas 27 y 28 muestran las actividades a realizarse por cada historia de usuario del sprint.

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Actividades</b>                 |
|---------------|--|------------------------------------|
| HU03          | Un avatar aparece en el nivel.   | Elaborar contenido.                |
|               |  | Implementar avatar.                |
|               | Cuando el jugador presiona la tecla de flecha izquierda o derecha, el avatar corre hacia la izquierda o derecha respectivamente. | Implementar movimiento del avatar. |
|               | Cuando el jugador presiona la tecla S, el avatar salta.  | Implementar salto del avatar.      |
|               | Cuando el jugador presiona la tecla D, el avatar dispara.  | Implementar disparo del avatar.    |

Tabla 27: Actividades – Historia de usuario HU03

| Código               | Criterios de aceptación                                     | Actividades                                    |
|----------------------|---|--|
| HU04                 | Plataformas aparecen en el nivel.                           | Elaborar imágenes                              |
|                      |   | Implementar plataformas.                       |
|                      | Plataformas cambian su posición partida a partida.          | Implementar posición aleatoria de plataformas. |
|                      | Una bandera aparece sobre la plataforma más alta del nivel. | Elaborar imágenes                              |
| Implementar bandera. |   |  |

Tabla 28: Actividades – Historia de usuario HU04

### 2.3.2.2.2. Sprint Review

Al finalizar el sprint se obtuvo un incremento que cumplió con los criterios de aceptación. Este incremento consistió en implementar el avatar y el nivel parcialmente.

No se realizaron cambios en la lista de producto, y se cumplieron todas las tareas del sprint. Por lo tanto, en el siguiente sprint se ejecutarán las historias de usuario HU05 y HU06.

#### 2.3.2.2.2.1. Pruebas de aceptación

Las tablas 29 y 30 muestran el resultado de las pruebas de aceptación del sprint.

| Código | Criterios de aceptación  | Aceptado / Rechazado |
|--------|--|----------------------|
| HU03   | Un avatar aparece en el nivel.   | Aceptado             |
|        | Cuando el jugador presiona la tecla de flecha izquierda o derecha, el avatar corre hacia la izquierda o derecha respectivamente. | Aceptado             |
|        | Cuando el jugador presiona la tecla S, el avatar salta.  | Aceptado             |
|        | Cuando el jugador presiona la tecla D, el avatar dispara.  | Aceptado             |

Tabla 29: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU03

| Código | Criterios de aceptación                                     | Aceptado / Rechazado |
|--------|---|----------------------|
| HU04   | Plataformas aparecen en el nivel.                           | Aceptado             |
|        | Plataformas cambian su posición partida a partida.          | Aceptado             |
|        | Una bandera aparece sobre la plataforma más alta del nivel. | Aceptado             |

Tabla 30: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU04

### 2.3.2.2.2. Tablero Kanban

La tabla 31 muestra el tablero Kanban durante la ejecución del segundo sprint.

| Tablero Kanban |      |      |      |      |               |            |            |
|----------------|------|------|------|------|---------------|------------|------------|
| Pendiente      |      |      |      |      | En desarrollo | En pruebas | Finalizada |
| HU05           | HU07 | HU09 | HU11 | HU13 | HU03          | HU01       |            |
| HU06           | HU08 | HU10 | HU12 | HU14 | HU04          | HU02       |            |

Tabla 31: Tablero Kanban – Segundo sprint

### 2.3.2.2.3. Sprint Retrospective

Durante este sprint existió un retraso en los días uno y dos, retraso que fue recuperado en los días posteriores. La figura 23 muestra el gráfico Burndown Chart del segundo sprint.

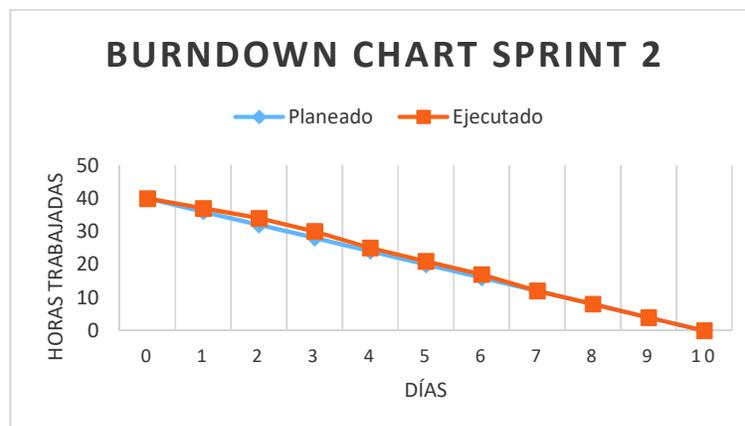


Figura 23: Burndown Chart - Segundo sprint

### 2.3.2.3. Tercer sprint

#### 2.3.2.3.1. Sprint Planning

##### 2.3.2.3.1.1. Objetivo

Implementar los desafíos destinados a la práctica del código de colores de los resistores y la ley de Ohm.

##### 2.3.2.3.1.2. Historias de usuario del sprint

Las tablas 32 y 33 muestran las historias de usuario que se ejecutaran en el sprint.

| Historia de usuario  |                         | HU05 |
|--|-------------------------|------|
| <b>Título:</b> Activar elevadores.   |                         |      |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero activar elevadores para avanzar.  |                         |      |
| <b>Prioridad:</b> Alta   | <b>Esfuerzo:</b> 5 días |      |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Elevadores aparecen en el nivel.</li><li>2. Cada elevador tiene asociado un valor aleatorio de voltaje (entre uno y cinco voltios) y un valor aleatorio de resistencia (entre uno y cinco ohmios). Los valores de voltaje, resistencia y corriente (calculada a partir de los otros dos valores) se muestran en el elevador.</li><li>3. Cada elevador tiene asociado un valor aleatorio de corriente adicional (corriente objetivo). Este valor se muestra en el elevador.</li><li>4. Cuando el jugador dispara al signo más (+) en la izquierda, el voltaje aumenta.</li><li>5. Cuando el jugador dispara al signo menos (-) en la izquierda, el voltaje disminuye.</li><li>6. Cuando el jugador dispara al signo más (+) en la derecha, la resistencia aumenta.</li><li>7. Cuando el jugador dispara al signo menos (-) en la derecha, la resistencia disminuye.</li><li>8. Cuando el jugador establece una corriente igual que la corriente objetivo, el ascensor se activa.</li><li>9. Cuando el jugador presiona la tecla A, se muestra/oculta la ayuda.</li></ol> |                         |      |

Tabla 32: Historia de usuario HU05

|  |  |                         |
|--|--|-------------------------|
| <b>Historia de usuario</b>   |  | HU06                    |
| <b>Título:</b> Desactivar celdas.  |  |                         |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero desactivar celdas para rescatar amigos.   |  |                         |
| <b>Prioridad:</b> Alta   |  | <b>Esfuerzo:</b> 5 días |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Celdas aparecen en el nivel.</li> <li>2. Cada celda tiene asociado un resistor con bandas de colores aleatorio (depende de la dificultad). Los valores de resistencia, tolerancia y coeficiente de temperatura del resistor se muestran en la celda.</li> <li>3. Cada celda tiene tantas bandas de colores como las tiene el resistor aleatorio que tengan asociado.</li> <li>4. Los colores de las bandas de cada celda son distintos de los colores de las bandas del resistor que tengan asociado.</li> <li>5. Cuando el jugador salta bajo una banda, el color en la banda cambia. Los colores cambian en el siguiente orden: rosa, plateado, dorado, negro, café, rojo, naranja, amarillo, verde, azul, violeta, gris, blanco.</li> <li>6. Cuando el jugador establece los colores correctos en la bandas de la celda de acuerdo a los valores de resistencia, tolerancia y coeficiente de temperatura señalados, la celda se desactiva y los amigos desaparecen.</li> <li>7. Cuando el jugador presiona la tecla A, se muestra/oculta la ayuda.</li> </ol> |  |                         |

Tabla 33: Historia de usuario HU06

### 2.3.2.3.1.3. Sprint Backlog

Las tablas 34 y 35 muestran las actividades que se realizarán por cada una de las historias de usuario del sprint.

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Actividades</b>                                      |
|---------------|--|---|
| HU05          | Elevadores aparecen en el nivel.   | Elaborar imágenes.<br>Implementar elevadores.           |
|               | Cada elevador tiene asociado un valor aleatorio de voltaje (entre uno y cinco voltios) y un valor aleatorio de resistencia (entre uno y cinco ohmios). Los valores de voltaje, resistencia y corriente (calculada a partir de los otros dos valores) se muestran en el elevador. | Mostrar valores de voltaje, resistencia y corriente.    |
|               | Cada elevador tiene asociado un valor aleatorio de corriente adicional (corriente objetivo). Este valor se muestra en elevador.  | Mostrar valor de corriente objetivo.                    |
|               | Cuando el jugador dispara al signo más (+) en la izquierda, el voltaje aumenta.  | Implementar colisionador para aumentar el voltaje.      |
|               | Cuando el jugador dispara al signo menos (-) en la izquierda, el voltaje disminuye.  | Implementar colisionador para disminuir el voltaje.     |
|               | Cuando el jugador dispara al signo más (+) en la derecha, la resistencia aumenta.  | Implementar colisionador para aumentar la resistencia.  |
|               | Cuando el jugador dispara al signo menos (-) en la derecha, la resistencia disminuye.  | Implementar colisionador para disminuir la resistencia. |
|               | Cuando el jugador establece una corriente igual que la corriente objetivo, el ascensor se activa.  | Implementar solución.                                   |
|               | Cuando el jugador presiona la tecla A, se muestra/oculta la ayuda.   | Implementar ayuda.                                      |

Tabla 34: Actividades – Historia de usuario HU05

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Actividades</b>   |
|---------------|--|--|
| HU06          | Celdas aparecen en el nivel.   | Elaborar contenido.  |
|               |  | Implementar celdas.  |
|               | Cada celda tiene asociado un resistor con bandas de colores aleatorio (depende de la dificultad).<br>Los valores de resistencia, tolerancia y coeficiente de temperatura del resistor se muestran en la celda.         | Mostrar valores de resistencia, tolerancia y coeficiente de temperatura. |
|               | Cada celda tiene tantas bandas de colores como las tiene el resistor aleatorio que tengan asociado.  | Establecer la cantidad de bandas de colores.                             |
|               | Los colores de las bandas de cada celda son distintos de los colores de las bandas del resistor que tengan asociado.   | Implementar bandas de colores.   |
|               | Cuando el jugador salta bajo una banda, el color en la banda cambia. Los colores cambian en el siguiente orden: rosa, plateado, dorado, negro, café, rojo, naranja, amarillo, verde, azul, violeta, gris, blanco.      | Implementar el cambio de color de las bandas.                            |
|               | Cuando el jugador establece los colores correctos en la bandas de la celda de acuerdo a los valores de resistencia, tolerancia y coeficiente de temperatura señalados, la celda se desactiva y los amigos desaparecen. | Implementar solución.  |
|               | Cuando el jugador presiona la tecla A, se muestra/oculta la ayuda.   | Implementar ayuda.   |

Tabla 35: Actividades – Historia de usuario HU06

### 2.3.2.3.2. Sprint Review

Al finalizar el sprint se obtuvo un incremento que cumplió con los criterios de aceptación. Este incremento consistió en implementar los desafíos destinados a la práctica del código de colores de los resistores y la ley de Ohm.

Tras realizar pruebas de juego con jugadores potenciales, se evidenció que el desafío destinado a la práctica del código de colores de los resistores podía ser evitado. Se decidió modificar este desafío de tal manera que no pueda ser esquivado. Para realizar este cambio se agregó una historia de usuario con código HU15 a la lista de producto.

El anexo B.4 muestra los cambios realizados al Product Backlog y al Release Planning. En el cuarto sprint se ejecutarán las historias de usuario HU15, HU07 y HU08.

