

**CO-CREACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN JUEGO EDUCATIVO MULTIJUGADOR
CON REALIDAD AUMENTADA**



Monografía presentada para la obtención del Título de

Ingeniero de Sistemas

**Andrea Marcela Ortiz Samboni
Cristian Andrés Vitery Sandoval**

Director: PhD. Carolina González Serrano

Co-Director: PhD. Hendrys Tobar Muñoz

**Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas
Ingeniería de Sistemas
Popayán, Abril de 2018**

**CO-CREACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN JUEGO EDUCATIVO MULTIJUGADOR
CON REALIDAD AUMENTADA**



Monografía presentada para la obtención del Título de

Ingeniero de Sistemas

**Andrea Marcela Ortiz Samboni
Cristian Andrés Vitery Sandoval**

Director: PhD. Carolina González Serrano

Co-Director: PhD. (c) Hendrys Tobar Muñoz

**Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas
Ingeniería de Sistemas
Popayán, Abril de 2018**

Dedicatoria

A Dios, por su apoyo y amor incondicional en todos los aspectos de mi vida.

A mi madre, por su compañía y amor brindado durante toda mi vida.

A mi padre, por su respaldo y formación en mi desarrollo integral.

A mi hermano, por su alegría y motivación durante los momentos difíciles.

A mi compañero de trabajo de grado, por su apoyo incondicional durante una de las etapas más importantes de mi vida.

A nuestra directora de tesis, Carolina González, y co-director, Hendrys Tobar, por su confianza y guía durante este proyecto.

A la docente Socorro Hurtado, por su colaboración incondicional.

Y a todos aquellos que hicieron posible el cumplimiento de esta meta.

Andrea Marcela Ortiz Samboni

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haber permitido lograr mis objetivos.

A mi madre, por su infinito apoyo, sus consejos, sus valores y por acompañarme en todo este proceso. Pero, sobre todo, por su amor.

A mi padre, por insistir el estudio como lo más importante, por sus ejemplos de perseverancia y por el valor mostrado para seguir adelante.

A Carlos, por su apoyo y esfuerzo por disponer las mejores condiciones a lo largo de mi carrera.

A mis hermanos y sobrina, por ser una parte importante en mi vida y por ser partícipes de este proceso.

A Andrea, por complementar este proceso y contribuir en mi formación profesional.

A Carolina Gonzáles, nuestra directora por brindarnos su conocimiento y confianza para el desarrollo de este proyecto.

A la docente Socorro Hurtado por su amabilidad, hospitalidad y disposición para este proyecto.

Y a todos los que acompañaron este proceso.

Cristian Andres Vitery Sandoval

Tabla de contenido

Capítulo 1	Introducción	1
1.1.	Planteamiento del problema	1
1.2.	Objetivo general	3
1.2.1.	Objetivos específicos	3
1.3.	Metodología	3
1.4.	Productos	6
1.5.	Estructura del documento	6
Capítulo 2	Marco teórico y estado del arte	7
2.1.	Introducción	7
2.2.	Marco teórico	8
2.2.1.	Realidad Aumentada	8
2.2.2.	Enfoque multijugador	9
2.2.3.	Método de co-creación Co-CreARGBL	10
	Fases y actividades	11
2.3.	Estado del arte	14
2.3.1.	Experiencias de uso de aplicaciones con Realidad Aumentada para la educación	15
2.3.2.	Experiencias multijugador en los videojuegos educativos	19
Capítulo 3	Instanciación de un método de co-creación para crear un videojuego multijugador con Realidad Aumentada para el aprendizaje	23
3.1.	Instanciación del método	24
3.1.1.	Entrenamiento	26
3.1.2.	Diseño iterativo	26
	Especificación	26
	Análisis	30
	Diseño	32
	Desarrollo	33

3.1.3. Evaluación	35
3.2. Conclusión	36
Capítulo 4 Prototipo de videojuego multijugador con realidad aumentada, soportado bajo el método Co-CreARGBL	37
4.1. Fases de Scrum	38
4.1.1. Pre-juego	38
4.1.2. Juego	48
4.1.3. Pos-Juego	54
4.2. Descripción del prototipo	55
4.3. Conclusión	59
Capítulo 5 Evaluación del videojuego multijugador con Realidad Aumentada	61
5.1. Planteamiento del problema	61
5.2. Diseño de investigación	62
5.3. Muestreo	63
5.4. Recolección de los datos	63
5.4.1. Prueba de estilos de aprendizaje	63
5.4.2. Actividad de clase	64
5.4.3. Actividad de juego	67
5.4.4. Entrevistas	70
5.5. Análisis de los datos	72
5.5.1. Análisis del aprendizaje	72
5.5.2. Análisis de motivación	79
5.5.3. Percepción docente del uso de videojuegos en el aula	84
5.6. Interpretación de los resultados	88
Capítulo 6 6. Resultados, conclusiones y trabajo futuro	91
6.1. Resultados	91
6.2. Conclusiones	92
6.3. Trabajo futuro	95
Bibliografía	97
Anexos	101

Índice de figuras

Figura 2.1. Método Co-CreARGBL.....	13
Figura 3.1. Método Co-CreARGBL instanciado.....	25
Figura 3.2. Experiencia UAPEC evidenciando la interacción con la tableta.	27
Figura 3.3. Experiencia UAPEC evidenciando la ausencia de interacción social.	27
Figura 3.4. Plantilla diligenciada durante la actividad de Análisis.....	30
Figura 3.5. Plantilla para la actividad “Lluvia de ideas”.....	31
Figura 3.6. Plantilla para clasificación de ideas.	32
Figura 3.7. Diagrama de flujo compacto.	33
Figura 3.8. Gráfica del trabajo pendiente al finalizar el primer sprint.	34
Figura 3.9. Gráfica del trabajo pendiente al finalizar el segundo sprint.	35
Figura 4.1. Capas de HLAPI.....	42
Figura 4.2. Sistema de red Unity adaptado.	43
Figura 4.3. Diagrama de Componentes del prototipo.	44
Figura 4.4. Diagrama del conjunto de casos de uso que representa las acciones principales de un jugador.	45
Figura 4.5. Diagrama de secuencia de la acción “UsarCarta”.	47
Figura 4.6. Diagrama de clases compacto.	48
Figura 4.7. Pantalla inicial del juego.	55
Figura 4.8. Tutorial de “TerraExplora”.....	56
Figura 4.9. Paneles de acciones y capas de “TerraExplora”.	56
Figura 4.10. Personajes de “TerraExplora”.....	57
Figura 4.11. Misiones de juego de “TerraExplora”.....	58
Figura 4.12. Desafío final de “TerraExplora”.....	59
Figura 5.1. Estudiantes grado sexto, Institución Educativa La Cabaña.	65
Figura 5.2. Estudiante diligenciando la encuesta de motivación (grupo control).	66
Figura 5.3. Estudiantes usando el videojuego.	68
Figura 5.4. Estudiantes en el “Desafío Final” del juego.	69
Figura 5.5. Estudiantes del grupo experimental diligenciando la encuesta de motivación.	70
Figura 5.6. Resultados de la primera pregunta por grupo.	73

Figura 5.7. Resultados de la quinta pregunta cinco por grupo.	74
Figura 5.8. Resultados de la sexta pregunta por grupo.	75
Figura 5.9. Resultados de la séptima pregunta por grupo.	76
Figura 5.10. Preferencia para cada estilo de aprendizaje.	77
Figura 5.11. Preferencias para los estilos de aprendizaje del grupo de control.	78
Figura 5.12. Gráfica de resultados - análisis de motivación.	80
Figura 5.13. Sugerencias sobre la clase por parte de los estudiantes.	81
Figura 5.14. Comentarios sobre la interacción social (Grupo experimental).	82
Figura 5.15. Resultados obtenidos sobre la influencia de la competencia en la motivación.	82
Figura 5.16. Comentarios de los estudiantes del grupo experimental sobre el videojuego.	83
Figura 5.17. Resultados obtenidos sobre la motivación ante “TerraExplora”.	84
Figura 5.18. Limitantes de los docentes en su entorno académico.	86
Figura 5.19. Beneficios de TerraExplora.	86
Figura 5.20. Calificación y comentarios sobre TerraExplora.	87

Índice de tablas

Tabla 2.1. Roles del método Co-CreARGBL.....	11
Tabla 3.1. Asignación de roles con respecto al método Co-CreARGBL	25
Tabla 3.2. Descripción de brechas identificadas por docentes.	28
Tabla 3.3. Objetivos de aprendizaje del videojuego educativo.	29
Tabla 3.4. Materiales de aprendizaje del videojuego educativo.....	29
Tabla 4.1. Fragmento del Product Backlog ordenado por estimación.....	39
Tabla 4.2. Historia de usuario “Sincronizar datos”.	40
Tabla 4.3. Descripción y representación de los actores.....	46
Tabla 4.4. Fragmento del primer Sprint Backlog.....	49
Tabla 4.5. Fragmento resultado del primer sprint review.	51
Tabla 4.6. Fragmento del segundo Sprint Backlog.	52
Tabla 4.7. Fragmento del resultado del segundo Sprint review.	54
Tabla 5.1. Adaptación del test CAPSOL.	64
Tabla 5.2. Fragmento del cuestionario.....	66
Tabla 5.3. Fragmento de la encuesta de motivación.....	67
Tabla 5.4. Fragmento de la encuesta de motivación para el grupo experimental.	70
Tabla 5.5. Preguntas de la encuesta realizada al grupo de control.	71
Tabla 5.6. Preguntas de la encuesta realizada al grupo experimental.....	71
Tabla 5.7. Descripción rangos de calificación del cuestionario.	72
Tabla 5.8. Clasificación de respuestas por grupo.	73
Tabla 5.9. Descripción rangos de calificación de la encuesta de motivación.	80
Tabla 5.10. Fragmento de lista de códigos.	85

Capítulo 1

Introducción

1.1. Planteamiento del problema

Los avances tecnológicos han dado paso a la integración de nuevas herramientas con el objetivo de obtener mejores resultados en el entorno en el que se desenvuelva, en este caso en el entorno educativo. Una de estas herramientas es la Realidad Aumentada (RA) que según [1] tiene un efecto positivo tanto en la motivación como en la capacidad de aprendizaje. Esta tecnología es usada actualmente en muchos campos de la educación, desde el apoyo a los docentes en sus clases magistrales hasta el desarrollo de simuladores usados en prácticas de laboratorio [2].

Numerosas aplicaciones han sido desarrolladas y aplicadas en la educación usando la Realidad Aumentada [3][4][5][6][7], las cuales concuerdan en que la integración de componentes tecnológicos como la Realidad Aumentada promueven el aprendizaje. Las experiencias con dicho componente han reportado impactos positivos sobre los estudiantes, entre los que se encuentran: mayor comprensión del contenido académico, retención de memoria a largo plazo y mejora en la colaboración y motivación [8]. Sin embargo, también se debe tener en cuenta las dificultades al implementar la Realidad Aumentada en el entorno escolar [5], ya que se ve limitada por varios factores como la credibilidad de los docentes o los recursos, tanto software como hardware, no adaptados para estas tecnologías [4].

Adicionalmente, en el ambiente escolar se ha hecho uso de herramientas, como los juegos educativos, que permiten que el proceso de enseñanza-aprendizaje se realice de forma lúdica. Los juegos educativos permiten que los estudiantes adquieran conocimiento a través de la actividad lúdica y pedagógica. Si bien el objetivo de un juego normalmente se centra en entretener, los juegos educativos añaden la instrucción de una habilidad que puede ser desde algo tan simple como escribir con mayor rapidez hasta algo complejo como simular acciones médicas. Los juegos educativos benefician a los estudiantes en general y a su vez tienen un mayor impacto en aquellos estudiantes que tienen dificultades con el aprendizaje basado en técnicas tradicionales.

El estudio realizado en [9] sostiene que para lograr un aprendizaje significativo se hace necesario incorporar este tipo de juegos en la actividad instruccional. Dichos juegos deben estar ligados a los objetivos de aprendizaje y de igual forma deben ser relevantes para contextos del mundo real. Además, el hecho de jugar debe ser entendido como un momento lúdico, con un valor pedagógico, que facilite al docente la implantación del recurso en el aula y permita a los estudiantes aprender y desarrollar diferentes tipos de habilidades y estrategias [10]. Por esto, en [11] se describen los beneficios que la Unión Europea reconoció sobre el correcto uso de videojuegos en diferentes áreas de formación, exponiendo que este tipo de herramientas permiten lograr altos niveles de motivación y aprendizaje. Sin embargo, existen muchos juegos que apoyan este proceso de aprendizaje haciendo uso de una experiencia monojugador, es decir la interacción se produce entre el usuario y el juego, limitando la posibilidad de interacción entre usuarios y restando las ventajas que esta relación social puede aportar.

Los juegos educativos con Realidad Aumentada pueden proveer múltiples beneficios al proceso de enseñanza-aprendizaje [12]. Sin embargo, en los estudios que se analizan a lo largo de este documento, se observa que la experiencia durante el uso de estos juegos está enfocada a un solo jugador a pesar de que en [8] se indica que las experiencias de Realidad Aumentada producen mejoras en la colaboración grupal. Por consiguiente, se evidencia la falta de investigación con respecto a la integración del aprendizaje social sobre un recurso real aumentado con información virtual de manera lúdica, es decir, juegos educativos multijugador con Realidad Aumentada.

Por lo anterior y para contribuir en la solución de los problemas observados, se planteó la presente propuesta de investigación, que se centra en el diseño y desarrollo de un prototipo de videojuego educativo multijugador con Realidad Aumentada, que instancie un método de co-creación el cual permita involucrar docentes en el desarrollo del juego, así mismo analizar los resultados en el proceso de aprendizaje haciendo uso del prototipo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente proyecto plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los efectos, en términos de motivación y aprendizaje, al combinar el enfoque multijugador y la Realidad Aumentada en un juego educativo?

1.2. Objetivo general

Diseñar y evaluar un prototipo de videojuego que integre la Realidad Aumentada y la mecánica multijugador construido bajo un método de co-creación, para el apoyo de un proceso de enseñanza-aprendizaje.

1.2.1. Objetivos específicos

1. Instanciar el método de co-creación para la construcción y evaluación de un juego con Realidad Aumentada multijugador para un estudio de caso.
2. Diseñar e implementar un prototipo de videojuego educativo multijugador con Realidad Aumentada, guiado por el método de co-creación con docentes para asistir el aprendizaje de los estudiantes.
3. Evaluar el prototipo diseñado en términos de motivación y aprendizaje adquirido, a través de un estudio de caso en la Institución Educativa la Cabaña ubicada en Timbío - Cauca.

1.3. Metodología

Para la ejecución del proyecto propuesto se usó de forma general la metodología de *“Investigación basada en diseño”* [13], la cual es una metodología que tiene como

objetivo mejorar las prácticas educativas a través del diseño, desarrollo e implementación de artefactos educativos. Esta metodología aborda tres etapas: Preparación del diseño, Implementación del experimento de diseño y Análisis retrospectivo. Para el desarrollo del prototipo se hará uso de la metodología Scrum [14]. Con respecto a la fase de validación se usará la integración sistemática de los métodos cuantitativos y cualitativos (Investigación de *métodos mixtos*) [15]. A continuación, se describen las etapas que constituyen la metodología de Investigación basada en diseño y su relación con Scrum y los métodos de evaluación.

a. Preparación del diseño

Esta etapa comienza con el planteamiento de los objetivos de investigación entre los investigadores y profesionales, como docentes y diseñadores. El docente es visto como un valioso colaborador en el establecimiento de preguntas de investigación y en la identificación de los problemas que merecen ser investigados. Así mismo, se definen las metas de aprendizaje, especificando detalladamente cuáles son los resultados de aprendizaje esperados al finalizar el proyecto. De igual forma, se debe examinar y describir la situación inicial del contexto en el que se implementará la solución creada. Lo anterior con el objetivo de controlar los avances hacia los objetivos planteados inicialmente. Entre los medios que apoyan el aprendizaje se incluyen actividades instructivas, los materiales o herramientas que se emplearán en la ejecución de las actividades y las normas sociales o culturales de la clase. Se debe tener en cuenta que en esta fase se hará la instanciación del método de co-creación incluyendo nuevas actividades.

b. Implementación del experimento de diseño

Durante esta etapa se realiza la implementación del diseño instructivo definido en la fase de "*preparación del diseño*". Iterativamente se van realizando ajustes, por medio de microciclos de diseño y análisis. Se aconseja llevar un registro detallado de los cambios en el diseño y las razones para aplicarlos, de la misma manera se considera necesario documentar los fracasos y revisiones tanto como los resultados generales del experimento. Esta etapa se mezcla con la metodología de desarrollo ágil Scrum [14] la cual especifica grupos de fases, en la que cada uno consiste en agrupaciones de actividades que se deben realizar. Las fases de Scrum son: *Antes del juego*, *Juego* y *Después del juego*.

Fase Antes del juego

Esta primera fase se centra en la planificación y la arquitectura. Con respecto a la planificación su propósito es establecer la visión del proyecto, sus expectativas y adquirir financiamiento. Después de la planificación, se realiza la arquitectura del sistema, en la cual se diseña la implementación de las tareas establecidas. Esta fase incluye modificaciones en la arquitectura y diseño de alto nivel.

Fase Juego

Esta fase también conocida como *fase de desarrollo*, es un ciclo iterativo en el cual se desarrolla la funcionalidad de la nueva versión del producto con respecto a variables de tiempo, requisitos, costo y competencia. Esta fase se compone a su vez de cuatro pasos: (i) Desarrollar (análisis, diseño y desarrollo), (ii) Cerrar paquetes, (iii) Revisar y (iv) Ajustar.

Fase Después del juego

Esta última fase consiste en preparar el lanzamiento de la versión definitiva del producto, incluyendo la integración, pruebas del sistema y la documentación final.

c. Análisis retrospectivo

En esta etapa final se lleva a cabo el análisis de los datos recolectados en las fases anteriores mediante ciclos iterativos. Durante el primer ciclo de análisis retrospectivo se analizan los datos cronológicamente. Se debe revisar que los objetivos planteados inicialmente se cumplan y realizar las contribuciones pertinentes de la investigación.

Adicional a las metodologías de Investigación basada en diseño y co-creación, se incluirá la metodología de “Investigación de métodos mixtos” con el objetivo de complementar la etapa de evaluación del producto educativo y analizar con más detalle sus resultados. La investigación de métodos mixtos es el tipo de investigación en la cual se busca combinar técnicas, métodos, enfoques, conceptos o lenguajes de investigación cualitativa y cuantitativa, con el objetivo de aprovechar las fortalezas de ambos tipos de indagación y minimizar sus debilidades [16][17]. Éstos pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales (“forma pura de los métodos mixtos”). Alternativamente, estos métodos pueden ser adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”) [15].

1.4. Productos

Los resultados obtenidos de la propuesta de trabajo de grado serán entregados de la siguiente manera:

1. Monografía, en la cual se expondrá el estado actual del conocimiento, el procedimiento que se llevó a cabo para desarrollar la solución propuesta y los resultados obtenidos.
2. Prototipo de juego educativo que integre la Realidad Aumentada y el enfoque multijugador que soporte el aprendizaje y la enseñanza en el aula.
3. Artículo de investigación que contenga los resultados de la investigación obtenida con la realización del proyecto.

1.5. Estructura del documento

Capítulo 1: Introducción. Este capítulo describe el planteamiento del problema, los objetivos, la metodología y la estructura del documento.

Capítulo 2: Marco teórico y Estado del arte. En este capítulo se realiza una descripción en detalle de las teorías y del estado actual del conocimiento que fundamentan la investigación y ejecución del proyecto.

Capítulo 3: Instanciación del método de co-creación. En este capítulo se describe detalladamente el proceso del método de co-creación instanciado para el diseño y desarrollo de un videojuego educativo multijugador con Realidad Aumentada.

Capítulo 4: Prototipo de videojuego educativo multijugador con Realidad Aumentada, guiado bajo el método de co-creación instanciado. En este capítulo se describe las actividades relacionadas con el diseño y desarrollo del prototipo.

Capítulo 5: Evaluación del prototipo. Este capítulo muestra los resultados obtenidos de acuerdo a la evaluación realizada teniendo en cuenta el método de evaluación elegido.

Capítulo 6: En este capítulo se describen los principales resultados y conclusiones obtenidas a partir del trabajo realizado en este proyecto, así como el trabajo futuro que puede desarrollarse a partir de esta investigación.

Capítulo 2

Marco teórico y estado del arte

2.1. Introducción

En los últimos años se ha observado un auge tecnológico causado por la implementación de nuevos componentes que abren las puertas a nuevas experiencias para sus usuarios, uno de ellos es la Realidad Aumentada (RA). La Realidad Aumentada permite una combinación de objetos virtuales y reales en un espacio compartido, con el objetivo de usar la tecnología de manera creativa y llamativa para el usuario [18].

Teniendo en cuenta el potencial observado en la Realidad Aumentada, se han realizado numerosas experiencias con dicha tecnología en el ámbito educativo con el objetivo de facilitar el proceso de aprendizaje. De la misma manera, se han explorado otros métodos para mejorar el aprendizaje como la interacción social, tanto de manera colaborativa como en competencia. Los resultados han indicado que tanto el aprendizaje como la motivación se ven afectados positivamente [19][20].

Por lo anterior, el presente proyecto propone la combinación del componente de Realidad Aumentada con la interacción social, específicamente la competencia, con el fin de obtener un aumento significativo en el aprendizaje y la motivación.

En el presente capítulo se abordan los conceptos de Realidad Aumentada, enfoque multijugador enmarcado hacia la competencia y el método de co-creación que se utilizó para el desarrollo del proyecto, al igual que los trabajos o proyectos relacionados con estos temas, de los cuales se realiza una breve descripción centrada en los aspectos más relevantes para el presente proyecto.

2.2. Marco teórico

Para cumplir con el objetivo planteado anteriormente se identificaron tres conceptos claves en el uso de componentes y métodos utilizados en este proyecto, los cuales son: Realidad Aumentada, enfoque multijugador o interacción social competitiva y el método Co-CreARGBL.

2.2.1. Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada, también conocida como RA, está definida por Azuma en [18] como una combinación de objetos virtuales y objetos reales que coexisten en un mismo espacio. La Realidad Aumentada atrae con mayor fuerza el interés de sus usuarios debido a sus animaciones 3D y la mezcla entre ambientes físicos y virtuales [21]. En la actualidad es considerada como una de las 10 tecnologías más importantes desde el 2008 [22]. La Realidad Aumentada está clasificada según [23] en dos tipos: (i) basada en marcadores y (ii) RA sin marcadores.

El primer tipo de Realidad Aumentada realiza el reconocimiento de imágenes u objetos 3D. Los marcadores más comunes son los “coded-image”, los cuales son similares a un código QR y están pre-establecidos por los kits de desarrollo de software de RA. Sin embargo, es posible configurar el reconocimiento de marcadores personalizados y objetos 3D. El presente proyecto ocupó este tipo de Realidad Aumentada haciendo uso de marcadores personalizados basados en imágenes y VuMarks.

El segundo tipo de Realidad Aumentada se basa en el reconocimiento de la posición geográfica por medio de la conexión Wifi o GPS. En este tipo de RA se registran objetos aumentados sobre posiciones globales y se exhiben, a menudo, en un mapa. Un ejemplo particular es la aplicación móvil Street View de Google.

De acuerdo con [7] los sistemas de RA resultan muy eficaces para proporcionar información específica a los usuarios que desarrollan múltiples tareas al mismo tiempo. Los investigadores de [24] indican que el uso de la RA en el aula de clases proporciona mayor motivación para los estudiantes y crea posibilidades de aprendizaje colaborativo alrededor de contenidos virtuales en entornos no tradicionales.

Así mismo, según estudios y experiencias realizadas se ha demostrado que la Realidad Aumentada tiene un efecto positivo en la capacidad de aprendizaje [1]. Otras de las ventajas obtenidas por el uso de la RA son: (i) Realización de experimentos o prácticas que no pueden ser realizadas por el alto costo de los equipos o productos, (ii) El espacio físico y (iii) La realización de experimentos físicos peligrosos, debido a que mediante la RA se elimina ese riesgo gracias a la simulación que permite.