#### 2.3.2.3.2.1. Pruebas de aceptación

Las tablas 36 y 37 muestran el resultado de las pruebas de aceptación del sprint.

| Código | Criterios de aceptación  | Aceptado / Rechazado |
|--------|--|----------------------|
| HU05   | Elevadores aparecen en el nivel.   | Aceptado             |
|        | Cada elevador tiene asociado un valor aleatorio de voltaje (entre uno y cinco voltios) y un valor aleatorio de resistencia (entre uno y cinco ohmios). Los valores de voltaje, resistencia y corriente (calculada a partir de los otros dos valores) se muestran en el elevador. | Aceptado             |
|        | Cada elevador tiene asociado un valor aleatorio de corriente adicional (corriente objetivo). Este valor se muestra en el elevador.   | Aceptado             |
|        | Cuando el jugador dispara al signo más (+) en la izquierda, el voltaje aumenta.  | Aceptado             |
|        | Cuando el jugador dispara al signo menos (-) en la izquierda, el voltaje disminuye.  | Aceptado             |

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|---|-----------------------------|
|               | Cuando el jugador dispara al signo más (+) en la derecha, la resistencia aumenta.                 | Aceptado                    |
|               | Cuando el jugador dispara al signo menos (-) en la derecha, la resistencia disminuye.             | Aceptado                    |
|               | Cuando el jugador establece una corriente igual que la corriente objetivo, el ascensor se activa. | Aceptado                    |
|               | Cuando el jugador presiona la tecla A, se muestra/oculta la ayuda.                                | Aceptado                    |

Tabla 36: Pruebas de aceptación - Historia de usuario HU05

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|---|-----------------------------|
|               | Celdas aparecen en el nivel.  | Aceptado                    |
|               | Cada celda tiene asociado un resistor con bandas de colores aleatorio (depende de la dificultad). Los valores de resistencia, tolerancia y coeficiente de temperatura del resistor se muestran en la celda.       | Aceptado                    |
| HU06          | Cada celda tiene tantas bandas de colores como las tiene el resistor aleatorio que tengan asociado.   | Aceptado                    |
|               | Los colores de las bandas de cada celda son distintos de los colores de las bandas del resistor que tengan asociado.  | Aceptado                    |
|               | Cuando el jugador salta bajo una banda, el color en la banda cambia. Los colores cambian en el siguiente orden: rosa, plateado, dorado, negro, café, rojo, naranja, amarillo, verde, azul, violeta, gris, blanco. | Aceptado                    |

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|--|-----------------------------|
|               | Cuando el jugador establece los colores correctos en la bandas de la celda de acuerdo a los valores de resistencia, tolerancia y coeficiente de temperatura señalados, la celda se desactiva y los amigos desaparecen. | Aceptado                    |
|               | Cuando el jugador presiona la tecla A, se muestra/oculta la ayuda.   | Aceptado                    |

Tabla 37: Pruebas de aceptación - Historia de usuario HU06

### 2.3.2.3.2.2. Tablero Kanban

La tabla 38 muestra el tablero Kanban durante la ejecución del tercer sprint.

| <b>Tablero Kanban</b> |      |                      |  |                   |  |                   |  |
|-----------------------|------|----------------------|--|-------------------|--|-------------------|--|
| <b>Pendiente</b>      |      | <b>En desarrollo</b> |  | <b>En pruebas</b> |  | <b>Finalizada</b> |  |
| HU07                  | HU11 | HU05                 |  | HU01              |  |                   |  |
| HU08                  | HU12 | HU06                 |  | HU02              |  |                   |  |
| HU09                  | HU13 |                      |  | HU03              |  |                   |  |
| HU10                  | HU14 |                      |  | HU04              |  |                   |  |

Tabla 38: Tablero Kanban – Tercer sprint

### 2.3.2.3.3. Sprint Retrospective

La construcción y evaluación del prototipo en pre-producción facilitó la implementación de los desafíos destinados a la práctica del código de colores de los resistores y la ley de Ohm.

Durante la ejecución del tercer sprint no existieron retrasos. La Figura 24 muestra el gráfico Burndown Chart para el tercer sprint.

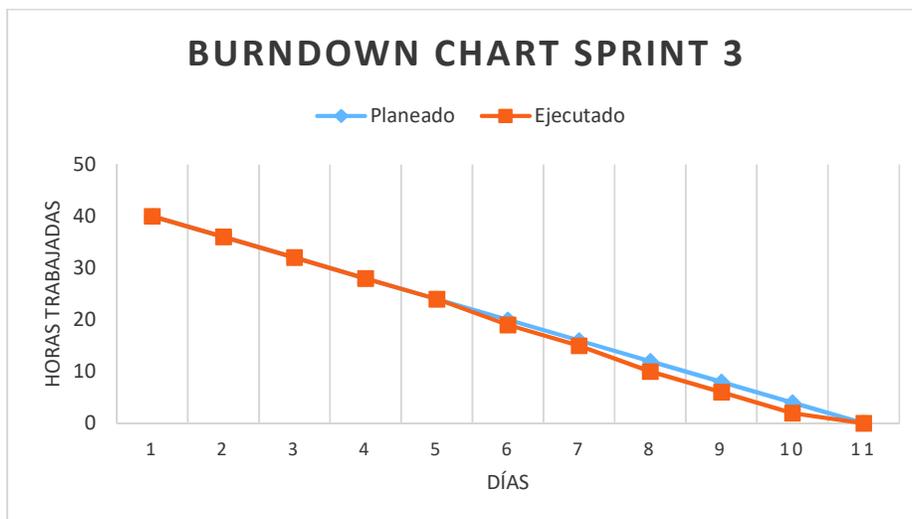


Figura 24: Burndown Chart – Tercer sprint

### 2.3.2.4. Cuarto sprint

#### 2.3.2.4.1. Sprint Planning

##### 2.3.2.4.1.1. Objetivo

Modificar el desafío de desactivar celda e implementar el indicador de puntuación, el indicador de tiempo y el panel de fin de partida.

##### 2.3.2.4.1.2. Historias de usuario del sprint

Las tablas 39, 40 y 41 muestran las historias de usuario que se ejecutaran en el sprint.

| Historia de usuario   |                         | HU15 |
|---|-------------------------|------|
| <b>Título:</b> Modificar desafío de desactivar celda.   |                         |      |
| <b>Descripción:</b> Como diseñador, quiero que el desafío de desactivar celda no pueda ser evitado. |                         |      |
| <b>Prioridad:</b> Alta  | <b>Esfuerzo:</b> 5 días |      |
| <b>Criterios de aceptación:</b>   |                         |      |
| 1. El desafío de desactivar celda no puede ser evitado.   |                         |      |

Tabla 39: Historia de usuario HU15

|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
| <b>Historia de usuario</b>  |  | HU07                    |
| <b>Título:</b> Conocer puntuación y tiempo transcurrido.  |  |                         |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero conocer mi puntuación y el tiempo transcurrido.  |  |                         |
| <b>Prioridad:</b> Alta  |  | <b>Esfuerzo:</b> 2 días |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El indicador de puntuación muestra los puntos obtenidos.</li> <li>2. El indicador de tiempo muestra los segundos transcurridos desde el inicio de la partida.</li> <li>3. Si el jugador desactiva una celda obtiene mil puntos multiplicados por la cantidad de bandas de colores de la celda.</li> <li>4. Si el jugador activa un elevador obtiene tres mil puntos.</li> <li>5. Si el jugador alcanza la bandera obtiene diez mil puntos.</li> <li>6. Cada vez que el jugador obtiene puntos, la cantidad se muestra por un corto tiempo sobre el avatar.</li> </ol> |  |                         |

Tabla 40: Historia de usuario HU07

|  |  |                         |
|--|--|-------------------------|
| <b>Historia de usuario</b>   |  | HU08                    |
| <b>Título:</b> Completar partida.  |  |                         |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero completar la partida.   |  |                         |
| <b>Prioridad:</b> Alta   |  | <b>Esfuerzo:</b> 3 días |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La partida se completa cuando el jugador alcanza la bandera.</li> <li>2. El panel de fin de partida se muestra cuando se completa la partida.</li> <li>3. El récord se actualiza cuando el jugador lo supera.</li> </ol> |  |                         |

Tabla 41: Historia de usuario HU08

### 2.3.2.4.1.3. Sprint Backlog

Las tablas 42, 43 y 44 muestran las actividades que se realizarán por cada una de las historias de usuario del sprint.

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>                       | <b>Actividades</b>                |
|---------------|--|-----------------------------------|
| HU15          | El desafío de desactivar celda no puede ser evitado. | Rediseñar desafío.                |
|               |  | Implementar rediseño del desafío. |

Tabla 42: Actividades – Historia de usuario HU15

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Actividades</b>                                   |
|---------------|--|--|
| HU07          | El indicador de puntuación muestra los puntos obtenidos.   | Implementar el indicador de puntuación.              |
|               | El indicador de tiempo muestra los segundos transcurridos desde el inicio de la partida.                             | Implementar el indicador de tiempo.                  |
|               | Si el jugador desactiva una celda obtiene mil puntos multiplicados por la cantidad de bandas de colores de la celda. | Implementar adición de puntos tras desactivar celda. |
|               | Si el jugador activa un elevador obtiene tres mil puntos.  | Implementar adición de puntos tras activar elevador. |
|               | Si el jugador alcanza la bandera obtiene diez mil puntos.  | Implementar adición de puntos tras alcanzar bandera. |
|               | Cada vez que el jugador obtiene puntos, la cantidad se muestra por un corto tiempo sobre el avatar.                  | Implementar texto flotante.                          |

Tabla 43: Actividades – Historia de usuario HU07

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>                                       | <b>Actividades</b>                    |
|---------------|--|---------------------------------------|
| HU08          | La partida se completa cuando el jugador alcanza la bandera.         | Elaborar archivos de audio.           |
|               |  | Implementar fin de partida.           |
|               | El panel de fin de partida se muestra cuando se completa la partida. | Implementar panel de fin de partida.  |
|               | El récord se actualiza cuando el jugador lo supera.                  | Implementar actualización del récord. |

Tabla 44: Actividades – Historia de usuario HU08

#### **2.3.2.4.2. Prototipos**

Este sprint requirió la elaboración de prototipos (anexo B.6).

#### **2.3.2.4.3. Sprint Review**

Al finalizar el sprint se obtuvo un incremento que cumplió con los criterios de aceptación. Este incremento consistió en modificar el desafío destinado a la práctica del código de colores de los resistores, además, de implementar el indicador de puntuación, el indicador de tiempo y el panel de fin de partida.

No se realizaron cambios en la Lista de Producto, y se cumplieron todas las tareas del sprint. Por lo tanto, en el siguiente sprint se ejecutarán las historias de usuario HU09, HU10, HU11 y HU12.

##### **2.3.2.4.3.1. Pruebas de aceptación**

Las tablas 45, 46 y 47 muestran los resultados de las pruebas de aceptación del sprint.

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>                       | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|--|-----------------------------|
| HU15          | El desafío de desactivar celda no puede ser evitado. | Aceptado                    |

Tabla 45: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU15

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|--|-----------------------------|
| HU07          | El indicador de puntuación muestra los puntos obtenidos.   | Aceptado                    |
|               | El indicador de tiempo muestra los segundos transcurridos desde el inicio de la partida.                             | Aceptado                    |
|               | Si el jugador desactiva una celda obtiene mil puntos multiplicados por la cantidad de bandas de colores de la celda. | Aceptado                    |
|               | Si el jugador activa un elevador obtiene tres mil puntos.  | Aceptado                    |
|               | Si el jugador alcanza la bandera obtiene diez mil puntos.  | Aceptado                    |
|               | Cada vez que el jugador obtiene puntos, la cantidad se muestra por un corto tiempo sobre el avatar.                  | Aceptado                    |

Tabla 46: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU07

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>                                       | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|--|-----------------------------|
| HU08          | La partida se completa cuando el jugador alcanza la bandera.         | Aceptado                    |
|               | El panel de fin de partida se muestra cuando se completa la partida. | Aceptado                    |
|               | El récord se actualiza cuando el jugador lo supera.                  | Aceptado                    |

Tabla 47: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU08

### 2.3.2.4.3.2. Tablero Kanban

La tabla 48 muestra el tablero Kanban durante la ejecución del cuarto sprint.

| Tablero Kanban |      |               |  |            |      |            |  |
|----------------|------|---------------|--|------------|------|------------|--|
| Pendiente      |      | En desarrollo |  | En pruebas |      | Finalizada |  |
| HU09           | HU12 | HU15          |  | HU01       | HU04 |            |  |
| HU10           | HU13 | HU07          |  | HU02       | HU05 |            |  |
| HU11           | HU14 | HU08          |  | HU03       | HU06 |            |  |

Tabla 48: Tablero Kanban – Cuarto sprint

### 2.3.2.4.4. Sprint retrospective

Durante la ejecución del cuarto sprint no existieron retrasos. La figura 25 muestra el gráfico Burndown Chart del cuarto sprint.

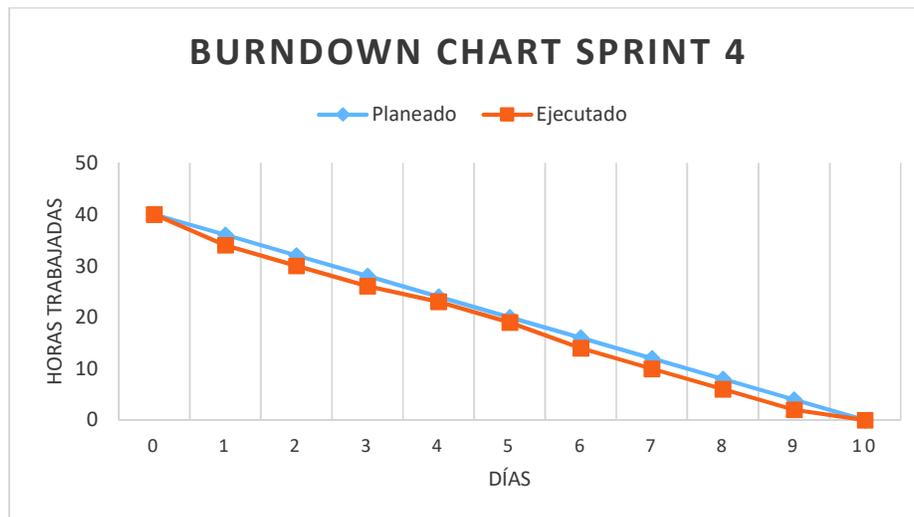


Figura 25: Burndown Chart – Cuarto sprint

### 2.3.2.5. Quinto sprint

#### 2.3.2.5.1. Sprint Planning

##### 2.3.2.5.1.1. Objetivo

Implementar secuestradores, monedas, y los paneles ¿CÓMO JUGAR? y ¿QUÉ ES UN CIRCUITO ELÉCTRICO?