Dados sus efectos positivos, esta tecnología ha sido incluida en el campo de la educación con el propósito de atraer la atención de los estudiantes y simplificar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los tópicos académicos. Hasta la fecha existen múltiples aplicaciones educativas que hacen uso de la Realidad Aumentada, estas son algunas aplicaciones educativas para dispositivos móviles: (i) Construct 3D: juego RA diseñado para el aprendizaje de geometría y matemáticas, (ii) RA: juego para la enseñanza de la ciencia en básica primaria y (iii) Cuetaya: Juego con RA cuyo objetivo es fortalecer los procesos de apropiación de la cultura indígena Nasa [25].

2.2.2. Enfoque multijugador

La interacción social en la mecánica de un juego está dirigida hacia diferentes enfoques entre los cuales se encuentran la competencia y la colaboración, sin embargo, para este proyecto se tuvo en cuenta únicamente la interacción social competitiva por sus características y beneficios.

La competencia se ha definido como un proceso social que ocurre cuando las personas son recompensadas sobre la base de cómo su rendimiento se compara con el de otros que realizan la misma tarea o que participan en el mismo evento [26], por lo que los competidores desarrollan una ambición por ganar aprovechando sus habilidades para hacer un mejor desempeño que los demás.

Desde el campo educativo, la competencia proporciona mayor motivación en sus jugadores ya que de acuerdo con [20] los competidores se esfuerzan por adquirir conocimientos de forma rápida para obtener ventaja sobre su oponente y a la misma vez la competencia estimula su compromiso y persistencia en la actividad de aprendizaje [27].

La competencia implica un proceso de comparación, durante el cual los participantes son contrastados entre sí. Estas comparaciones influyen en la actitud y confianza de los jugadores para obtener el éxito [28], asimismo se observa que la competencia tiene un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes y su motivación durante el juego.

Sin embargo, en [29] se identifica como desventaja del enfoque multijugador la disociación que se da entre la competencia y las actividades de aprendizaje, además de la carga cognitiva que el estudiante debe manejar [20]. Lo anterior trae como consecuencia que los estudiantes se centren en la competencia y no en el conocimiento que se puede adquirir por medio del videojuego, lo cual indica que la mecánica multijugador debe ser aplicada cuidadosamente en entornos educativos.

2.2.3. Método de co-creación Co-CreARGBL

El método de co-creación implica el desarrollo de un producto educativo con un equipo multidisciplinario que integre especialmente a docentes que estén relacionados con el grupo objetivo al que va enfocado el prototipo. Este método garantiza que en el desarrollo del prototipo se tenga en cuenta las experiencias y apreciaciones que los docentes aportan, obteniendo un producto que se adapte al comportamiento y necesidades del estudiante.

El método Co-CreARGBL definido por Tobar [30], es un método para co-diseñar experiencias de aprendizaje basado en juegos con Realidad Aumentada, en el cual se ven involucrados los siguientes roles: (i) Líderes, (ii) Diseñadores, (iii) Docentes, (iv) Desarrolladores, (v) Investigadores y (vi) Estudiantes. En la tabla 2.1 se describen los roles definidos por el método.

Asimismo, este método consta de 3 fases: (i) Entrenamiento, (ii) Diseño iterativo y (iii) Evaluación. En la figura 2.1 se visualiza el esquema del método y sus fases. A continuación, se describen las fases que componen el método Co-CreARGBL.

Rol	Descripción
Líderes	Su función es liderar el proceso y mantener los contactos necesarios tanto con los docentes como con los colegios involucrados. Los líderes controlan el cumplimiento de las actividades durante el proyecto con el propósito de garantizar la calidad del producto final.
Diseñadores	Su papel es el de un profesional en Diseño de Juegos y/o Realidad Aumentada. Su función principal es la de apoyar y corregir las ideas y artefactos propuestos por los docentes (documentos, mecánica, etc.). Adicionalmente, los diseñadores junto con los docentes crean un documento de diseño de juego. Así mismo este rol busca un balance para obtener una experiencia de usuario completa.
Docentes	Son los encargados de definir los objetivos de aprendizaje que se implementarán en el videojuego, así como las principales mecánicas.
Desarrolladores	Su función es la de construir el producto final, en este caso el videojuego educativo, basado en las especificaciones realizadas por los docentes.
Investigadores	Su función es la de proponer el diseño de la investigación asociado al proceso de Co-Diseño.
Estudiantes	Los estudiantes son los usuarios finales, por lo que se debe tener en cuenta sus sugerencias con respecto a lo que les gustaría ver en el producto final.

Tabla 2.1. Roles del método Co-CreARGBL.

Fases y actividades

i. Entrenamiento

En esta etapa los líderes, diseñadores y/o investigadores toman el rol de instructores para presentar al docente los conceptos de RA y GBL, buscando que entiendan sus potencialidades y beneficios. Se tienen dos actividades para cada uno de los conceptos abarcados por el método, además es necesario que se involucren dispositivos actuales y ejemplos de aplicaciones con RA, así como juegos para aprendizaje. Durante la primera actividad los instructores presentan a los docentes los conceptos de RA aplicada en el aprendizaje. Es importante que experimenten la RA

por ellos mismos, de esta forma se pueden transmitir las ventajas y usos en el aprendizaje. De la misma manera, se guía a los docentes en los principios del Co-Diseño y se muestra la aplicación de diferentes tipos de RA en juegos. Para la segunda actividad, es útil que los docentes se conviertan en jugadores y sean libres de jugar en sesiones de entrenamiento, para que identifiquen ventajas y usos de los juegos en el aprendizaje, la elección de frameworks y modelos.

ii. Diseño iterativo

Los docentes, diseñadores y desarrolladores, apoyados por los líderes, trabajan iterativamente para descubrir el producto final. Las ideas principales las propone el docente, los desarrolladores se encargan de incorporar los cambios para que el juego sea construido. Esta fase está compuesta por cuatro actividades: (i) *especificación*: los docentes identifican y seleccionan el objetivo de aprendizaje al que apuntarán con el uso del juego con RA, el resultado es un documento que indique el objetivo de aprendizaje del juego y los materiales de aprendizaje que serán utilizados; (ii) *análisis*: los docentes y diseñadores analizan los objetivos y materiales de aprendizaje, para llegar a una idea de juego ARGBL, el resultado de esta actividad es un documento con la idea principal del juego; (iii) *diseño*: docentes, diseñadores y desarrolladores trabajan para definir los elementos del juego como las mecánicas, interfaces y contenido, mientras los diseñadores y docentes establecen los elementos reales del juego, las acciones y reglas. Se realiza una lluvia de ideas y se crean prototipos en papel mientras los diseñadores transforman esas ideas en términos de elementos digitales. Se propone la principal interacción de RA y la forma en que será útil para el juego y la actividad de aprendizaje. Las mecánicas de juego se concretan en uno o más documentos de diseño que alimentarán el desarrollo del juego; (iv) *desarrollo*: incluye toda la actividad de desarrollo de software, diseñadores y docentes verifican periódicamente los prototipos digitales. Los desarrolladores eligen el motor, arquitectura y tecnologías para desarrollar el juego.

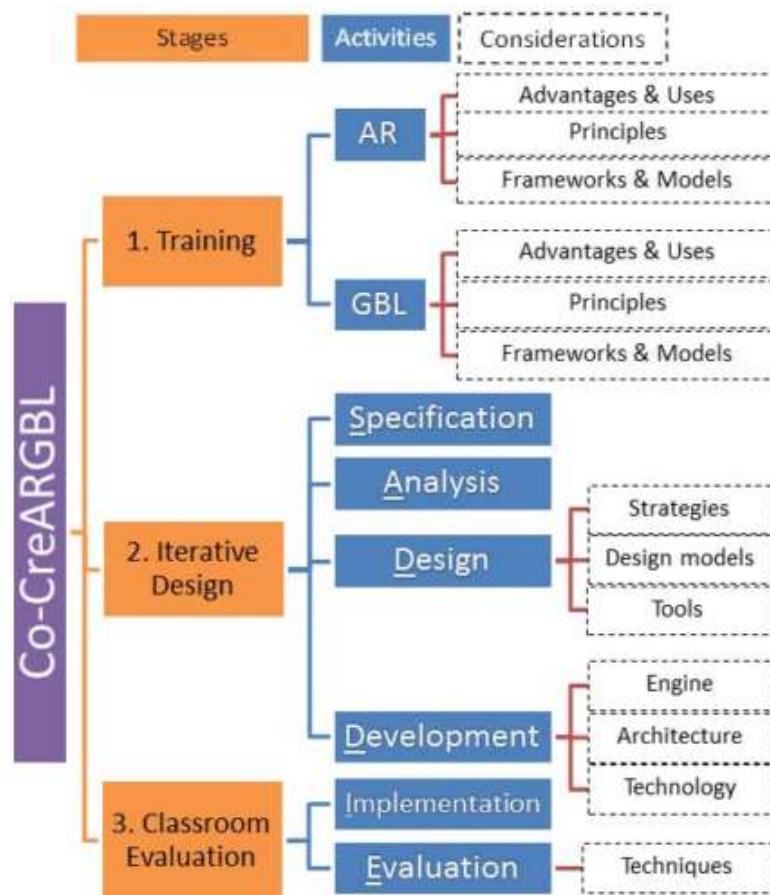


Figura 2.1. Método Co-CreARGBL.

Fuente: Tomado de Tobar-Muñoz [31].

iii. Evaluación en el aula de clases

El producto creado en las anteriores etapas es evaluado en aulas de clase con los estudiantes. Para esta etapa se definen dos actividades: (i) *implementación*: se realiza el despliegue del producto en el ambiente de aprendizaje, líderes y diseñadores preparan los dispositivos y los elementos físicos (tabletas, marcadores, etc.) para ser usados con el juego. Los docentes planifican una actividad de aprendizaje para contextualizar la sesión de juego; (ii) *evaluación*: aunque la metodología no define un método de evaluación formal, sugiere realizar observaciones sobre la actividad de aprendizaje y de juego. Los resultados obtenidos en dichas observaciones deben informar acerca del rendimiento general del juego, la actitud de los jugadores frente al juego y los problemas técnicos registrados en la actividad.

2.3. Estado del arte

Las tecnologías emergentes han sido desarrolladas con múltiples fines, muchas de ellas son adaptadas para tener un impacto positivo en la educación. Una de estas tecnologías es la Realidad Aumentada la cual ha sido bien recibida en este campo. En [32] se presenta que *“El proceso de combinar datos virtuales con datos del mundo real puede proporcionar a los usuarios acceso a contenido multimedia bueno y significativo que es relevante contextualmente y puede ser fácil e inmediatamente asimilado”*, lo cual expone las ventajas que brinda el uso de la Realidad Aumentada. Según [33], en los contextos educativos la Realidad Aumentada provoca un incremento en el interés y el entendimiento del estudiante, posicionándolo como un receptor activo que interactúa a través de la Realidad Aumentada para obtener más información y facilitar la instrucción de contenidos educativos, a diferencia de las clases magistrales en donde el estudiante es un receptor pasivo que está limitado a recibir todo el contenido educativo y en donde algunos temas resultan más difíciles de instruir. Lo anterior permite afirmar que la inclusión de estas tecnologías en el sector educativo trae múltiples ventajas, así como también algunos desafíos. Es de vital importancia mantener la motivación del usuario al usar las aplicaciones de Realidad Aumentada. Aunque esta tecnología resulta muy atractiva para los estudiantes, según [34] se hace necesario incluir algunos elementos como la inmersión emocional, narrativa y héroes o avatares, con el objetivo de incrementar la motivación del estudiante y mantener el aprendizaje adquirido. Estos elementos junto con la Realidad Aumentada y con una mayor interacción entre los estudiantes pueden incidir en varios aspectos motivacionales y educativos, tal y como se menciona en [8].

Con el objetivo de incrementar la motivación de los estudiantes en los videojuegos educativos desarrollados, se ha tenido en cuenta algunas características de juego como la competencia, la colaboración, el desafío y la incertidumbre, entre otros. En [28] se resalta que *“la competencia tiene un gran impacto en el rendimiento de los estudiantes, la confianza, e incluso las actitudes”*. El interés por obtener la victoria es la dinámica que se desarrolla en los videojuegos multijugador, la cual se ha intentado implementar en los videojuegos educativos para lograr que la experiencia del jugador no sea monótona. Sin embargo, el uso de la competencia también puede tener efectos negativos. En [28] se atribuye lo anterior a que *“(…) la competencia implica un proceso de comparación, durante el cual los participantes son comparados entre sí. Estas*

comparaciones pueden afectar la confianza, las actitudes y la creencia en el éxito de los estudiantes". En contraste en [29] se identifica como desventaja del modo multijugador, la disociación que se da entre la competencia y las actividades de aprendizaje. Lo anterior trae como consecuencia que los estudiantes se enfoquen en la competencia y no en el conocimiento que se puede adquirir en el videojuego, lo cual indica que la mecánica multijugador debe ser aplicada cuidadosamente en entornos educativos.

Si bien, la Realidad Aumentada provoca una inmersión del usuario en un ambiente en donde se mezclan objetos reales y virtuales es necesario también tener una interacción social. En [35] se exponen las ventajas que tiene la RA en el aprendizaje colaborativo haciendo referencia a que *"(...) los diferentes roles en el juego tienen diferentes perspectivas y diferentes piezas del rompecabezas. Esto los anima a colaborar, lo que conlleva hacia otras formas de colaboración y discusión, mientras tratan de resolver el problema en cuestión."* [35], lo que da lugar a las ventajas de la inclusión de la Realidad Aumentada en juegos educativos multijugador.

A continuación, se exponen varias experiencias relacionadas con la Realidad Aumentada, así como también con el enfoque multijugador para corroborar el impacto y la importancia que tienen estos componentes en la educación. De igual manera, es importante identificar las propuestas y soluciones planteadas por otros autores y las conclusiones que se obtienen a través de sus investigaciones y estudios, sean o no empíricos.

2.3.1. Experiencias de uso de aplicaciones con Realidad Aumentada para la educación

Actualmente existen muchas aplicaciones enfocadas a la educación que usan como tecnología la Realidad Aumentada. Varios estudios exponen experiencias de Realidad Aumentada evaluadas en distintos dispositivos como tabletas, PC y smartphones [35][36][37]. Estos estudios también analizan el efecto de varios tipos de Realidad Aumentada sobre la educación, como por ejemplo la Realidad Aumentada basada en geolocalización (mediante el uso del GPS y reconocimiento de lugares mediante fotos) o basada en marcadores (es decir el reconocimiento de patrones en 2D y 3D). Algunos de estos estudios concluyen que el uso del PC brinda a los usuarios mayor comodidad. Sin embargo, el uso del móvil permite una mayor portabilidad y libertad en los

estudiantes; en particular se observan ventajas en usar pocos marcadores porque ello disminuye la carga cognitiva. Un ejemplo de ello es el presentado en [36], en el cual se analiza una aplicación llamada AR-SEE, basada en la enseñanza del diseño arquitectónico y su relación con la energía solar. La aplicación hace uso de marcadores con los cuales se realizan distintas configuraciones y esto se refleja en diferentes diseños arquitectónicos. Los autores de AR-SEE realizaron un estudio comparando su uso en PC y en móviles, concluyendo que la combinación entre hardware y software debe ser acertada para brindar al estudiante una experiencia cómoda que no reste interés y motivación al usarla.

De acuerdo a los estudios encontrados en el estado del arte se observa que las aplicaciones basadas en Realidad Aumentada son creadas normalmente por un grupo reducido de desarrolladores y diseñadores, en ese sentido se observa la falta de participación de docentes que apoyen este proceso de diseño [38]. Esta falta de participación reduce en gran medida los aportes desde el punto de vista de la experiencia del docente. Algunos estudios [39][30][40] coinciden en que los docentes deben hacer parte del proceso de co-creación de las aplicaciones con Realidad Aumentada, de esta manera se pueden obtener mejores ideas en las mecánicas que se deben incluir y en el comportamiento y las preferencias de los estudiantes. De forma particular, se encuentra en [5] el uso de la co-creación en el desarrollo de una aplicación con Realidad Aumentada que apoya el proceso de mantenimiento a la pintura de un carro (Paint-cAR). El grupo designado para el desarrollo de Paint-cAR se conforma por docentes, desarrolladores de software y diseñadores gráficos. El estudio de los autores de Paint-cAR mostró con la participación de los profesores que ésta favorece la integración del contenido educativo en la aplicación de Realidad Aumentada. Aunque las pruebas realizadas en estudiantes fueron escasas, se logró evidenciar que hubo un incremento en el interés de los profesores por usar la aplicación.

La Realidad Aumentada también es usada como herramienta de apoyo para el docente en la elaboración y exposición de contenido educativo. Dicha herramienta mantiene el interés del estudiante debido a que se recibe la información de manera atractiva y didáctica, en comparación con la forma tradicional. Lo anterior se ve reflejado en algunos estudios, como en [41] y en particular en [5], que, mediante el desarrollo de un programa científico marino con Realidad Aumentada, los docentes tienen la capacidad de elegir y configurar el contenido educativo. Lo que se resalta en esta

experiencia es el control que los docentes siguen teniendo de sus clases, al poder elegir y configurar el contenido a presentar. De la misma manera, se resalta que mostrar a los estudiantes el contenido con Realidad Aumentada en la pantalla, previene posibles distracciones con dispositivos móviles. De lo anterior se puede concluir que la Realidad Aumentada puede ser usada como una estrategia para incrementar la atención en las clases magistrales.

Otra de las experiencias relacionadas con la Realidad Aumentada se encuentra en [3] en donde se ve la importancia de los juguetes en la mejora de la imaginación de los niños y la manera en que afecta su comportamiento. Por esta razón se desarrollan los juguetes mágicos educativos (EMT por sus siglas en inglés) con Realidad Aumentada que incluye puzzles, flash cards y match cards. EMT incluye historias con animaciones, objetos 3D y animaciones flash. El objetivo del estudio es revelar las opiniones de los profesores y los niños sobre EMT para determinar los patrones de comportamiento de los niños, sus logros cognitivos y la relación entre ellos mientras juegan EMT. El estudio revela que a profesores y niños les gusta EMT. Además, se observa que los niños juegan interactivamente pero no tienen alto rendimiento cognitivo, esto se debe a que solamente observan la herramienta multimedia y que la indagación por parte de los estudiantes fue escasa. Este estudio proporciona una nueva aplicación con Realidad Aumentada que cubre la brecha en el campo de la tecnología educativa.

Otra experiencia para resaltar se describe en [4], estudio que propone ARAVET (Aplicación de Realidad Aumentada en el Campo de la Formación Profesional) en el cual se escogen tres campos diferentes para la implementación de Realidad Aumentada. Con el fin de demostrar las ventajas de su uso, en primer lugar, se elige la industria textil y se implementa la tecnología Realidad Aumentada en el modelo de aprendizaje de una máquina de coser. En segundo lugar, se hace uso de la Realidad Aumentada en la enseñanza de la electrónica, se simula el funcionamiento de un diodo con corriente eléctrica. De igual forma se presenta el interior del diodo en el que se puede ver el flujo de electrones por lo que los estudiantes aprecian este concepto de una manera diferente a las que presenta un libro. En tercer lugar, se implementa la Realidad Aumentada en el campo de la informática para el aprendizaje de conceptos lógicos. Los resultados se obtienen a través de encuestas, los cuales apuntan a que cuando se usa la Realidad Aumentada los estudiantes comprenden el contenido mucho más fácil y rápido que cuando usan técnicas de aprendizaje tradicionales. Uno de los grandes problemas que identifica esta experiencia es el hardware con que se

cuenta actualmente que limita el desarrollo de las experiencias en Realidad Aumentada. Este estudio resalta que la Realidad Aumentada es una tecnología que realmente podría mejorar la comprensión del material educativo, especialmente en aquellos campos donde es importante entender los procesos en detalle.

Del mismo modo, el estudio hecho en [42] presenta un framework llamado COMPASS el cual se utiliza para analizar actividades de Realidad Aumentada. Se presenta el framework COMPASS para discutir la tendencia en los nuevos medios que integra factores mentales, físicos, sociales y espaciales. En relación con las aplicaciones basadas en las tabletas, los niños comprenden fácilmente que necesitan mantener el dispositivo constantemente enfocado al marcador para ver la información virtual. En los casos en que se pierde el rastreo, aprenden rápidamente cómo manejarlo sosteniendo firmemente la tableta hacia el marcador y moviéndola cuidadosamente. Los usuarios no tienen problemas con el manejo de la aplicación, probablemente porque no necesitan mantener la tableta estable durante mucho tiempo. Se evidencian algunos problemas como la inestabilidad de seguimiento que aumenta la actividad física requerida. Si bien se puede apreciar una experiencia de Realidad Aumentada enfocada en actividades físicas, es necesario tener en cuenta el constante movimiento que se puede presentar en los usuarios de la aplicación y que se ve reflejada en el rastreo de los marcadores.

Por otro lado, [43] realiza un análisis más específico con respecto a la implementación de la Realidad Aumentada en juegos educativos, ya que muestra los resultados de una revisión de la literatura en torno a las experiencias y aplicaciones dirigidas al aprendizaje basado en juego con Realidad Aumentada (ARGBL). En este estudio se clasifican los trabajos de acuerdo al tipo de RA, métodos de seguimiento, campo educativo y método de diseño. Los resultados obtenidos indicaron que desde el punto de vista de la técnica de seguimiento la mayoría de las aplicaciones están basadas en imágenes, es decir basadas en marcadores y en el reconocimiento de imágenes. Por otro lado, los resultados revelaron que el público al que se dirige las aplicaciones ARGBL es bastante amplio, desde Educación Primaria hasta Educación Superior, además se identificó que el campo de estudio al que más se han enfocado las aplicaciones es la Ciencia. Por último, desde el punto de vista del método de diseño, los resultados indicaron que la mayoría de las aplicaciones fueron creadas por desarrolladores y diseñadores, dejando a un lado el aporte del docente. De la misma manera es necesaria más investigación sobre la eficiencia en la unión de la Realidad

Aumentada y el aprendizaje basado en juegos. Finalmente, el estudio sugiere que se debe encontrar métodos y directrices para incluir al docente en el proceso de diseño de aplicaciones ARGBL para obtener mejores resultados en el aprendizaje. El estudio de Tobar-Muñoz [43] muestra que el ARGBL es viable para ser aplicado en distintas áreas y públicos objetivos, lo que da paso a la oportunidad de crear experiencias para beneficiar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Así mismo, el estudio muestra la importancia del aporte del docente en la creación de videojuegos educativos, lo que da una guía para el proceso de desarrollo de futuras aplicaciones.

Por último, una experiencia importante para este proyecto es la descrita en [31], la cual se basa en un videojuego educativo con RA llamado “*Una aventura por el Cauca*” (UAPEC) cuyo objetivo de aprendizaje es identificar las riquezas (geográficas, turísticas, ecológicas e históricas) del departamento del Cauca. Durante el juego el participante desempeña el papel de un guía turístico que debe conducir a unos visitantes alienígenas a sus destinos deseados, por lo cual el estudiante deberá conocer las características de los municipios del Cauca. Este videojuego se construyó bajo el método Co-CreARGBL en el cual se involucró tanto a docentes como diseñadores para la creación de una experiencia para el aula. Los resultados indicaron que, en cuanto a la motivación, los estudiantes prefieren aprender por medio de un videojuego que de la manera tradicional. Asimismo, en cuanto al aprendizaje los resultados mostraron una ganancia en la evaluación formativa que se realizó después del juego, en comparación con la evaluación de diagnóstico que se realizó antes. Sin embargo, se observaron algunas falencias en UAPEC que se relacionaban con la ergonomía, la cantidad de texto, la interacción social, la cantidad y reconocimiento de marcadores los cuales generaban frustración sobre el estudiante.