### 2.3.2.5.1.2. Historias de usuario del sprint

Las tablas 49, 50, 51 y 52 muestran las historias de usuario que se ejecutaran en el sprint.

| Historia de usuario   |                         | HU09 |
|---|-------------------------|------|
| <b>Título:</b> Eliminar secuestradores.   |                         |      |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero enfrentarme a secuestradores.  |                         |      |
| <b>Prioridad:</b> Alta  | <b>Esfuerzo:</b> 4 días |      |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Secuestradores aparecen en el nivel (depende de la dificultad).</li><li>2. Secuestradores cambian su posición partida a partida.</li><li>3. Cada secuestrador patrulla su respectiva plataforma.</li><li>4. Cuando el jugador impacta con una bala a un secuestrador, el secuestrador desaparece y el jugador recibe mil puntos.</li></ol> |                         |      |

Tabla 49: Historia de usuario HU09

| Historia de usuario  |                         | HU10 |
|--|-------------------------|------|
| <b>Título:</b> Recoger monedas.  |                         |      |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero recoger monedas.  |                         |      |
| <b>Prioridad:</b> Alta   | <b>Esfuerzo:</b> 2 días |      |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Una moneda aparece cuando se elimina a un secuestrador.</li><li>2. Varias monedas aparecen cuando se desactiva una celda.</li><li>3. Varias monedas aparecen cuando se activa un elevador.</li><li>4. Varias monedas aparecen cerca de la bandera cuando no se usa la ayuda.</li><li>5. Cuando el jugador impacta con una moneda, la moneda desaparece y el jugador obtiene mil puntos.</li></ol> |                         |      |

Tabla 50: Historia de usuario HU10

|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
| <b>Historia de usuario</b>  |  | HU11                    |
| <b>Título:</b> Revisar información acerca del videojuego.   |  |                         |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero revisar información acerca del videojuego (controles, desafíos y créditos).  |  |                         |
| <b>Prioridad:</b> Alta  |  | <b>Esfuerzo:</b> 2 días |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción ¿CÓMO JUGAR?, se muestra el panel ¿CÓMO JUGAR?</li> <li>2. En el nivel, cuando el jugador clicla el icono de mando de juegos, se muestra el panel ¿CÓMO JUGAR?</li> <li>3. En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción INFORMACIÓN, se muestra el panel INFORMACIÓN.</li> <li>4. En el nivel, cuando el jugador clicla el icono de información, se muestra el panel INFORMACIÓN.</li> <li>5. En el panel INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción CRÉDITOS, se muestra un panel con los créditos.</li> </ol> |  |                         |

Tabla 51: Historia de usuario HU11

|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
| <b>Historia de usuario</b>  |  | HU12                    |
| <b>Título:</b> Revisar información sobre circuitos eléctricos.  |  |                         |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero revisar información sobre circuitos eléctricos.  |  |                         |
| <b>Prioridad:</b> Alta  |  | <b>Esfuerzo:</b> 2 días |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En el panel de INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción ¿QUÉ ES UN CIRCUITO ELÉCTRICO?, se muestra un panel con información sobre circuitos eléctricos.</li> </ol> |  |                         |

Tabla 52: Historia de usuario HU12

### 2.3.2.5.1.3. Sprint Backlog

Las tablas 53, 54, 55 y 56 muestran las actividades que se realizarán por cada historia de usuario del sprint.

| Código | Criterios de aceptación  | Actividades                                       |
|--------|--|---|
| HU09   | Secuestradores aparecen en el nivel (depende de la dificultad).  | Elaborar imágenes.                                |
|        |  | Implementar secuestradores.                       |
|        | Secuestradores cambian su posición partida a partida.  | Implementar cambio de posición de secuestradores. |
|        | Cada secuestrador patrulla su respectiva plataforma.   | Implementar movimiento de secuestradores.         |
|        | Cuando el jugador impacta con una bala a un secuestrador, el secuestrador desaparece y el jugador recibe mil puntos. | Implementar eliminación de secuestradores.        |

Tabla 53: Actividades – Historia de usuario HU09

| Código | Criterios de aceptación  | Actividades   |
|--------|--|---|
| HU10   | Una moneda aparece cuando se elimina a un secuestrador.                | Elaborar imágenes y archivos de audio.                    |
|        |  | Implementar bonificación tras eliminar un secuestrador.   |
|        | Varias monedas aparecen cuando se desactiva una celda.                 | Implementar bonificación del desafío de desactivar celda. |
|        | Varias monedas aparecen cuando se activa un elevador.                  | Implementar bonificación del desafío de activar elevador. |
|        | Varias monedas aparecen cerca de la bandera cuando no se usa la ayuda. | Implementar bonificación general.                         |

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Actividades</b>                  |
|---------------|---|-------------------------------------|
|               | Cuando el jugador impacta con una moneda, la moneda desaparece y el jugador obtiene mil puntos. | Implementar recolección de monedas. |

Tabla 54: Actividades – Historia de usuario HU10

| <b>Código</b>   | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Actividades</b>                    |
|---|---|---------------------------------------|
| HU11  | En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción ¿CÓMO JUGAR?, se muestra el panel ¿CÓMO JUGAR? | Implementar panel ¿CÓMO JUGAR?        |
|   |   | Implementar botón ¿CÓMO JUGAR?        |
|   | En el nivel, cuando el jugador clicla el icono de mando de juegos, se muestra el panel ¿CÓMO JUGAR?     | Implementar icono de mando de juegos. |
|   | En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción INFORMACIÓN, se muestra el panel INFORMACIÓN.  | Implementar panel INFORMACIÓN.        |
|   |   | Implementar botón INFORMACIÓN.        |
|   | En el nivel, cuando el jugador clicla el icono de información, se muestra el panel INFORMACIÓN.         | Implementar icono de información.     |
| En el panel INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción CRÉDITOS, se muestra un panel con los créditos. | Implementar panel CRÉDITOS.   |                                       |
|   | Implementar botón CRÉDITOS.   |                                       |

Tabla 55: Actividades – Historia de usuario HU11

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Actividades</b>                               |
|---------------|--|--|
| HU12          | En el panel de INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción ¿QUÉ ES UN CIRCUITO ELÉCTRICO?, se muestra un panel con información sobre circuitos eléctricos. | Preparar contenido.                              |
|               |  | Implementar panel.                               |
|               |  | Implementar botón ¿QUÉ ES UN CIRCUITO ELÉCTRICO? |

Tabla 56: Actividades – Historia de usuario HU12

### 2.3.2.5.2. Sprint Review

Al finalizar el sprint se obtuvo un incremento que cumplió con los criterios de aceptación. Este incremento consistió en la implementación de secuestradores, monedas, además, de los paneles ¿CÓMO JUGAR? y ¿QUÉ ES UN CIRCUITO ELÉCTRICO?

Tras realizar pruebas de juego con jugadores potenciales, se evidenció que algunos jugadores no revisaban el panel ¿CÓMO JUGAR?, por lo tanto, se decidió implementar un tutorial que sea mostrado al empezar cada partida. Para realizar este cambio se agregó una historia de usuario con el código HU16 a la lista de producto.

El anexo B.5 muestra los cambios realizados al Product Backlog y al Release Planning. En el cuarto sprint se ejecutarán las historias de usuario HU13, HU14 y HU16.

#### 2.3.2.5.2.1. Pruebas de aceptación

Las tablas 57, 58, 59 y 60 muestran los resultados de las pruebas de aceptación del sprint.

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|--|-----------------------------|
| HU09          | Secuestradores aparecen en el nivel (depende de la dificultad).  | Aceptado                    |
|               | Secuestradores cambian su posición partida a partida.  | Aceptado                    |
|               | Cada secuestrador patrulla su respectiva plataforma.   | Aceptado                    |
|               | Cuando el jugador impacta con una bala a un secuestrador, el secuestrador desaparece y el jugador recibe mil puntos. | Aceptado                    |

Tabla 57: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU09

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|---|-----------------------------|
| HU10          | Una moneda aparece cuando se elimina a un secuestrador.   | Aceptado                    |
|               | Varias monedas aparecen cuando se desactiva una celda.  | Aceptado                    |
|               | Varias monedas aparecen cuando se activa un elevador.   | Aceptado                    |
|               | Varias monedas aparecen cerca de la bandera cuando no se usa la ayuda.                          | Aceptado                    |
|               | Cuando el jugador impacta con una moneda, la moneda desaparece y el jugador obtiene mil puntos. | Aceptado                    |

Tabla 58: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU10

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|---|-----------------------------|
| HU11          | En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción ¿CÓMO JUGAR?, se muestra el panel ¿CÓMO JUGAR?     | Aceptado                    |
|               | En el nivel, cuando el jugador clicla el icono de mando de juegos, se muestra el panel ¿CÓMO JUGAR?         | Aceptado                    |
|               | En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción INFORMACIÓN, se muestra el panel INFORMACIÓN.      | Aceptado                    |
|               | En el nivel, cuando el jugador clicla el icono de información, se muestra el panel INFORMACIÓN.             | Aceptado                    |
|               | En el panel INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción CRÉDITOS, se muestra un panel con los créditos. | Aceptado                    |

Tabla 59: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU11

| Código | Criterios de aceptación   | Aceptado / Rechazado |
|--------|---|----------------------|
| HU12   | En el panel INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción ¿QUÉ ES UN CIRCUITO ELÉCTRICO?, se muestra un panel con información sobre circuitos eléctricos. | Aceptado             |

Tabla 60: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU12

### 2.3.2.5.2.2. Tablero Kanban

La tabla 61 muestra el tablero Kanban durante la ejecución del quinto sprint.

| Tablero Kanban |  |               |      |            |      |      |            |  |
|----------------|--|---------------|------|------------|------|------|------------|--|
| Pendiente      |  | En desarrollo |      | En pruebas |      |      | Finalizada |  |
| HU13           |  | HU09          | HU12 | HU01       | HU04 | HU15 |            |  |
| HU14           |  | HU10          |      | HU02       | HU05 | HU07 |            |  |
|                |  | HU11          |      | HU03       | HU06 | HU08 |            |  |

Tabla 61: Tablero Kanban – Quinto sprint

### 2.3.2.5.3. Sprint Retrospective

Durante la ejecución del quinto sprint no existieron retrasos. La Figura 26 muestra el gráfico Burndown Chart del quinto sprint.

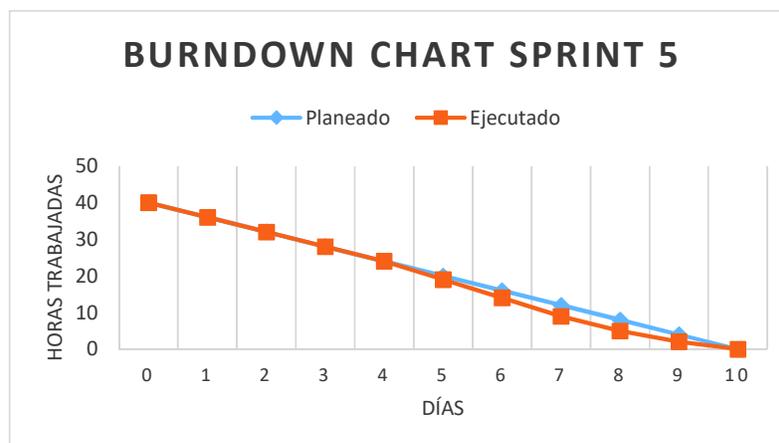


Figura 26: Burndown Chart – Quinto sprint

## 2.3.2.6. Sexto sprint

### 2.3.2.6.1. Sprint Planning

#### 2.3.2.6.1.1. Objetivo

Agregar el tutorial e implementar los paneles ¿QUÉ ES EL CÓDIGO DE COLORES DE LOS RESISTORES? y ¿QUÉ ES LA LEY DE OHM?

#### 2.3.2.6.1.2. Historias de usuario del sprint

Las tablas 62, 63, y 64 muestran las historias de usuario que se ejecutaran en el sprint.

| Historia de usuario   |                         | HU13 |
|---|-------------------------|------|
| <b>Título:</b> Revisar información sobre el código de colores de los resistores.  |                         |      |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero revisar información sobre el código de colores de los resistores.  |                         |      |
| <b>Prioridad:</b> Alta  | <b>Esfuerzo:</b> 3 días |      |
| <b>Criterios de aceptación:</b><br><ol style="list-style-type: none"><li>1. En el panel de INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción ¿QUÉ ES EL CÓDIGO DE COLORES DE LOS RESISTORES?, se muestra un panel con información sobre el código de colores de los resistores.</li></ol> |                         |      |

Tabla 62: Historia de usuario HU13

| Historia de usuario   |                         | HU14 |
|---|-------------------------|------|
| <b>Título:</b> Revisar información sobre la ley de Ohm.   |                         |      |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, quiero revisar información sobre la ley de Ohm.   |                         |      |
| <b>Prioridad:</b> Alta  | <b>Esfuerzo:</b> 2 días |      |
| <b>Criterios de aceptación:</b><br><ol style="list-style-type: none"><li>1. En el panel de INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción ¿QUÉ ES LA LEY DE OHM?, se muestra un panel con información sobre la ley de Ohm.</li></ol> |                         |      |

Tabla 63: Historia de usuario HU14

|   |                         |      |
|---|-------------------------|------|
| <b>Historia de usuario</b>  |                         | HU16 |
| <b>Título:</b> Agregar tutorial.  |                         |      |
| <b>Descripción:</b> Como jugador, requiero de un tutorial para jugar correctamente.   |                         |      |
| <b>Prioridad:</b> Alta  | <b>Esfuerzo:</b> 5 días |      |
| <b>Criterios de aceptación:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción NUEVA PARTIDA, las opciones se intercambian por MOSTRAR TUTORIAL, DIFICULTAD, REGRESAR y CONTINUAR.</li> <li>2. En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción REGRESAR, las opciones se intercambian por las iniciales.</li> <li>3. En el menú principal, las opciones MOSTRAR TUTORIAL y DIFICULTAD se pueden modificar.</li> <li>4. En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción CONTINUAR, se muestra el tutorial o el nivel dependiendo de la opción MOSTRAR TUTORIAL.</li> </ol> |                         |      |

Tabla 64: Historia de usuario HU16

### 2.3.2.6.1.3. Sprint Backlog

Las tablas 65, 66, y 67 muestran las actividades que se realizaran por cada historia de usuario del sprint.

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Actividades</b>  |
|---------------|---|---|
| HU13          | En el panel de INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción ¿QUÉ ES EL CÓDIGO DE COLORES DE LOS RESISTORES?, se muestra un panel con información sobre el código de colores de los resistores. | Preparar contenido.   |
|               |   | Implementar panel,  |
|               |   | Implementar botón ¿QUÉ ES EL CÓDIGO DE COLORES DE LOS RESISTORES? |

Tabla 65: Actividades – Historia de usuario HU13

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Actividades</b>                       |
|---------------|---|--|
| HU14          | En el panel de INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción ¿QUÉ ES LA LEY DE OHM?, se muestra un panel con información sobre la ley de Ohm. | Preparar contenido.                      |
|               |   | Implementar panel,                       |
|               |   | Implementar botón ¿QUÉ ES LA LEY DE OHM? |

Tabla 66: Actividades – Historia de usuario HU14

| <b>Código</b>                | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Actividades</b>          |
|------------------------------|--|-----------------------------|
| HU16                         | En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción NUEVA PARTIDA, las opciones se intercambian por MOSTRAR TUTORIAL, DIFICULTAD, REGRESAR y CONTINUAR. | Modificar menú principal.   |
|                              | En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción REGRESAR, las opciones se intercambian por las iniciales.   | Implementar botón REGRESAR. |
|                              | En el menú principal, las opciones MOSTRAR TUTORIAL y DIFICULTAD se pueden modificar.  | Implementar opciones.       |
|                              | En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción CONTINUAR, se muestra el tutorial o el nivel dependiendo de la opción MOSTRAR TUTORIAL.             | Implementar tutorial.       |
| Implementar botón CONTINUAR. |  |                             |

Tabla 67: Actividades – Historia de usuario HU16

### 2.3.2.6.2. Prototipos

Este sprint requirió la elaboración de prototipos (anexo B.7).

### 2.3.2.6.3. Sprint Review

Al finalizar el sprint se obtuvo un último incremento que cumplió con los criterios de aceptación, terminando así la construcción del producto. Este incremento consistió en agregar un tutorial,

además, de implementar los paneles ¿QUÉ ES EL CÓDIGO DE COLORES DE LOS RESISTORES? y ¿QUÉ ES LA LEY DE OHM?

### 2.3.2.6.3.1. Pruebas de aceptación

Las tablas 68, 69, y 70 muestran los resultados de las pruebas de aceptación del sprint.

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|---|-----------------------------|
| HU13          | En el panel de INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción ¿QUÉ ES EL CÓDIGO DE COLORES DE LOS RESISTORES?, se muestra un panel con información sobre el código de colores de los resistores. | Aceptado                    |

Tabla 68: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU13

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>  | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|---|-----------------------------|
| HU14          | En el panel de INFORMACIÓN, cuando el jugador clicla la opción ¿QUÉ ES LA LEY DE OHM?, se muestra un panel con información sobre la ley de Ohm. | Aceptado                    |

Tabla 69: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU14

| <b>Código</b> | <b>Criterios de aceptación</b>   | <b>Aceptado / Rechazado</b> |
|---------------|--|-----------------------------|
| HU16          | En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción NUEVA PARTIDA, las opciones se intercambian por MOSTRAR TUTORIAL, DIFICULTAD, REGRESAR y CONTINUAR. | Aceptado                    |
|               | En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción REGRESAR, las opciones se intercambian por las iniciales.   | Aceptado                    |
|               | En el menú principal, las opciones MOSTRAR TUTORIAL y DIFICULTAD se pueden modificar.  | Aceptado                    |

| Código | Criterios de aceptación  | Aceptado / Rechazado |
|--------|--|----------------------|
|        | En el menú principal, cuando el jugador clicla la opción CONTINUAR, se muestra el tutorial o el nivel dependiendo de la opción MOSTRAR TUTORIAL. | Aceptado             |

Tabla 70: Pruebas de aceptación – Historia de usuario HU16

### 2.3.2.6.3.2. Tablero Kanban

La tabla 71 muestra el tablero Kanban durante la ejecución del sexto sprint.

| Tablero Kanban |  |               |  |            |      |      |            |  |
|----------------|--|---------------|--|------------|------|------|------------|--|
| Pendiente      |  | En desarrollo |  | En pruebas |      |      | Finalizada |  |
|                |  | HU13          |  | HU01       | HU06 | HU10 |            |  |
|                |  | HU14          |  | HU02       | HU15 | HU11 |            |  |
|                |  | HU16          |  | HU03       | HU07 | HU12 |            |  |
|                |  |               |  | HU04       | HU08 |      |            |  |
|                |  |               |  | HU05       | HU09 |      |            |  |

Tabla 71: Tablero Kanban – Sexto sprint

### 2.3.2.6.4. Sprint Retrospective

La elaboración previa de imágenes para los prototipos, además, del uso de activos de dominio público facilitaron la construcción de la aplicación. Los activos de dominio público usados constan en el anexo B.8.

Durante este sprint no existieron retrasos. La figura 27 muestra el gráfico Burndown Chart del sexto sprint.

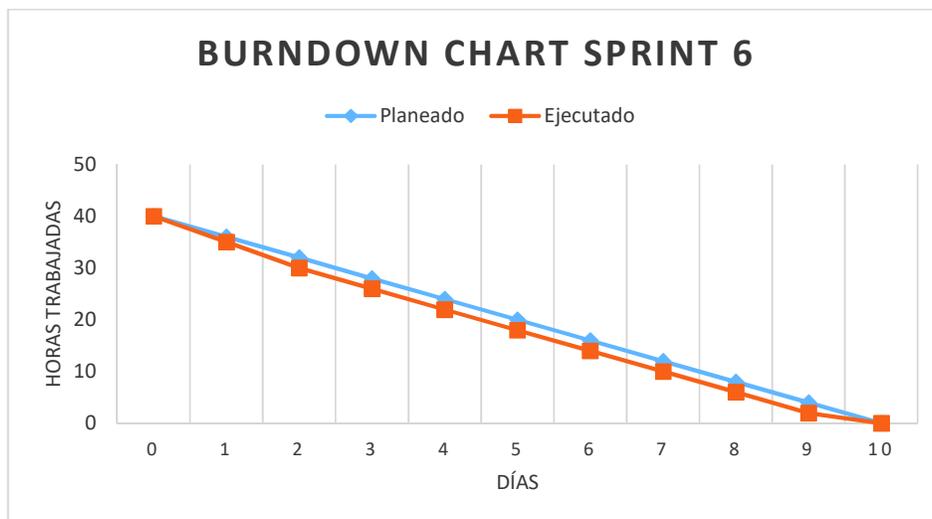


Figura 27: Burndown Chart – Sexto sprint

Terminada la construcción del videojuego, se procederá con la ejecución de pruebas funcionales. En ellas se verificará que no existan fallas de acuerdo a los requerimientos definidos para la aplicación.

### 2.3.3. Ejecución de pruebas funcionales

#### 2.3.3.1. Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales son aquellas pruebas de software que tienen por objetivo asegurar el cumplimiento de los requisitos funcionales de un sistema; un requisito funcional especifica una función que el sistema o un componente del sistema debe realizar [53].

Para realizar las pruebas funcionales, se definirán varios casos de prueba basándose en los criterios de aceptación de todos los ítems de la lista de producto. Los casos de prueba serán agrupados por cada módulo del sistema, y contendrán los siguientes atributos: código, descripción, prerequisites y resultados (esperados y obtenidos).

#### 2.3.3.2. Aplicación de casos de prueba

##### 2.3.3.2.1. Casos de prueba – Módulo de navegación

Para el módulo de navegación, se definieron 12 casos de prueba. Como se puede ver en la tabla 72, los resultados obtenidos para cada caso de prueba son los mismos resultados esperados.

| Código  | Descripción del caso  | Prerrequisitos           | Resultados  |   |
|---------|---|--------------------------|---|---|
|         |   |                          | Esperado  | Obtenido  |
| CPNAV01 | Verificar que el menú principal sea mostrado al inicio del videojuego.    | Videojuego iniciado.     | El menú principal se muestra al inicio del videojuego.                                  | El menú principal se muestra al inicio del videojuego.                                  |
| CPNAV02 | Verificar que el récord sea mostrado en el menú principal.                | Menú principal iniciado. | El récord se muestra en el menú principal.  | El récord se muestra en el menú principal.  |
| CPNAV03 | Verificar el funcionamiento del botón NUEVA PARTIDA en el menú principal. | Menú principal iniciado. | Las opciones primarias del menú principal se intercambian por las opciones secundarias. | Las opciones primarias del menú principal se intercambian por las opciones secundarias. |
| CPNAV04 | Verificar el funcionamiento del botón REGRESAR en el menú principal.      | Menú principal iniciado. | Las opciones secundarias del menú principal se intercambian por las opciones primarias. | Las opciones secundarias del menú principal se intercambian por las opciones primarias. |
| CPNAV05 | Verificar el funcionamiento del botón COMENZAR en el menú principal.      | Menú principal iniciado. | Dependiendo de la configuración, el videojuego muestra el tutorial o el nivel.          | Dependiendo de la configuración, el videojuego muestra el tutorial o el nivel.          |

| Código  | Descripción del caso   | Prerrequisitos     | Resultados                        |                                   |
|---------|--|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|         |  |                    | Esperado                          | Obtenido                          |
| CPNAV06 | Verificar el funcionamiento del botón MENÚ PRINCIPAL en el tutorial. | Tutorial iniciado. | Se muestra el menú principal.     | Se muestra el menú principal.     |
| CPNAV07 | Verificar el funcionamiento del botón ANTERIOR en el tutorial.       | Tutorial iniciado. | El tutorial retrocede en un paso. | El tutorial retrocede en un paso. |
| CPNAV08 | Verificar el funcionamiento del botón SIGUIENTE en el tutorial.      | Tutorial iniciado. | El tutorial avanza en un paso.    | El tutorial avanza en un paso.    |
| CPNAV09 | Verificar el funcionamiento del botón COMENZAR en el tutorial.       | Tutorial iniciado. | Se muestra el nivel.              | Se muestra el nivel.              |
| CPNAV10 | Verificar el funcionamiento del icono de casa en el nivel.           | Nivel iniciado.    | Se muestra el menú principal.     | Se muestra el menú principal.     |

| Código  | Descripción del caso  | Prerrequisitos  | Resultados                      |                                 |
|---------|---|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|
|         |   |                 | Esperado                        | Obtenido                        |
| CPNAV11 | Verificar el funcionamiento del icono de flecha circular en el nivel. | Nivel iniciado. | Se reinicia el nivel.           | Se reinicia el nivel.           |
| CPNAV12 | Verificar el funcionamiento del icono de nota musical en el nivel.    | Nivel iniciado. | El audio se activa / desactiva. | El audio se activa / desactiva. |

Tabla 72: Casos de prueba – Módulo de navegación

### 2.3.3.2.2. Casos de prueba – Módulo de práctica

Para el módulo de práctica, se definieron 13 casos de prueba. Como se puede ver en la tabla 73, los resultados obtenidos para cada caso de prueba son los mismos resultados esperados.