2.3.2. Experiencias multijugador en los videojuegos educativos

Actualmente, el concepto de videojuego no solo se ve enfocado al entretenimiento ya que se ha comprobado su potencial en otras áreas como el aprendizaje. Los juegos y videojuegos que involucran a dos o más participantes se conocen como juegos multijugador, los cuales pueden ser incluidos como herramientas de apoyo en el aprendizaje. Se ha analizado uno de los elementos de diseño de los ambientes de juegos serios, la competencia. Los resultados han mostrado que la competencia en los juegos mejora el aprendizaje y la motivación de los participantes. Un ejemplo de lo

anterior se puede observar en [44], donde se desarrolló un juego en el que se enseñan conceptos de modelado de bases de datos y además se desarrollaron dos versiones: una versión multijugador y una en solitario, para llevar a cabo el análisis de los efectos de la competencia en el aprendizaje. Los participantes que experimentaron la competencia dedicaron más tiempo a responder las preguntas en el juego que los del grupo de control. Los resultados mostraron que entre más tiempo se dedicaba a responder las preguntas, más precisión se observaba en el juego. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el tiempo total de lectura total de las explicaciones y la precisión en el juego. Lo cual indica que la motivación no está significativamente relacionada con el tiempo que los jugadores les dedican a las lecturas, sino que la motivación está relacionada con la precisión en el desarrollo del juego.

A pesar que los juegos educativos se han utilizado para beneficiar el aprendizaje de los estudiantes, no se ha realizado la suficiente investigación sobre la influencia de los juegos educativos impulsados por la competencia en el comportamiento de los estudiantes [29]. El mecanismo de la competencia sustitutiva, en la cual cada estudiante controla un personaje al que debe mejorar sus habilidades y mantenerlo en buen estado para ganar la competencia, involucra las dimensiones de aprendizaje y juego, logrando efectos positivos en la percepción de los estudiantes. El objetivo de la competencia sustitutiva es facilitar las ganancias cognitivas de los estudiantes asistiendo a la interacción social con otros estudiantes. Sin embargo, su impacto sobre la motivación y el rendimiento de los estudiantes no está muy claro. Por consiguiente, algunas investigaciones se han centrado en analizar el comportamiento de los estudiantes bajo la influencia de un juego educativo impulsado por la competencia. Como ejemplo de dichas investigaciones se menciona la experiencia soportada en [29], donde se utilizó como herramienta el sistema Pet-Master para capturar dichos comportamientos. Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes pasaron un promedio de 41,4 minutos (72%) en la parte de competencia y 16,6 minutos (28%) en la parte de aprendizaje. También se observó que inicialmente el aspecto de la competencia atrae la atención de los estudiantes debido al deseo de ganar. Sin embargo, después de un tiempo los estudiantes se dieron cuenta que para obtener una victoria segura debían mejorar a sus personajes, lo cual involucra las actividades de aprendizaje del juego. El estudio concluye que no está claro si la disociación entre el elemento competitivo y el elemento de aprendizaje afectaría la efectividad de los juegos educativos. Lo anterior debido a que el estudiante podría distraerse del objetivo de aprendizaje si solo tiene en cuenta la competencia como único objetivo.

Otro ejemplo de investigación que relaciona el efecto de la competencia sustitutiva en el rendimiento de los estudiantes es [45], la cual desarrolló el sistema Edu-Pet, en el cual cada estudiante aprende con una mascota virtual llamada My-Pet y la usa como un sustituto para competir contra otros. Los resultados de este estudio mostraron que la existencia de personajes simulados por computador hizo que los estudiantes disfrutaran el juego y que el manejo de personajes competitivos hizo que los estudiantes percibieran metas claras, más desafíos y una mayor motivación. En cuanto al rendimiento del aprendizaje, la existencia de los personajes competitivos mostró un efecto significativo en el rendimiento de aprendizaje de los estudiantes jóvenes. El estudio concluye que el diseño de los personajes simulados podría beneficiar a los estudiantes a través de características internas y representación externa contribuyendo a un aumento en la motivación y en el rendimiento de aprendizaje.

Muchos estudios han concluido que la competencia es un factor importante en el proceso de aprendizaje de los estudiantes [19][45]. Sin embargo, la competencia también puede traer consigo efectos negativos ya que expone al jugador a situaciones de frustración, además de la sobrecarga cognitiva que puede generar en el estudiante a causa del estrés por la competencia. Por esta razón, se debe tener en cuenta el balance entre motivación y carga cognitiva que se puede presentar en el jugador a razón de la competencia. Una de las experiencias que se enfatiza en el análisis de la competencia social en relación con la carga cognitiva, el compromiso, el interés y el aprendizaje es [20]. Dicha investigación utilizó un juego basado en Minecraft con el objetivo de aprender programación. Los resultados indicaron que la variación del grupo y la competencia afectaron la carga cognitiva, el compromiso, el interés, el aprendizaje y la eficiencia de la enseñanza. La carga cognitiva aumentó sobre todo en las condiciones de grupos más grandes, ya que los jugadores debían lidiar con información adicional. Por otro lado, se observó que el juego en solitario fue más eficiente en términos de proceso de instrucción, debido a que la competencia genera en los estudiantes el impulso motivacional para terminar el juego en el menor tiempo posible dejando a un lado el contenido de aprendizaje. Como conclusión se puede identificar que durante las sesiones de competencia social los estudiantes tienen mayor motivación por adquirir el conocimiento que sea útil para la competencia, sin embargo, se observó un aumento en la carga cognitiva debido a factores como el tamaño del grupo.

Con el objetivo de promover el aprendizaje competitivo se han propuesto diferentes mecanismos entre ellos la auto competencia, en el que los estudiantes compiten contra sí mismos, y la competencia social en donde se busca que los jugadores interactúen al competir [28]. Además, dado que el nivel de habilidad de los estudiantes a menudo desempeña un papel importante en la competencia, también se debe tener en cuenta en el proceso de aprendizaje. Un ejemplo de investigación es [28], en el que se relacionan mecanismos de competencia con el nivel de habilidad de los estudiantes. Dicho estudio investiga las preferencias de elección de los estudiantes y la motivación para la competencia social y la auto-competencia. Los resultados mostraron que los estudiantes de habilidad baja prefieren la competencia social debido a que ellos consideran la competencia como una actividad de juego, por lo tanto, el estrés es mínimo. Por otro lado, los estudiantes de habilidad media enfatizaron el aspecto interactivo en las actividades competitivas, mostraron preferencias tanto para la competencia social como para la auto competencia, pero se observó un mayor estrés ya que para ellos no se trataba solo de diversión. Por último, los estudiantes de habilidad alta mostraron las mismas preferencias que los de habilidad media con la diferencia de que los de habilidad alta se enfatizaron en el aspecto de rendimiento de las actividades de aprendizaje competitivo. El estudio concluyó que el diseño de las actividades de aprendizaje competitivo puede ser mejorado teniendo en cuenta las preferencias de los estudiantes y sus capacidades para lograr un proceso de aprendizaje más eficiente.

A nivel general se concluye que el enfoque multijugador proporciona mayor interacción entre los jugadores, así como una mayor motivación causada por el interés de obtener la victoria en la competencia. En consecuencia, los jugadores muestran un incremento del rendimiento en el aprendizaje. Sin embargo, se identificaron algunos efectos negativos y falencias en la implementación del modo multijugador en los videojuegos educativos.

Capítulo 3

Instanciación de un método de co-creación para crear un videojuego multijugador con Realidad Aumentada para el aprendizaje

El diseño y desarrollo de un videojuego, que apoye el proceso de enseñanza-aprendizaje en las instituciones educativas, tiende a ser realizado por un grupo de profesionales afines a la informática y al diseño dejando de lado el conocimiento que los docentes pueden aportar en este proceso. Por esta razón, los juegos que se obtienen pueden no ser efectivos en la enseñanza y el aprendizaje de los alumnos, ya que no van de acuerdo con los objetivos académicos.

Algunos estudios se han centrado en buscar la manera de vincular al docente en el diseño y desarrollo de videojuegos educativos [46][47][48][49], con el objetivo de obtener un producto que apoye y mejore el proceso de enseñanza. Sin embargo, los estudios analizados [46][47][50] para este proyecto sobre métodos de co-creación se han centrado únicamente en el desarrollo de videojuegos educativos en general. Además, según la investigación realizada por Tobar en 2016 [30] los estudios realizados solamente proporcionan principios y recomendaciones sobre cómo integrar al docente, mas no establecen un método que guie el proceso.

Debido a que el presente proyecto se centra en la influencia de la Realidad Aumentada y la mecánica multijugador en la educación, se eligió el método llamado Co-CreARGBL [30] debido a que este método se fundamenta en la co-creación de juegos con Realidad Aumentada con fines educativos, cuyo principal objetivo es la participación de profesores en la creación del juego. De esta manera se logra disminuir la carga del docente debido a la construcción de software, y al mismo tiempo permitir a los diseñadores vincularse con los contextos educativos.

La influencia de los docentes en el proceso de diseño y desarrollo del videojuego educativo ayuda a que el prototipo desarrollado tenga en cuenta la experiencia que los docentes aportan al estar inmersos en el ambiente escolar. De igual forma, la estructura del método es fácil de abordar y fomenta la cooperación en el equipo de trabajo para obtener un producto final que apoye la enseñanza y cumpla las expectativas de todos.

En el presente capítulo se describe el desarrollo de las etapas y actividades del método de co-creación Co-CreARGBL instanciado para este proyecto. De igual manera se mostrarán los resultados obtenidos por cada etapa.

3.1. Instanciación del método

Para el diseño y desarrollo del videojuego se siguieron las tres etapas definidas por el método Co-CreARGBL: (i) Entrenamiento, (ii) Diseño iterativo y (iii) Evaluación. En este capítulo se describe en profundidad la primera y segunda etapa del método, la etapa de evaluación se profundiza en el siguiente capítulo.

Para llevar a cabo la instanciación del método de co-creación se realizaron algunas modificaciones a la estructura original del método Co-CreARGBL. Estas modificaciones se realizaron en la etapa de Entrenamiento, en la que se agregó una nueva actividad llamada *MP* (Multijugador) con el objetivo de conocer los usos y ventajas de la interacción social en juegos. Asimismo, durante la etapa de Diseño iterativo se tuvo en consideración durante sus actividades (Especificación, Análisis y Diseño) lo relacionado con la interacción social con el objetivo de construir los elementos del juego en dirección al enfoque multijugador. En la figura 3.1 se visualiza la estructura del método Co-CreARGBL instanciado teniendo en cuenta lo descrito anteriormente.

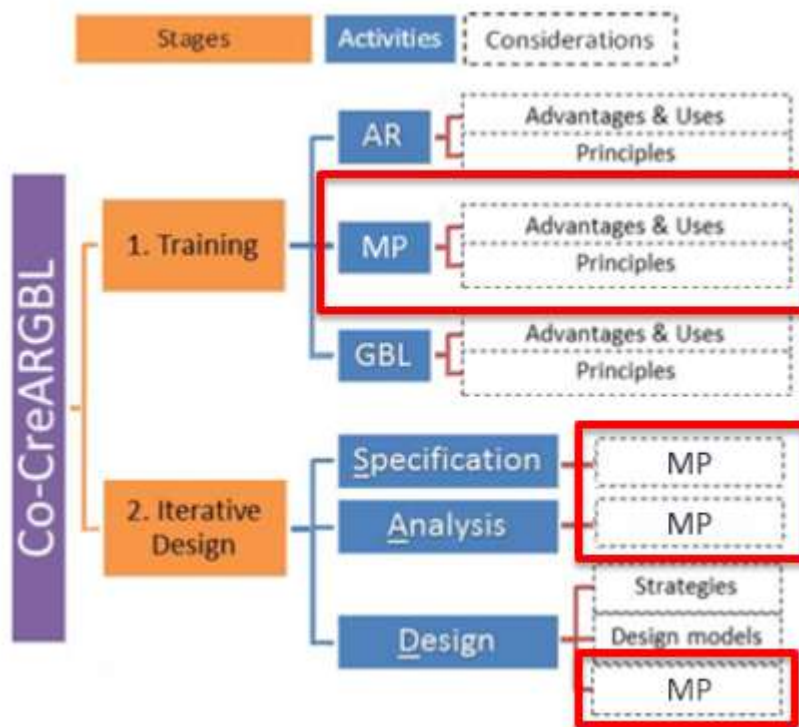


Figura 3.1. Método Co-CreARGBL instanciado

De acuerdo con la metodología Co-CreARGBL, el equipo de trabajo se conformó como se indica en la tabla 3.1.