| Código  | Descripción del caso                                | Prerrequisitos  | Resultados  |   |
|---------|---|-----------------|---|---|
|         |   |                 | Esperado  | Obtenido  |
| CPPRA01 | Verificar el control del avatar.                    | Nivel iniciado. | El avatar corre, salta y dispara cuando el jugador presiona las teclas predeterminadas. | El avatar corre, salta y dispara cuando el jugador presiona las teclas predeterminadas. |
| CPPRA02 | Verificar el cambio de posición de las plataformas. | Nivel iniciado. | Las plataformas cambian de posición partida a partida.                                  | Las plataformas cambian de posición partida a partida.                                  |

| Código  | Descripción del caso  | Prerrequisitos  | Resultados   |  |
|---------|---|-----------------|--|--|
|         |   |                 | Esperado   | Obtenido   |
| CPPRA03 | Verificar el funcionamiento correcto del desafío de desactivar celda. | Nivel iniciado. | El funcionamiento del desafío de desactivar celda es correcto.                     | El funcionamiento del desafío de desactivar celda es correcto.                     |
| CPPRA04 | Verificar el funcionamiento correcto del desafío de activar elevador. | Nivel iniciado. | El funcionamiento del desafío de desactivar elevador es correcto.                  | El funcionamiento del desafío de desactivar elevador es correcto.                  |
| CPPRA05 | Verificar el funcionamiento de las pistas.                            | Nivel iniciado. | Las pistas se muestran/ocultan cuando el jugador presiona la tecla predeterminada. | Las pistas se muestran/ocultan cuando el jugador presiona la tecla predeterminada. |
| CPPRA06 | Verificar el funcionamiento correcto de los secuestradores.           | Nivel iniciado. | El funcionamiento de los secuestradores es correcto.                               | El funcionamiento de los secuestradores es correcto.                               |
| CPPRA07 | Verificar el funcionamiento correcto de las monedas                   | Nivel iniciado. | El funcionamiento de las monedas es correcto.                                      | El funcionamiento de las monedas es correcto.                                      |

| Código  | Descripción del caso                                     | Prerrequisitos  | Resultados   |  |
|---------|--|-----------------|--|--|
|         |  |                 | Esperado   | Obtenido   |
| CPPRA08 | Verificar el funcionamiento del indicador de puntuación. | Nivel iniciado. | El indicador de puntuación muestra la cantidad de puntos obtenidos por el jugador.                 | El indicador de puntuación muestra la cantidad de puntos obtenidos por el jugador.                 |
| CPPRA09 | Verificar el funcionamiento del indicador de tiempo.     | Nivel iniciado. | El indicado de tiempo muestra la cantidad de segundos transcurridos desde el inicio de la partida. | El indicado de tiempo muestra la cantidad de segundos transcurridos desde el inicio de la partida. |
| CPPRA10 | Verificar la obtención de puntos.                        | Nivel iniciado. | El jugador obtiene puntos al superar desafíos.   | El jugador obtiene puntos al superar desafíos.   |
| CPPRA11 | Verificar el funcionamiento del texto de combate.        | Nivel iniciado. | La cantidad de puntos que obtiene el jugador aparece sobre el avatar por un corto tiempo.          | La cantidad de puntos que obtiene el jugador aparece sobre el avatar por un corto tiempo.          |

| Código  | Descripción del caso                     | Prerrequisitos    | Resultados   |  |
|---------|--|-------------------|--|--|
|         |  |                   | Esperado   | Obtenido   |
| CPPRA12 | Verificar la finalización de la partida. | Nivel iniciado.   | El panel de fin de partida aparece cuando el avatar alcanza la bandera o cuando un secuestrador alcanza al avatar. | El panel de fin de partida aparece cuando el avatar alcanza la bandera o cuando un secuestrador alcanza al avatar. |
| CPPRA13 | Verificar la actualización del récord.   | Nivel completado. | El récord se actualiza cuando el jugador lo supera.  | El récord se actualiza cuando el jugador lo supera.  |

Tabla 73: Casos de prueba – Módulo de práctica

### 2.3.3.2.3. Casos de prueba – Módulo de información

Para el módulo de información, se definieron nueve casos de prueba. Como se puede ver en la tabla 74, los resultados obtenidos para cada caso de prueba son los mismos resultados esperados.

| Código  | Descripción del caso  | Prerrequisitos              | Resultados                       |                                  |
|---------|---|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|         |   |                             | Esperado                         | Obtenido                         |
| CPINF01 | Verificar el funcionamiento del botón ¿CÓMO JUGAR? en el menú principal | Menú principal iniciado.    | Se muestra el panel ¿CÓMO JUGAR? | Se muestra el panel ¿CÓMO JUGAR? |
| CPINF02 | Verificar el funcionamiento del botón INFORMACIÓN en el menú principal. | Menú principal iniciado.    | Se muestra el panel INFORMACIÓN. | Se muestra el panel INFORMACIÓN. |
| CPINF03 | Verificar el funcionamiento del icono de mando de juego en el nivel.    | Nivel iniciado.             | Se muestra el panel ¿CÓMO JUGAR? | Se muestra el panel ¿CÓMO JUGAR? |
| CPINF04 | Verificar el funcionamiento del icono de información en el nivel.       | Nivel iniciado.             | Se muestra el panel INFORMACIÓN. | Se muestra el panel INFORMACIÓN. |
| CPINF05 | Verificar el funcionamiento del botón CRÉDITOS en el panel INFORMACIÓN. | Panel INFORMACIÓN mostrado. | Se muestra el panel CRÉDITOS.    | Se muestra el panel CRÉDITOS.    |

| Código  | Descripción del caso  | Prerrequisitos              | Resultados  |   |
|---------|---|-----------------------------|---|---|
|         |   |                             | Esperado  | Obtenido  |
| CPINF06 | Verificar el funcionamiento del botón ¿QUÉ ES UN CIRCUITO ELÉCTRICO? en el panel de INFORMACIÓN.                  | Panel INFORMACIÓN mostrado. | Se muestra el panel ¿QUÉ ES UN CIRCUITO ELÉCTRICO?                  | Se muestra el panel ¿QUÉ ES UN CIRCUITO ELÉCTRICO?                  |
| CPINF07 | Verificar el funcionamiento del botón ¿QUÉ ES EL CÓDIGO DE COLORES DE LOS RESISTORES? en el panel de INFORMACIÓN. | Panel INFORMACIÓN mostrado. | Se muestra el panel ¿QUÉ ES EL CÓDIGO DE COLORES DE LOS RESISTORES? | Se muestra el panel ¿QUÉ ES EL CÓDIGO DE COLORES DE LOS RESISTORES? |
| CPINF08 | Verificar el funcionamiento del botón ¿QUÉ ES LA LEY DE OHM? en el panel de INFORMACIÓN.                          | Panel INFORMACIÓN mostrado. | Se muestra el panel ¿QUÉ ES LA LEY DE OHM?                          | Se muestra el panel ¿QUÉ ES LA LEY DE OHM?                          |
| CPINF09 | Verificar el funcionamiento del icono para cerrar panel.  | Cualquier panel mostrado.   | Se oculta el panel.   | Se oculta el panel.   |

Tabla 74: Casos de prueba – Módulo de información

Terminada la ejecución de las pruebas funcionales, los módulos de la aplicación han sido construidos en su totalidad. La tabla 75 muestra el tablero Kanban tras finalizar las pruebas funcionales.

| Tablero Kanban |  |               |  |            |  |            |      |      |
|----------------|--|---------------|--|------------|--|------------|------|------|
| Pendiente      |  | En desarrollo |  | En pruebas |  | Finalizada |      |      |
|                |  |               |  |            |  | HU01       | HU07 | HU13 |
|                |  |               |  |            |  | HU02       | HU08 | HU14 |
|                |  |               |  |            |  | HU03       | HU09 | HU15 |
|                |  |               |  |            |  | HU04       | HU10 | HU16 |
|                |  |               |  |            |  | HU05       | HU11 |      |
|                |  |               |  |            |  | HU06       | HU12 |      |

Tabla 75: Tablero Kanban – Aplicación de casos de prueba

## 2.4. Post-producción

### 2.4.1. Ejemplo de uso del videojuego

Al empezar, el videojuego muestra el menú principal (ver figura 28).



Figura 28: Videojuego

Para empezar una partida, se hace clic en el botón NUEVA PARTIDA (ver figura 29).



Figura 29: Menú principal (opciones primarias)

Después de hacer clic en el botón NUEVA PARTIDA, se presenta un menú (ver figura 30). En este menú se especifica si el tutorial será mostrado o no, además, de la dificultad de la partida. En este ejemplo, el tutorial será mostrado y la dificultad de la partida será fácil. Para continuar, se hace clic en el botón COMENZAR.

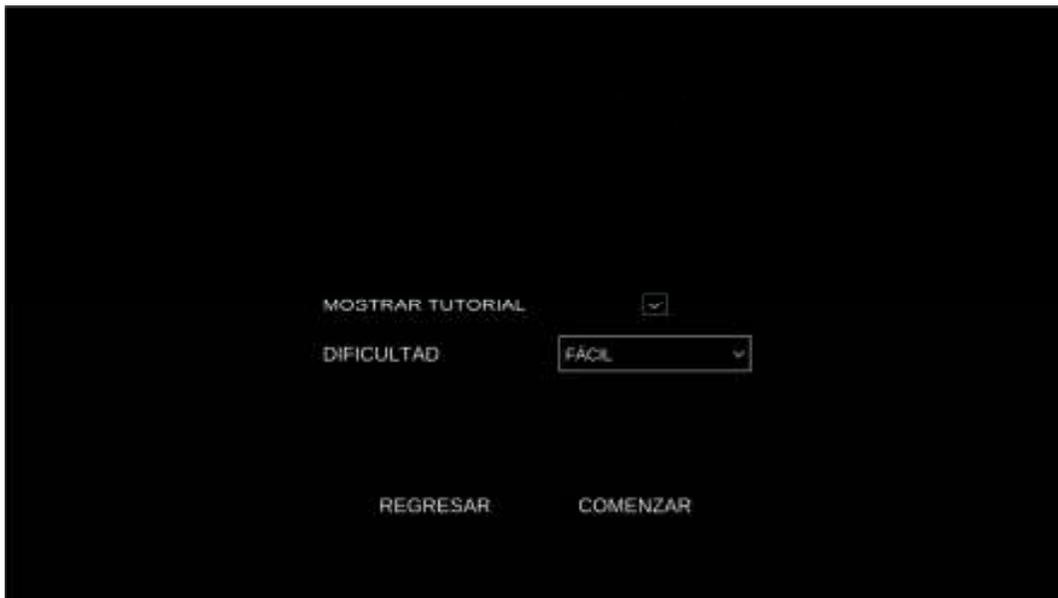


Figura 30: Menú principal (opciones secundarias)

Después de hacer clic en el botón COMENZAR, se muestra el tutorial (ver figura 31). Para avanzar por los pasos del tutorial, se hace clic en el botón SIGUIENTE.



Figura 31: Tutorial (primera instrucción)

En el último paso del tutorial, se hace clic en el botón COMENZAR para empezar a jugar (ver figura 32).

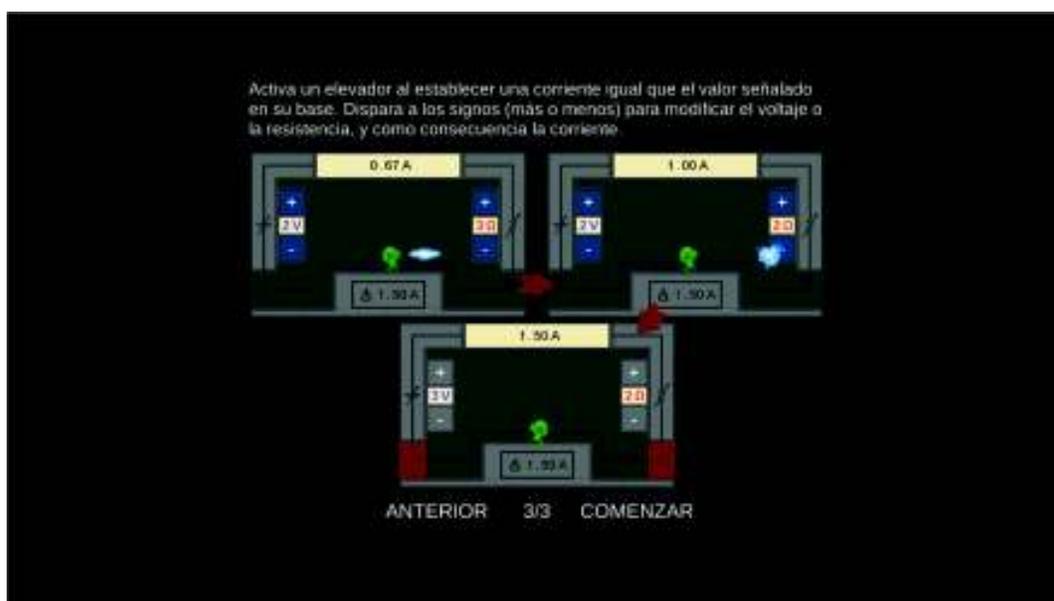


Figura 32: Tutorial (ultima instrucción)

Después de hacer clic en el botón COMENZAR, se muestra el nivel (ver figura 33).



Figura 33: Nivel

Al presionar las teclas predeterminadas, el avatar corre, salta o dispara. La figura 34 muestra al avatar corriendo.



Figura 34: Avatar corriendo

Al presionar la tecla A, la ayuda se muestra. Las figuras 35 y 36 muestran el desafío de desactivar celda sin pistas y con pistas respectivamente.



Figura 35: Desafío de desactivar celda sin pistas

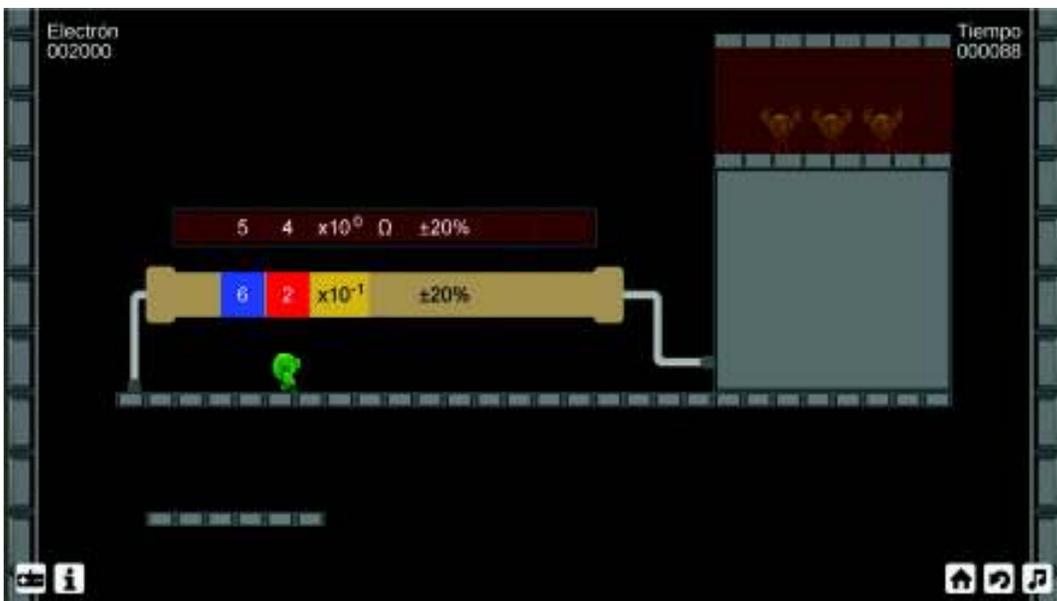


Figura 36: Desafío de desactivar celda con pistas

La partida se completa cuando el avatar alcanza la bandera o cuando un secuestrador alcanza al avatar. La figura 37 muestra al avatar alcanzando la bandera.



Figura 37: Avatar toca la bandera

El panel de fin de partida se muestra cuando la partida se completa (ver figura 38). Para empezar otra partida, se hace clic en el icono de flecha circular, y para regresar al menú principal, se hace clic en el icono de casa.

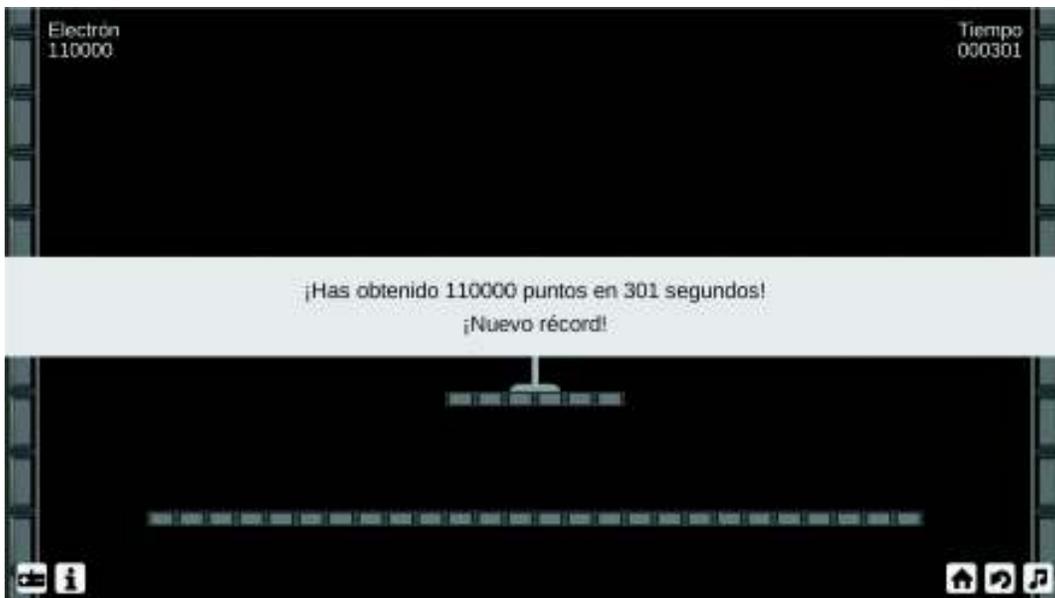


Figura 38: Panel de fin de partida

La figura 39 muestra el panel ¿CÓMO JUGAR?, para acceder a este panel se hace clic en el botón ¿CÓMO JUGAR? (menú principal) o en el icono de mando de juegos (nivel).

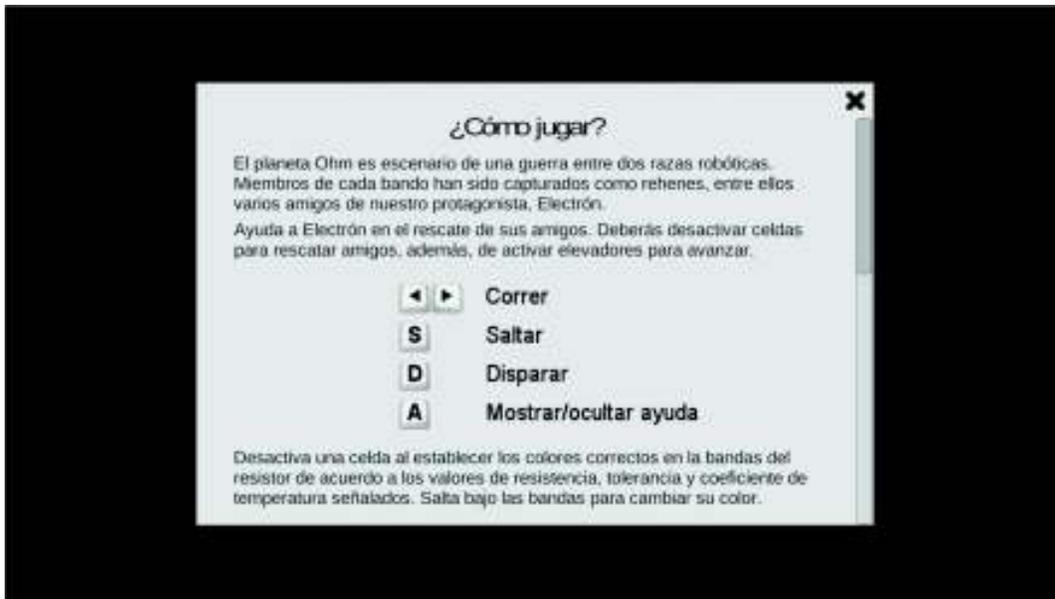


Figura 39: Panel ¿CÓMO JUGAR?

La figura 40 muestra el panel INFORMACIÓN, para acceder a este panel se hace clic en el botón INFORMACIÓN (menú principal) o en el icono de información (nivel).



Figura 40: Panel INFORMACIÓN

## 2.4.2. Evaluación del videojuego

Para evaluar la jugabilidad y utilidad del videojuego, se elaboraron una encuesta y dos cuestionarios que fueron aplicados a un grupo de estudiantes de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional durante una sesión de juego.

### 2.4.2.1. Instrumentos

#### 2.4.2.1.1. Encuesta

Para evaluar la jugabilidad de la aplicación, se usó una encuesta (anexo C.3). Esta encuesta fue elaborada a partir de las heurísticas propuestas por Federoff para evaluar la jugabilidad en videojuegos [54] (anexo A.3).

#### 2.4.2.1.2. Cuestionarios

Para evaluar la utilidad de la aplicación, se usaron dos cuestionarios:

- Un cuestionario inicial (anexo C.1). Este documento tiene como propósito identificar el conocimiento de los estudiantes acerca del código de colores de los resistores y la ley de Ohm antes del uso del videojuego.
- Un cuestionario final (anexo C.2). Este documento tiene como propósito identificar el conocimiento de los estudiantes acerca del código de colores de los resistores y la ley de Ohm después del uso del videojuego.

### 2.4.2.2. Sesión de juego

La tabla 76 muestra un resumen de las actividades realizadas durante la sesión de juego.

| <b>Actividades realizadas durante la sesión de juego</b> |                                      |                   |
|--|--------------------------------------|-------------------|
| <b>#</b>   | <b>Actividad</b>                     | <b>Estimación</b> |
| 1  | Presentación.                        | 5 minutos         |
| 2  | Aplicación del cuestionario inicial. | 10 minutos        |
| 3  | Uso del videojuego.                  | 25 minutos        |
| 4  | Aplicación del cuestionario final.   | 10 minutos        |
| 5  | Aplicación de la encuesta.           | 10 minutos        |

Tabla 76: Actividades realizadas durante la sesión de juego

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1.1. Jugabilidad

La tabla 77 muestra los resultados obtenidos tras aplicar la encuesta a 11 estudiantes.

| Resultados de la encuesta |   |                       |            |               |                          |
|---------------------------|---|-----------------------|------------|---------------|--------------------------|
| #                         | Preguntas   | Respuestas            |            |               |                          |
|                           |   | Totalmente de acuerdo | De acuerdo | En desacuerdo | Totalmente en desacuerdo |
| 1                         | El videojuego tiene una meta clara.   | 1                     | 10         | 0             | 0                        |
| 2                         | Las pistas ayudan a resolver los desafíos.  | 10                    | 1          | 0             | 0                        |
| 3                         | El videojuego es entretenido.   | 5                     | 6          | 0             | 0                        |
| 4                         | El videojuego reacciona de manera correcta a las acciones del jugador (por ejemplo, al presionar la tecla de flecha izquierda, el avatar corre hacia la izquierda). | 8                     | 3          | 0             | 0                        |
| 5                         | Las interfaces y menús de opciones están bien organizados y son intuitivos.   | 5                     | 6          | 0             | 0                        |
| 6                         | Los controles (teclado y ratón) están bien distribuidos y son intuitivos.   | 5                     | 6          | 0             | 0                        |

Tabla 77: Resultados de la encuesta

La figura 41 muestra las respuestas obtenidas para la pregunta 1. Este resultado señala que el total de encuestados están de acuerdo en que el videojuego tiene una meta clara. Por lo tanto, se dice que el videojuego presenta los elementos suficientes para que los jugadores entiendan como completarlo.

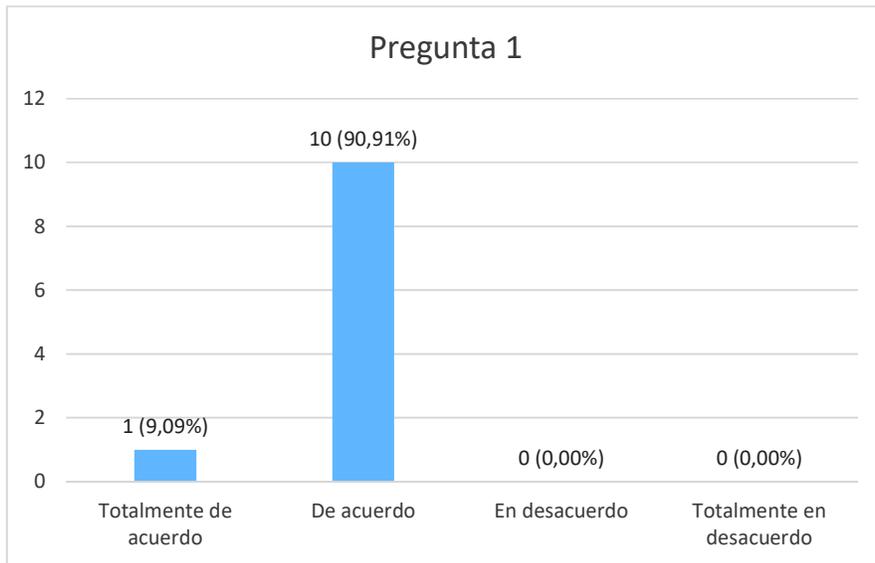


Figura 41: Resultados para la pregunta 1

La figura 42 muestra el resultado para la pregunta 2. Las respuestas obtenidas indican que el 100% de los encuestados están de acuerdo en que las pistas ayudan a resolver los desafíos. Se concluye que las pistas representan un apoyo para los estudiantes que no dominan la ley de Ohm y el código de colores de los resistores.

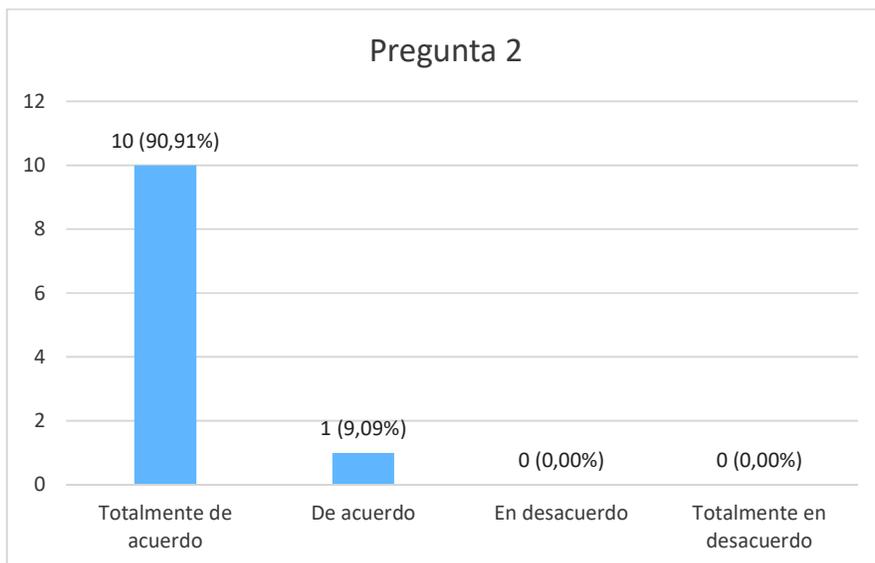


Figura 42: Resultados para la pregunta 2

La figura 43 muestra las respuestas obtenidas para la pregunta 3. Este resultado expresa que todos los encuestados están de acuerdo en que el videojuego es entretenido. En consecuencia, se puede afirmar que las mecánicas desarrolladas son divertidas.