Rol	Nombre
Líderes	Carolina González, Hendrys Tobar
Desarrolladores	Andrea Ortiz, Cristian Vitery Claudia Ortega, Leonardo Bravo
Representante de docentes	Socorro Hurtado
Diseñadores	Andrea Ortiz, Cristian Vitery
Investigadores	Andrea Ortiz, Cristian Vitery

Tabla 3.1. Asignación de roles con respecto al método Co-CreARGBL

3.1.1. Entrenamiento

Esta fase define dos actividades las cuales están dirigidas a los docentes. La primera actividad se realiza con el objetivo de informar a los docentes sobre el uso y las ventajas de la Realidad Aumentada, el aprendizaje basado en juegos y la interacción social. Esta actividad consistió en una clase magistral en la que se definieron conceptos como la Realidad Aumentada, la interacción social, el aprendizaje basado en juegos y las diferentes ventajas de estos componentes sobre la educación.

En la segunda actividad los docentes interactuaron con varios videojuegos y aplicaciones educativas con Realidad Aumentada desde el punto de vista de un jugador, dando paso a la realimentación y el reconocimiento de los beneficios que conlleva el uso de videojuegos en el aula de clase.

Asimismo, el equipo de trabajo realizó varias sesiones de juegos con el objetivo de reconocer diferentes mecánicas que podrían ser incluidas en el prototipo desarrollado para este proyecto teniendo en cuenta la Realidad Aumentada y la interacción social.

3.1.2. Diseño iterativo

Una vez terminada la fase de entrenamiento, todo el equipo de trabajo aportó sus opiniones para construir en conjunto la idea principal del juego. Los docentes propusieron las ideas principales del juego incluyendo el objetivo de aprendizaje, así mismo los diseñadores incluyeron bocetos, mockups e ideas iniciales del componente gráfico y finalmente los desarrolladores iniciaron el proceso de construcción del prototipo. Lo anterior se realiza de forma iterativa y bajo las actividades que se describen a continuación.

Especificación

Como una actividad inicial adicional, se realizó una evaluación preliminar con el videojuego llamado “*Una aventura por el Cauca*” (UAPEC) [31] con el fin de identificar problemas claves en la aplicación de la Realidad Aumentada en un aula de clase. El videojuego se llevó a las aulas del Smart School en el Parque informático Carlos Albán de la ciudad de Popayán y fue probado por un grupo de niños. Se realizaron varias encuestas y observaciones al comportamiento de los niños durante la actividad de juego. Después de analizar los datos recolectados, se determinó que existía una fuerte

relación entre el dispositivo y el estudiante, pero se dejaba de lado la interacción social a lo largo del juego. En las siguientes figuras se puede observar que, aunque los niños estaban entretenidos con la Realidad Aumentada, no compartían la experiencia con su compañero.



Figura 3.2. Experiencia UAPEC evidenciando la interacción con la tableta.



Figura 3.3. Experiencia UAPEC evidenciando la ausencia de interacción social.

Teniendo en cuenta los problemas identificados en la experiencia descrita anteriormente y la realizada en [31], la representante de los docentes sugirió las posibles brechas para el punto de partida del presente proyecto, las cuales se pueden observar en la tabla 3.2.

Brecha	Descripción
Interacción social	La interacción entre los estudiantes se debe considerar como un componente importante dentro del juego ya que provee un mayor interés y una mayor motivación en el estudiante.
Contenido educativo	El contenido que se debe considerar en el juego deberá estar relacionado con las ciencias sociales específicamente con los principales recursos que se producen en los departamentos de Colombia.
Elementos tecnológicos	Los elementos tecnológicos que se requieran usar en la aplicación no deben presentar errores de renderización y enfoque que cause confusión y frustración al estudiante.
Elementos físicos	Contar con el mínimo de elementos físicos para evitar la sobrecarga de información.

Tabla 3.2. Descripción de brechas identificadas por docentes.

Durante la fase de especificación, la docente involucrada en el proceso, propuso que los objetivos de aprendizaje fueran una ampliación del contenido educativo que se había manejado en la anterior experiencia, esto con el propósito de adecuar dicho contenido al estructurado para estudiantes de sexto grado. Los docentes sugirieron que en este proyecto el contenido educativo estuviera guiado hacia la ubicación de los recursos producidos en los departamentos de Colombia.

Los objetivos de aprendizaje acordados con la docente representante y los materiales que fueron utilizados durante la actividad de juego son mostrados en la tabla 3.3 y 3.4 respectivamente.

Objetivo de aprendizaje	Obligatorio	Observaciones
Aprendizaje de los recursos producidos en los departamentos de Colombia	SI	Se espera que un estudiante asocie la mayoría de los recursos con su departamento de producción.

Objetivo de aprendizaje	Obligatorio	Observaciones
Aprendizaje de la información relacionada con los departamentos de Colombia	NO	Se espera que el estudiante lea la información y la relacione con los recursos del departamento.
Aprendizaje de las capitales de los departamentos de Colombia	NO	Se proporcionará las capitales de los departamentos al ver su información, sin embargo, no se espera que estos datos sean aprendidos.
Aprendizaje de las regiones de Colombia	SI	Se proporcionará los nombres de las regiones de Colombia tanto en el mapa físico como en el juego. Se considera un objetivo secundario.

Tabla 3.3. Objetivos de aprendizaje del videojuego educativo.

Elemento	Descripción
Tableta	Dispositivo electrónico que despliega todo el contenido del juego digital.
Mapa físico (marcador de imagen)	Marcador de imagen que proporciona al estudiante información general de Colombia, como la división regional y política.
Marcador de ubicación (VuMark)	Marcador de imagen que detecta la ubicación del jugador y permite desplazarse sobre el mapa.
Mazo de cartas (marcadores de imagen)	Conjunto de marcadores de imagen que alteran el comportamiento del juego, dando ventajas o desventajas a los jugadores.

Tabla 3.4. Materiales de aprendizaje del videojuego educativo.

Análisis

Durante la etapa de análisis el equipo de trabajo eligió la idea principal del juego, la cual se compone de historia, mecánicas, personajes y una actividad instruccional que guiará la actividad de juego. Todo lo anterior bajo un proceso iterativo en donde se refina y mejora la idea en cada iteración. El método Co-CreARGBL proporciona una serie de plantillas que acompañan esta etapa de análisis, la figura 3.4 muestra la plantilla que se utilizó para identificar el objetivo de aprendizaje al usar el juego con Realidad Aumentada como recurso educativo. En el anexo A se muestra la plantilla diligenciada por los docentes.

1b. Empatizar con el Estudiante

Estéticas	Jugador	Contexto	Dinámica
<ul style="list-style-type: none">• Aquí definimos qué buscará el estudiante en el JRA que le permitirá alcanzar el Objetivo de Aprendizaje:<ul style="list-style-type: none">• Descubrir• Escuchar Historias• Coleccionar	<ul style="list-style-type: none">• Aquí respondemos ¿Quién es nuestro jugador? Caracterizamos al estudiante lo más detalladamente posible.	<ul style="list-style-type: none">• ¿Cuál es el contexto que vive el estudiante día a día? El contexto se refiere a su entorno, su lenguaje, su forma de ser, sus gustos, sus necesidades, deseos, miedos, etc.	<ul style="list-style-type: none">• ¿Qué experiencia queremos que el estudiante viva cuando juegue el JRA?

Figura 3.4. Plantilla diligenciada durante la actividad de Análisis

Fuente: Adaptado de Tobar-Muñoz [31].

Para la ideación del videojuego se tuvo en cuenta las mecánicas propuestas por los docentes de acuerdo a los resultados obtenidos en el uso del videojuego antecedente UAPEC [31]. Se realizó una lluvia de ideas en donde participó todo el equipo de trabajo, de este proceso surgieron tres ideas de videojuegos que involucraron tanto la Realidad Aumentada como la mecánica multijugador.

En la figura 3.5 se muestra la plantilla por medio de la cual el equipo de trabajo propuso tres ideas de juego teniendo en cuenta los siguientes criterios de creación y selección: (i) cumplir con el objetivo de aprendizaje, (ii) facilitar la jugabilidad (no necesariamente

simple) y (iii) abarcar notablemente la RA y el enfoque multijugador. La plantilla diligenciada puede consultarse en el anexo B.

Lluvia de ideas

Se planteó la siguiente estructura para identificar la idea principal del juego:

- Objetivo:** Qué se espera lograr con el juego.
- Condición de victoria:** Qué debe suceder para que el jugador gane.
- Condición de fin:** Qué debe suceder para que el juego termine.
- Formas de obtener victoria:** Cuál(es) son las distintas formas de ganar en el juego.
- Obstáculos:** Formas de interrumpir el avance del jugador.
- Recursos:** Elementos que el jugador dispone para avanzar en la partida.
- Mecánicas de juego:** Es la estructura de reglas definidas con la intención de producir una experiencia de juego.
- Satisfacción intelectual:** Qué elementos tiene el juego que alimentan el intelecto del jugador.
- Satisfacción emocional:** Qué elementos tiene el juego que provoca alguna emoción en el jugador.

Figura 3.5. Plantilla para la actividad “Lluvia de ideas”.

Fuente: Adaptado de Tobar-Muñoz [31].

Posteriormente, el conjunto de ideas fue clasificadas en 4 grupos: arte, tecnología, mecánicas e historia. Para esto el método Co-CreARGBL propone la plantilla mostrada en la figura 3.6.

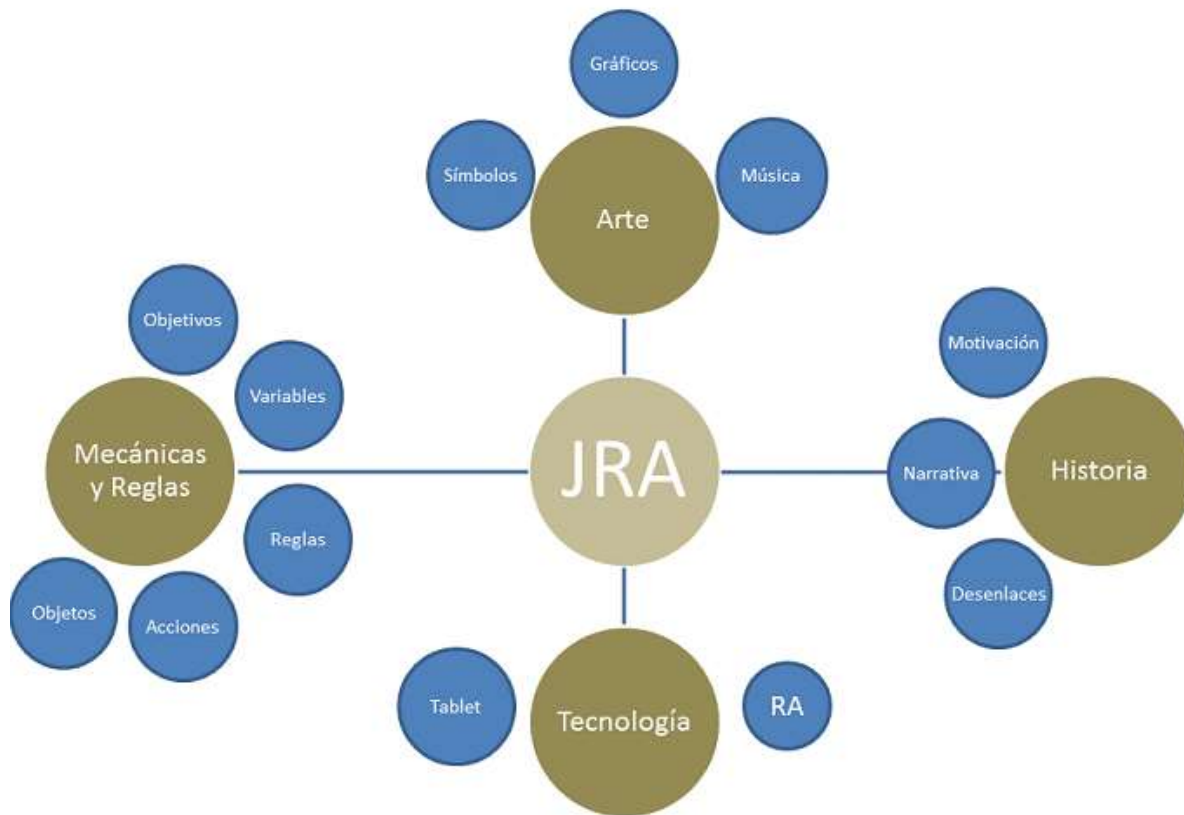


Figura 3.6. Plantilla para clasificación de ideas.