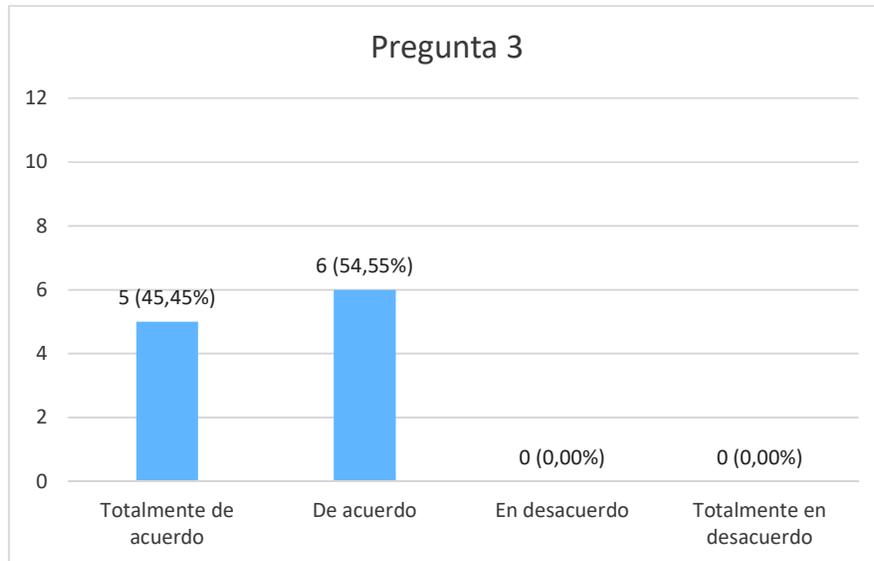


Figura 43: Resultados para la pregunta 3

La figura 44 muestra el resultado para la pregunta 4. Las respuestas obtenidas señalan que el total de encuestados están de acuerdo en que el videojuego reacciona de manera correcta a las acciones del jugador. Por lo tanto, se dice que el videojuego detecta la actividad del jugador, y responde de forma acorde.

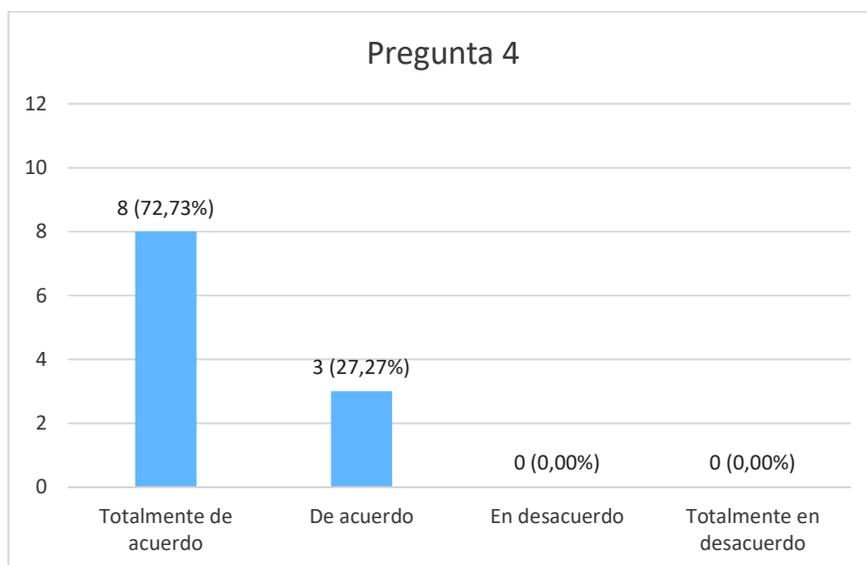


Figura 44: Resultados para la pregunta 4

La figura 45 muestra las respuestas obtenidas para la pregunta 5. Este resultado indica que todos los encuestados están de acuerdo en que las interfaces y menús de opciones están bien organizados y son intuitivos. En consecuencia, se puede afirmar que las decisiones tomadas durante el diseño de las interfaces fueron acertadas.

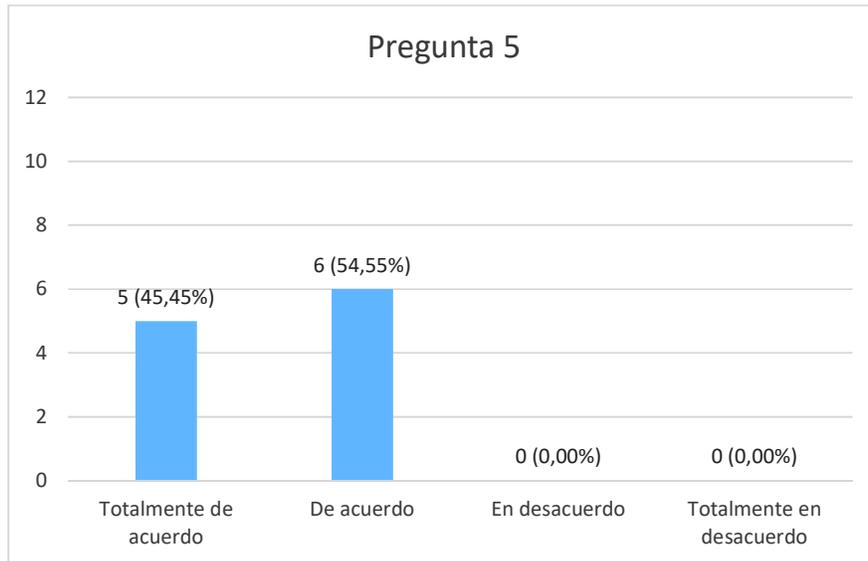


Figura 45: Resultados para la pregunta 5

La figura 50 muestra el resultado para la pregunta 6. Las respuestas obtenidas expresan que el 100% de los encuestados están de acuerdo en que los controles están bien distribuidos y son intuitivos. Se concluye que el mapeado de los controles es de fácil reconocimiento, además, de ser agradable para los jugadores.

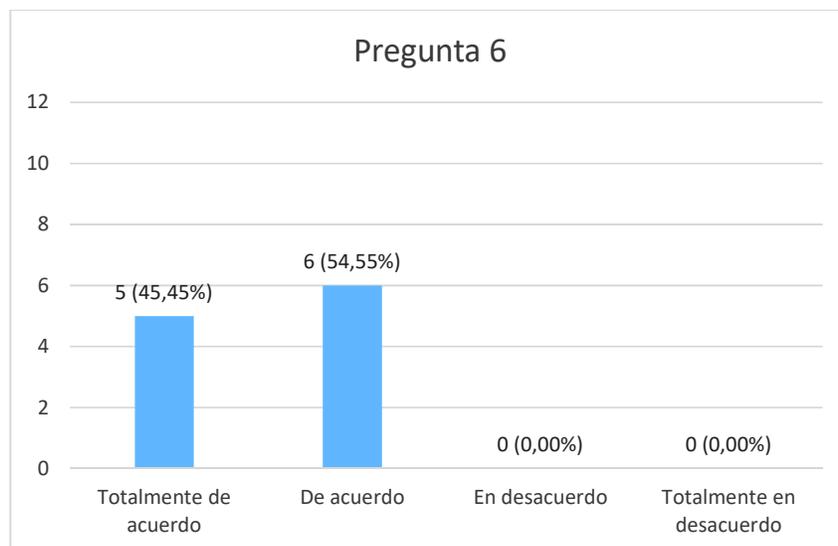


Figura 46: Resultados para la pregunta 6

### 3.1.2. Utilidad

La tabla 78 muestra los resultados obtenidos tras aplicar los cuestionarios a 11 estudiantes. Cada cuestionario consistió de seis preguntas igualmente valoradas del tipo opción múltiple con única respuesta.

| <b>Resultados de los cuestionarios</b> |                             |                           |                   |
|--|-----------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Estudiante</b>                      | <b>Cuestionario Inicial</b> | <b>Cuestionario Final</b> | <b>Diferencia</b> |
| EST-0001                               | 5                           | 6                         | 1                 |
| EST-0002                               | 4                           | 6                         | 2                 |
| EST-0003                               | 3                           | 6                         | 3                 |
| EST-0004                               | 3                           | 6                         | 3                 |
| EST-0005                               | 3                           | 5                         | 2                 |
| EST-0006                               | 1                           | 4                         | 3                 |
| EST-0007                               | 2                           | 4                         | 2                 |
| EST-0008                               | 3                           | 6                         | 3                 |
| EST-0009                               | 2                           | 6                         | 4                 |
| EST-0010                               | 0                           | 6                         | 6                 |
| EST-0011                               | 2                           | 5                         | 3                 |
| <b>Promedio</b>                        | 2,55                        | 5,45                      | 2,91              |
| <b>Porcentaje</b>                      | 42,42%                      | 90,91%                    | 48,48%            |

Tabla 78: Resultados de los cuestionarios

La figura 47 muestra que para todos los estudiantes, la calificación obtenida es mayor en el cuestionario final que en el inicial. Se concluye que tras el uso del videojuego, los estudiantes adquirieron conocimientos que les permitieron mejorar en el cuestionario final.

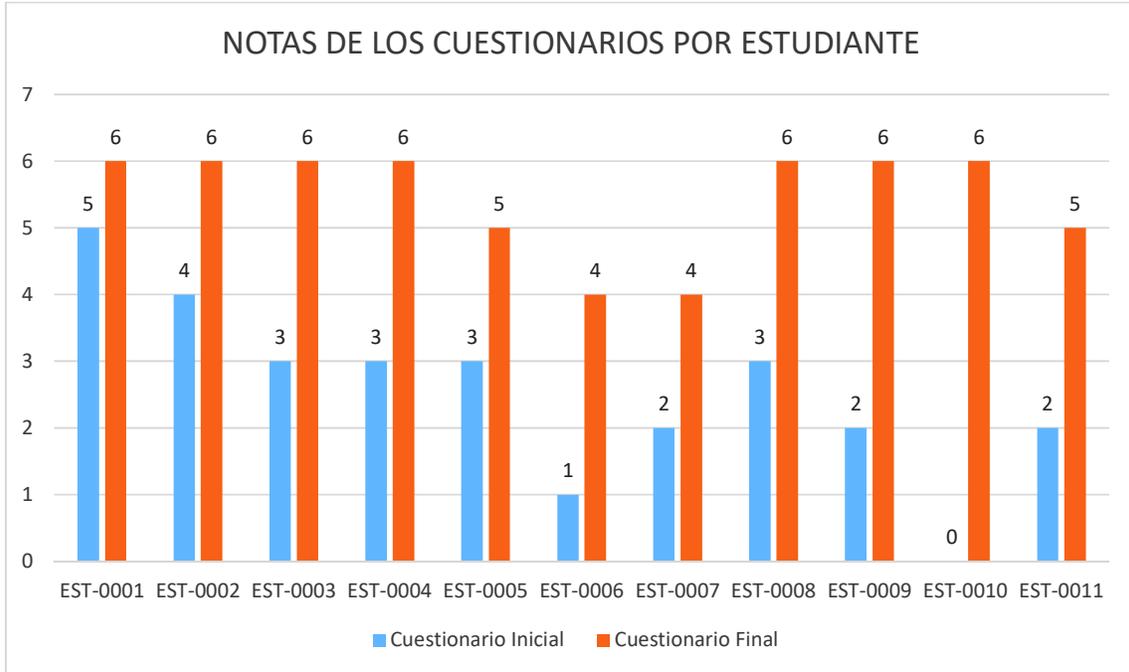


Figura 47: Notas de los cuestionarios por estudiante

La figura 48 muestra que la diferencia entre la nota promedio del cuestionario final y la del inicial es de 2.91 puntos, lo que representa un aumento del 48.48%. Por lo tanto, el uso del videojuego contribuyó de manera positiva en el aprendizaje de la ley de Ohm y el código de colores de los resistores.

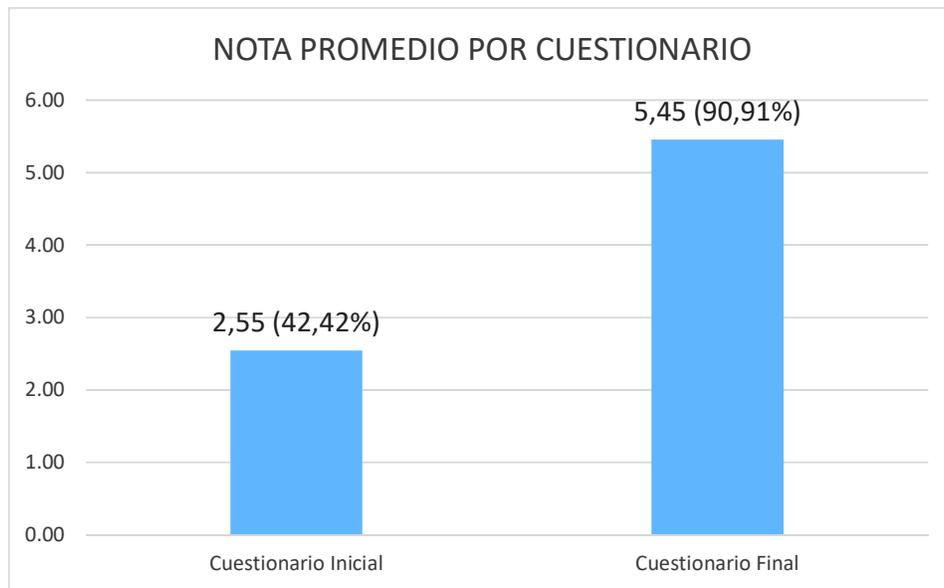


Figura 48: Nota promedio por cuestionario

## 4. CONCLUSIONES

### 4.1. Conclusiones

- En ausencia de una metodología que abarque tanto el diseño como la construcción de videojuegos educativos, se decidió usar el marco de trabajo DPE para el diseño del videojuego y el marco de trabajo Scrum para la construcción del diseño elaborado.
- La aplicación del marco de trabajo DPE como metodología para el análisis y diseño del videojuego fue una decisión acertada. Este marco describe los elementos que un juego educativo debe poseer. Además, gracias al enfoque iterativo, el diseño producido puede ser evaluado y mejorado.
- Al diseñar un juego educativo, es importante considerar la frecuencia en la que el jugador enfrentará los desafíos relacionados con el contenido de aprendizaje. En este caso, se necesita que el estudiante practique la ley de Ohm y el código de colores de los resistores, por lo que, los desafíos relacionados con estos temas se muestran de manera constante.
- Los resultados de aprendizaje planteados para el videojuego pertenecen al tercer nivel de la taxonomía revisada de Bloom, es decir, se busca que el estudiante sea capaz de aplicar la ley de Ohm y el código de colores de los resistores. Esta capacidad solo se consigue a través de la practica constante, por lo que, para contribuir a la rejugabilidad del videojuego, se creó un nivel cuyos elementos cambian de posición partida a partida, además, del uso de valores aleatorios en los desafíos relacionados con el contenido de aprendizaje.
- En un juego educativo, el jugador debe sentir que el contenido de aprendizaje es parte del juego, por lo que, se decidió usar robots como personajes, además, de ambientar el videojuego en un laboratorio con varios elementos relacionados con la electrónica.
- La elaboración de prototipos permite evaluar las características de un videojuego en fases tempranas de su desarrollo. En este caso, se decidió elaborar prototipos solo de los desafíos relacionados con el contenido de aprendizaje, ya que estas características se consideraron críticas.
- Elaborar el contenido de cualquier videojuego (imágenes, videos, audio, etc.) es una actividad que demanda igual o mayor esfuerzo que su codificación. Los desarrolladores de videojuegos tienen tres opciones: elaborar el contenido por su cuenta, contratar a terceros, o reutilizar activos de dominio público. En este caso, se decidió elaborar el contenido y reutilizar activos de dominio público.

- El enfoque iterativo e incremental de Scrum permitió que el diseño elaborado sea construido de tal manera que se puedan identificar mejoras e implementarlas.
- El marco de trabajo DPE y Scrum comparten el enfoque iterativo, además, de la retroalimentación constante por parte de los usuarios potenciales. Estas características permiten la mejora continua del producto final.
- A través de los resultados obtenidos tras la aplicación de la encuesta y de los cuestionarios, se validó la jugabilidad y utilidad del videojuego (ver sección 3).

## **4.2. Recomendaciones**

- Se recomienda a futuro permitir la personalización de los controles, con el objetivo de dejar que los jugadores los modifiquen a su gusto.
- Se recomienda a futuro agregar una tabla de puntuaciones, con la finalidad de contribuir a la rejugabilidad del videojuego al incentivar la competencia entre jugadores.
- Se recomienda a futuro desarrollar funcionalidades que permitan guardar y extraer información acerca del éxito o fracaso de los jugadores al enfrentar los desafíos, con el propósito de evaluar su desempeño.
- Se recomienda a futuro explotar la facilidad que tienen los proyectos Unity para ser exportados a diferentes plataformas, con el objetivo de lanzar el videojuego para dispositivos móviles.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. L. Ferrero and M. G. Oloriz, "Aplicación de estrategias motivacionales para mejorar la enseñanza de matemática introductoria en la educación superior," in *Congresos CLABES*, 2016.
- [2] N. Cartuche, M. Tusa, J. Agüinsaca, W. Merino, and W. Tene, "El modelo pedagógico en la práctica docente de las universidades públicas del país," 2015.
- [3] J. Clavijo Calderón, "Diseño, implementación y evaluación de un juego pervasivo basado en puzles dentro del edificio Tànger (UPF)," 2012.
- [4] J. McGonigal, "We spend 3 billion hours a week as a planet playing videogames. Is it worth it? How could it be MORE worth it?," [Online]. Available: [https://www.ted.com/conversations/44/we\\_spend\\_3\\_billion\\_hours\\_a\\_wee.html](https://www.ted.com/conversations/44/we_spend_3_billion_hours_a_wee.html). [Accessed: 29 agosto 2017].
- [5] A. J. Stapleton, "Serious games: Serious opportunities," in *Australian Game Developers' Conference, Academic Summit, Melbourne*, 2004.
- [6] D. A. Norman, *Things that make us smart: Defending human attributes in the age of the machine*: Basic Books, 1993.
- [7] R. Van Eck, "Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless," *EDUCAUSE review*, vol. 41, p. 16, 2006.
- [8] N. Dahnoun, "Teaching electronics to first-year non-electrical engineering students," *International Journal of Electrical Engineering Education*, vol. 54, pp. 178-186, 2017.
- [9] R. Dörner, S. Göbel, W. Effelsberg, and J. Wiemeyer, *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice*: Springer, 2016.
- [10] J. Strien, "A serious game for teaching general practice management," 2016.
- [11] J. González, "Jugabilidad. Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos," 2010.
- [12] A. Rollings and D. Morris, *Game Architecture and Design*: New Riders, 2004.
- [13] D. Callele, E. Neufeld, and K. Schneider, "Requirements Engineering and the Creative Process in the Video Game Industry," presented at the Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Requirements Engineering, 2005.
- [14] E. Bethke, *Game Development and Production*: Wordware Pub., 2003.

- [15] A. Slimani, M. Sbert, I. Boada, F. Elouaai, and M. Bouhorma, "Improving Serious Game Design Through a Descriptive Classification: a Comparison of Methodologies," *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2016, vol. 92, núm. 1, 130-143, 2016.
- [16] M. B. Carvalho, F. Bellotti, R. Berta, A. D. Gloria, C. I. Sedano, J. B. Hauge, *et al.*, "An activity theory-based model for serious games analysis and-conceptual design," *Comput. Educ.*, vol. 87, pp. 166-181, 2015.
- [17] T. Marsh and B. Nardi, "Spheres and Lenses: Activity-Based Scenario / Narrative Approach for Design and Evaluation of Entertainment through Engagement," Berlin, Heidelberg, 2014, pp. 42-51.
- [18] A. Sylvester, L. Theodore, C. M. B., B. Francesco, F. Sara, L. Sandy, *et al.*, "Mapping learning and game mechanics for serious games analysis," *British Journal of Educational Technology*, vol. 46, pp. 391-411, 2015.
- [19] A. Amory, "Game object model version II: a theoretical framework for educational game development," *Educational Technology Research and Development*, vol. 55, pp. 51-77, February 01 2007.
- [20] B. Marne, J. Wisdom, B. Huynh-Kim-Bang, and J.-M. Labat, "The Six Facets of Serious Game Design: A Methodology Enhanced by Our Design Pattern Library," Berlin, Heidelberg, 2012, pp. 208-221.
- [21] J.-P. Van and S. Sara De Freitas, *A Game-Based Learning Framework: Linking Game Design and Learning Outcomes* vol. 53, 2011.
- [22] S. de Freitas and M. Oliver, "How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated?," *Computers & Education*, vol. 46, pp. 249-264, 2006/04/01/ 2006.
- [23] G. Gunter, R. F. Kenny, and E. H. Vick, "A case for a formal design paradigm for serious games," *The Journal of the International Digital Media and Arts Association*, vol. 3, pp. 93-105, 2006.
- [24] K. Kiili, "Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model," *The Internet and Higher Education*, vol. 8, pp. 13-24, 2005/01/01/ 2005.
- [25] J. Zagal, M. Mateas, C. Fernández-Vara, B. Hochhalter, and N. Lichti, *Towards an Ontological Language for Game Analysis*, 2005.

- [26] D. Djaouti, J. Alvarez, J.-P. Jessel, G. Méthel, and P. Molinier, *Towards a classification of Video Games*, 2008.
- [27] R. Hunicke, M. Leblanc, and R. Zubek, *MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research* vol. 1, 2004.
- [28] B. M. Winn, "The Design, Play, and Experience Framework," in *Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education*, E. F. Richard, Ed., ed Hershey, PA, USA: IGI Global, 2009, pp. 1010-1024.
- [29] E. J. Marchiori, Á. del Blanco, J. Torrente, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjón, "A visual language for the creation of narrative educational games," *Journal of Visual Languages & Computing*, vol. 22, pp. 443-452, 2011/12/01/ 2011.
- [30] K. Schwaber and J. Sutherland, "La guía de scrum: La guía definitiva de scrum, las reglas del juego," 2013.
- [31] European Communities, *ECTS Users' Guide*. Belgium: Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009.
- [32] Ministerio de Educación del Perú, *Manual de adaptaciones curriculares*, 2 ed. Perú: Govi-4, 2010.
- [33] D. Krathwohl, "A revision of Bloom's taxonomy: An overview," *Theory into practice*, vol. 41, pp. 212-218, 2002.
- [34] R. Heer, "A model of learning objectives -based on A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives," [Online]. Available: <http://www.celt.iastate.edu/teaching/effective-teaching-practices/revised-blooms-taxonomy>. [Accessed: 31 enero 2018].
- [35] A. Zavala Vidiella, *La práctica educativa. Como enseñar*, 7 ed. España: GRAO, 2000.
- [36] M. Zyda, "From visual simulation to virtual reality to games," *Computer*, vol. 38, pp. 25-32, 2005.
- [37] E. Adams, *Fundamentals of game design*: Pearson Education, 2014.
- [38] S. Kelle, R. Klemke, and M. Specht, "Design patterns for learning games," *International Journal of Technology Enhanced Learning*, vol. 3, pp. 555-569, 2011.
- [39] S. Bjork and J. Holopainen, *Patterns in Game Design (Game Development Series)*: Charles River Media, Inc., 2004.

- [40] M. Grosser, "Effective teaching: linking teaching to learning functions," *South African Journal of Education*, vol. 27, pp. 37-52, 2007.
- [41] T. Fullerton, *Game design workshop: a playcentric approach to creating innovative games*: CRC press, 2014.
- [42] J. Schell, *The Art of Game Design: A book of lenses*: CRC Press, 2014.
- [43] D. Vilches, "Juegos serios, evaluación de tecnologías y ámbitos de aplicación," Facultad de Informática, 2014.
- [44] Unity Technologies, "Manual de Unity," [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/index.html>. [Accessed: 9 Abril 2017].
- [45] Gimp Team, "About GIMP," [Online]. Available: <https://www.gimp.org/about/introduction.html>. [Accessed: 3 julio 2017].
- [46] Bfxr Team, "What is this?," [Online]. Available: <http://www.bfxr.net/>. [Accessed: 3 julio 2017].
- [47] Microsoft, "Overview : The Official Microsoft IIS Site," [Online]. Available: <https://www.iis.net/overview>. [Accessed: 30 agosto 2017].
- [48] K. Kuk, D. Rančić, O. Pronić-Rančić, and D. Ranđelović, "Intelligent Agents and Game-Based Learning Modules in a Learning Management System," Cham, 2016, pp. 233-245.
- [49] J. Fanfarelli and S. Vie, "Medulla: A 2D sidescrolling platformer game that teaches basic brain structure and function," 2015.
- [50] G. Ferrer and G. Homero, "Influencia del Módulo Experimental de Circuitos eléctricos en el rendimiento académico del curso de Física III en estudiantes del IV ciclo de la especialidad de Física de la Universidad Nacional de Educación," 2012.
- [51] A. Beléndez, "Algunas consideraciones en torno al proceso enseñanza-aprendizaje de la física en la universidad," 1996.
- [52] B. Bergeron, "Developing serious games (game development series)," 2006.
- [53] B. Hambling, P. Morgan, A. Samaroo, G. Thompson, and P. Williams, *Software Testing: An ISTQB-BCS Certified Tester Foundation Guide*, 3 ed. United Kingdom: BCS Learning & Development Ltd, 2015.
- [54] M. A. Federoff, "Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games," Indiana University Bloomington, 2002.

## 6. ANEXOS

## **ANEXO A**

**A.1 Clasificación y comparación de metodologías de diseño de juegos**

**A.2 Patrones de diseño de juegos para el aprendizaje**

**A.3 Lista compilada de heurísticas para la evaluación de la jugabilidad**

**A.4 Contenido teórico**

## **ANEXO B**

**B.1 Versión 1.0 del documento de diseño del videojuego**

**B.2 Versión 1.1 del documento de diseño del videojuego**

**B.3 Versión 1.2 del documento de diseño del videojuego**

**B.4 Cambios en los artefactos Scrum en el sprint 3**

**B.5 Cambios en los artefactos Scrum en el sprint 5**

**B.6 Prototipos del sprint 4**

**B.7 Prototipos del sprint 6**

**B.8 Activos de dominio público**

**B.9 Análisis de costos**

## **ANEXO C**

**C.1 Formato cuestionario inicial**

**C.2 Formato cuestionario final**

**C.3 Formato encuesta**

## **ANEXO D**

**D.1 Hoja de asistencia de los estudiantes (escaneada)**

**D.2 Códigos asignados a los estudiantes (escaneados)**

**D.3 Cuestionarios iniciales aplicados (escaneados)**

**D.4 Cuestionarios finales aplicados (escaneados)**

**D.5 Encuestas aplicadas (escaneadas)**

**D.6 Evidencia multimedia de la sesión de juego**

## **ANEXO E**

**E.1 Proyecto Unity (comprimido)**

**E.2 Aplicación Web (comprimido)**

**E.3 Manual de configuración**

**E.4 Manual de usuario**