Fuente: Adaptado de Tobar-Muñoz [31].

Finalmente, se realizó un proceso de refinamiento que dio paso a la elección de una propuesta de acuerdo a los criterios acordados permitiendo la definición de la idea principal del videojuego, descripción general, reglas, mecánicas y elementos principales. El resultado de esta actividad puede ser consultado en el anexo C.

Diseño

Esta actividad estuvo centrada en la definición de los elementos que componen el juego tales como interfaces, reglas, personajes, entorno y mecánicas. Todo lo anterior se condensó en los siguientes documentos: (i) Diseño de interfaz y personajes, (ii) Concepto de alto nivel, (iii) Flujo de juego, acciones y eventos, y (iv) Reglas de juego. Estos documentos corresponden a los anexos C,D,E,F respectivamente. En la figura 3.7 se observa el diagrama de flujo del juego de forma compacta, en el cual se expone el flujo del juego durante el desafío final.

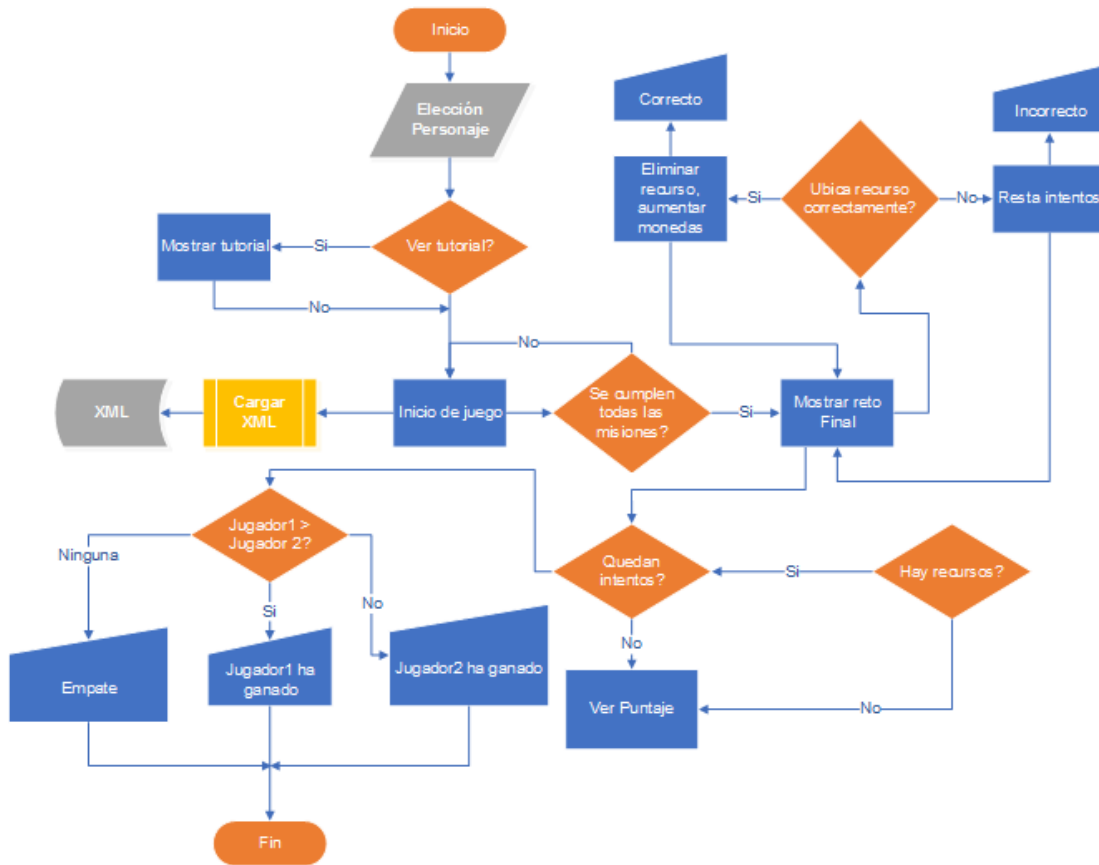


Figura 3.7. Diagrama de flujo compacto.

Desarrollo

Para el desarrollo del videojuego se propuso usar la metodología ágil Scrum [14] la cual permite la creación de prototipos en tiempos muy cortos elaborando entregas parciales y regulares del producto final.

La metodología Scrum define las siguientes fases: (i) Pre-juego (Pregame), (ii) Juego (Game) y por último (iii) Post-juego (Postgame), en las cuales inicialmente se realiza la planeación y la arquitectura del sistema que se desarrollará durante la fase de Juego. Como tareas se consideraron el desarrollo de los sistemas de movimiento, exploración, recolección de recursos y sincronización de datos, entre otras. Todas las tareas definidas para el presente proyecto se trabajaron durante dos iteraciones o sprints. Al finalizar el tiempo definido para dichas iteraciones se entregó el prototipo

final, con una mínima cantidad de correcciones. En las figuras 3.8 y 3.9 se puede observar el gráfico de trabajo pendiente (Burn down chart) del primer y segundo sprint al momento de su finalización. Se puede observar en el primer sprint que la estimación de horas de trabajo fue aproximada a la cantidad de horas ocupadas y que las tareas con sus respectivas actividades se realizaron con éxito, exceptuando unas pocas que se culminaron en el segundo sprint. De la misma manera, en el segundo sprint la estimación de tiempo fue aproximada para las primeras tareas, sin embargo, se identificó un sobreuso de horas de trabajo para ciertas tareas que quedaron pendientes para su término. En los siguientes días se culminaron las tareas de desarrollo y las de diseño gráfico. El desarrollo de las fases y los artefactos obtenidos se describen en el capítulo 4 de este documento.

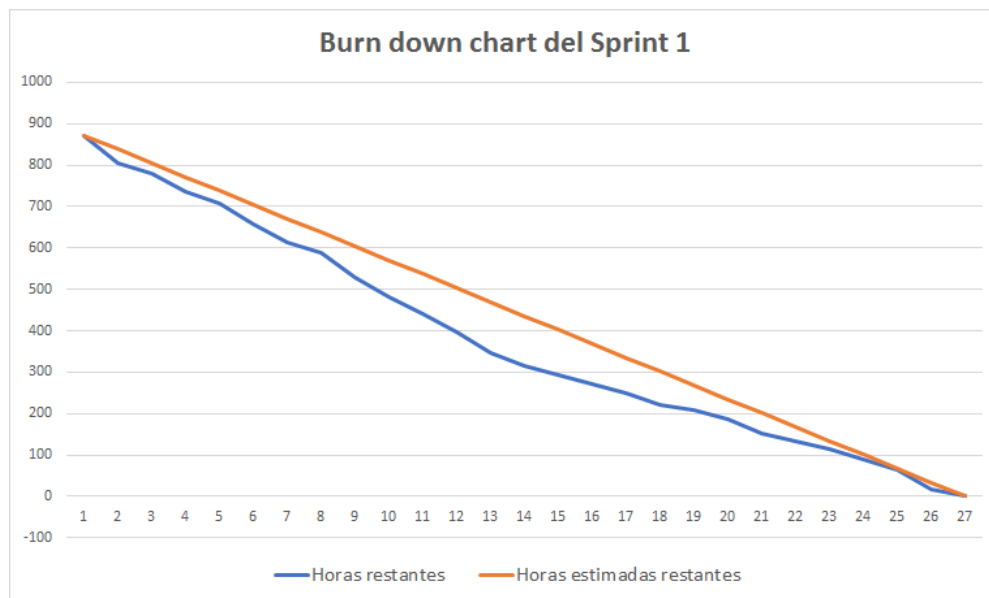


Figura 3.8. Gráfica del trabajo pendiente al finalizar el primer sprint.



Figura 3.9. Gráfica del trabajo pendiente al finalizar el segundo sprint.

3.1.3. Evaluación

La fase de evaluación en el aula de clase aborda una actividad de implementación en la cual se realiza el despliegue del prototipo en el ambiente escolar con la muestra de niños elegidos. Debido a que el videojuego educativo desarrollado en este proyecto es una herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, la docente planificó una actividad de aprendizaje que contextualiza la sesión de juego y prepara a los estudiantes para recibir el contenido educativo. La actividad de aprendizaje puede consultarse en el anexo X. El método Co-CreARGBL no especifica ningún mecanismo para realizar la evaluación del prototipo desarrollado durante este proyecto y se deja a consideración del equipo de trabajo la elección del método de evaluación más apropiado. Por lo cual, para la evaluación del prototipo se eligió la metodología de *Métodos mixtos* [15] debido a que reúne las ventajas del enfoque cualitativo y cuantitativo con el fin de obtener un análisis más completo. La recolección y el análisis de los datos se describen con mayor detalle en el capítulo 5 de este documento.

3.2. Conclusión

A lo largo de este capítulo se ha descrito detalladamente el proceso que sigue el método de co-creación de un videojuego con Realidad Aumentada para el aprendizaje (Co-CreARGBL) instanciado para este proyecto. Asimismo, se han abordado cada una de sus fases, exponiendo los resultados y evidencias obtenidas. Iniciando en la fase de entrenamiento en donde se instruyó a los docentes sobre la Realidad Aumentada y el aprendizaje basado en juegos, permitiéndoles identificar las ventajas que conlleva incluir la Realidad Aumentada en sus clases. Además, se integró una nueva actividad relacionada con la interacción social que permitió conocer los usos y ventajas de la interacción social en los videojuegos. La fase de diseño iterativo se centró en la especificación, análisis, diseño y desarrollo del videojuego educativo multijugador con Realidad Aumentada, bajo los parámetros del método de Co-CreARGBL y de la metodología de desarrollo Scrum. La última fase estuvo relacionada con la evaluación en el aula de clase, en la que se eligió aplicar la metodología de Métodos Mixtos.

Gracias a la instanciación del método de co-creación realizada en este capítulo, se reconocieron y sintetizaron una serie de lineamientos bajo los cuales se pueden diseñar y desarrollar videojuegos educativos con Realidad Aumentada para proyectos con características similares al descrito en este documento. El proceso llevado a cabo en este capítulo puede ser utilizado como una guía para futuros proyectos, ya que se expone cómo y en qué momento abordar todas las actividades del método de co-creación, así como los resultados obtenidos de cada una.

Los siguientes capítulos se centrarán en las fases de desarrollo y evaluación profundizando en las metodologías usadas y los resultados obtenidos.

Capítulo 4

Prototipo de videojuego multijugador con realidad aumentada, soportado bajo el método Co-CreARGBL

Teniendo en cuenta las ventajas que conlleva el uso de la Realidad Aumentada y el enfoque multijugador en videojuegos educativos, se decidió desarrollar un prototipo de videojuego multijugador educativo con Realidad Aumentada que soporte el proceso de enseñanza y aprendizaje. Este capítulo describe la actividad de desarrollo de acuerdo con el método de co-creación instanciado en el capítulo anterior.

El prototipo de videojuego desarrollado permite al estudiante identificar los departamentos de Colombia y los recursos que se producen en cada uno, e incentivar la motivación mediante el uso de la mecánica multijugador y la Realidad Aumentada. Este prototipo es una herramienta de apoyo a la enseñanza en Ciencias Sociales ya que se permite usar con la actividad instruccional diseñada por los docentes.

El desarrollo del prototipo se realiza bajo el marco de desarrollo ágil Scrum [14], el cual define las siguientes fases: (i) Pre-juego (Pregame), (ii) Juego (Game) y por último (iii) Post-juego (Postgame).

De acuerdo a lo definido por Scrum y en relación a la metodología Co-CreARGBL, se identificaron y especificaron los siguientes roles: (i) Scrum Master (Líderes): es el responsable de llevar el proceso Scrum, asegurándose de que se utilice correctamente y maximice sus beneficios, (ii) Product Owner (Docentes): es el responsable del Product Backlog (crear, priorizar y mantener), además, describe las características requeridas al equipo y verifica los resultados de trabajo, y (iii) Scrum Team (Desarrolladores y diseñadores): Un grupo multifuncional de personas responsables de entregar versiones incrementales del producto al final de cada sprint.

A continuación, se describe el proceso y los resultados obtenidos de cada una de las fases de la metodología Scrum que se utilizó para el desarrollo del prototipo del presente proyecto.

4.1. Fases de Scrum

4.1.1. Pre-juego

En esta fase se realizó el proceso de planificación en donde se identificaron los requerimientos del product owner y se condensaron en un documento llamado Product Backlog, asimismo se acordó la duración de los sprints y los artefactos que se obtuvieron de cada actividad. Por otro lado, se definió la arquitectura del sistema y se elaboró el diseño de alto nivel del prototipo.

- Product Backlog

El product Backlog es un artefacto de Scrum, el cual contiene una lista ordenada de requerimientos que el producto debe contener. Los requerimientos se escriben en forma de historia de usuario y son priorizados por el Product Owner.

A partir de las fases anteriores del método Co-CreARGBL, se procede a construir el Product Backlog, el cual contiene la lista de requisitos funcionales y no funcionales que debe contener el prototipo una vez terminado. En la tabla 4.1 se muestra los requisitos principales del prototipo organizados de acuerdo al costo y la importancia para el cliente. Esta estimación de costo tiene varias formas de definirse, pero para este proyecto se utilizó la técnica denominada Planning Poker la cual por medio de un consenso asigna un número de la serie de Fibonacci que corresponde a la complejidad de cada historia de usuario. El product backlog completo se puede consultar en el anexo G.

ID	Título	Descripción	Prioridad	Estimación	Responsable	# S
TE-6	Gestión de sistema de sincronización	Se desea llevar a cabo la gestión de los datos que deben ser compartidos y sincronizados entre los dos jugadores.	ALTA	20	Andrea Ortiz/Cristian Vitery	S2
TE-17	Gestión de elementos gráficos	Se desea gestionar la creación de personajes, recursos y demás elementos gráficos con el objetivo de generar mayor atractivo visual en el juego.	ALTA	20	Claudia Solarte/Leonardo Bravo	S2
TE-5	Gestión de sistema de misiones	Se desea gestionar las misiones correspondientes a cada jurado y que cada jugador pueda acceder a ellas de manera simultánea.	ALTA	13	Andrea Ortiz	S2
TE-14	Gestión de sistema del desafío	Se desea gestionar el despliegue de recursos a ubicar en el mapa de Colombia, así como los intentos disponibles y la puntuación final.	ALTA	13	Andrea Ortiz/Cristian Vitery	S2
TE-22	Gestión del manejo de Realidad Aumentada	Se desea gestionar que los elementos físicos se visualicen como elementos "aumentados" desde la tableta.	ALTA	13	Andrea Ortiz/Cristian Vitery	S1
TE-10	Gestión de manejo de archivos XML	Se desea optimizar el ingreso de datos al juego, tales como información sobre los departamentos, los recursos que producen y las misiones disponibles.	MEDIA	8	Cristian Vitery	S2

Tabla 4.1. Fragmento del Product Backlog ordenado por estimación.

- Historias de Usuario

Una historia de usuario es una representación de un requerimiento, contenida en el Product Backlog, escrita utilizando el lenguaje común del usuario. Estas historias de usuario permiten al equipo gestionar rápidamente los requisitos del proyecto, conocer responsables, prioridad, riesgo, etc. En la tabla 4.2 se observa una historia de usuario que describe la necesidad de manejar la sincronización de datos para integrar en el juego un enfoque multijugador. Todas las historias de usuario pueden ser consultadas en el anexo H.

Historia de Usuario	
Número: 2	Usuario: Sistema
Nombre historia: Sincronizar datos	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alto
Puntos estimados: 20	Iteración asignada: 2
Programador responsable: Andrea Marcela Ortiz y Cristian Andres Vitery	
Descripción: Como sistema se desea actualizar y monitorear los cambios realizados por cada jugador, ya que algunos de estos cambios deben ser visibles para el oponente.	
Observaciones: La sincronización debe ser simultánea.	

Tabla 4.2. Historia de usuario “Sincronizar datos”.

- Arquitectura de Software

Para el desarrollo del prototipo se hizo uso de la arquitectura MVC (Modelo, Vista, Controlador) que separa los datos de la lógica de negocio y la interfaz del usuario. La capa de Modelo se encarga de agrupar toda la información con la que el prototipo opera, esta capa envía a la capa de Vista la información que se solicita para que ser

mostrada. Estas peticiones llegan a la capa de Modelo gracias a la capa Controlador, la cual responde a eventos normalmente de la capa de Vista. La capa Controlador actúa como intermediario entre la capa de Vista y la capa Modelo. Por último, la capa de Vista se encarga de mostrar la capa Modelo de forma en la que pueda ser interpretada fácilmente por los usuarios.

- Arquitectura del sistema

El término “sistema” hace referencia al prototipo que se desarrolló para este proyecto. Con el objetivo de esclarecer la idea principal del juego y asegurar el cumplimiento de los requisitos establecidos, se realizó la descripción de los principales componentes de la aplicación y la manera en la cual ellos interactúan. En esta sección se describe la arquitectura, los principales componentes del prototipo y la manera en la cual ellos interactúan.

1. Modelos Arquitectónicos

En esta actividad se escogió las tecnologías y los elementos en los cuales se basó el desarrollo de la aplicación. El prototipo se construyó sobre el motor de videojuegos Unity [51], bajo la versión 5.4.2f2, para sistemas operativos Android 4.1 o superiores, adaptado para tabletas de 10”. El desarrollo se realizó bajo el lenguaje de programación C# y el código fue alojado en BitBucket [52].

Para el desarrollo de la parte multijugador del prototipo se hizo uso del API de scripting de alto nivel que incluye Unity llamada HLAPI [53], la cual permite tener acceso a los comandos necesarios para los requerimientos de un juego multijugador sin preocuparse por los detalles de bajo nivel. En la figura 4.1 se visualiza las capas que constituyen HLAPI y que le agregan funcionalidades como el control del estado de red, la administración de servidor y clientes, la serialización de datos, la sincronización de estados, la escritura y envío de mensajes de red, la realización de llamados a procedimientos remotos, entre otras.

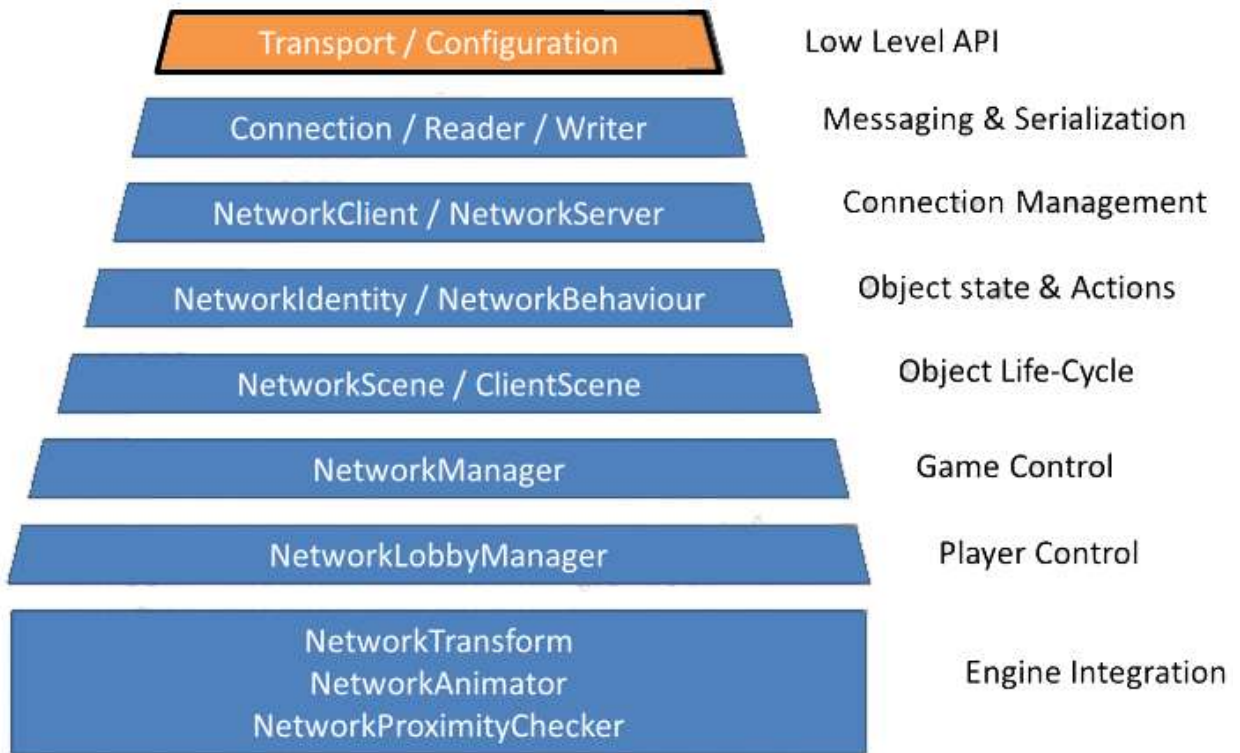


Figura 4.1. Capas de HLAPI.

Fuente: Adaptado de Unity [53]

El sistema de red que maneja Unity se compone de un servidor y múltiples clientes, en el que el servidor desempeña el papel de cliente a la vez, a lo que se le conoce como “anfitrión (Host)”. Debido a que este proyecto se basa en un juego para dos jugadores, solo se manejó un anfitrión y un cliente. En la figura 4.2 se visualiza el sistema de red de Unity adaptado para este proyecto.

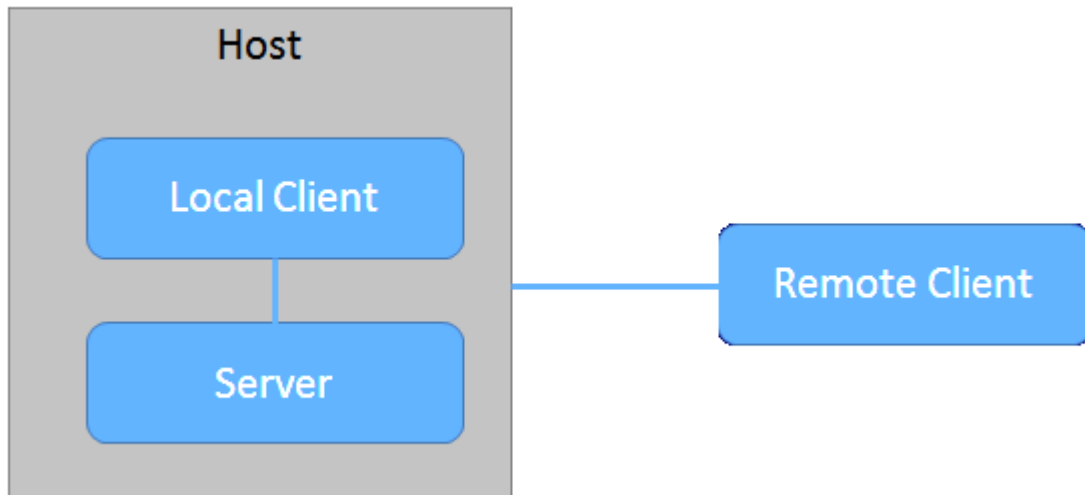


Figura 4.2. Sistema de red Unity adaptado.

Fuente: Adaptado de Unity[54].

Por otro lado, se escogió Vuforia [55] como Framework de Realidad Aumentada, ya que cuenta con múltiples características que facilitan el reconocimiento de imágenes y objetos. Vuforia permite realizar el reconocimiento de imágenes y tiene sus propios marcadores llamados VuMarks [56], los cuales son diseñados por los mismos desarrolladores y posteriormente incluidos en el proyecto para su reconocimiento. Así mismo, Unity y Vuforia establecieron una asociación adaptando sus productos para mejorar la compatibilidad entre ellos.

Por último, en relación a la gestión del prototipo y de acuerdo a Scrum, se eligió Taiga [57] como plataforma de gestión de proyectos ágiles. Esta plataforma se integra totalmente con Scrum permitiendo establecer sprints, roles, tareas, y demás características que define la metodología.

2. Componentes e interfaces

Se establece el diagrama de componentes para determinar los elementos principales del prototipo y su interacción entre ellos. En la figura 4.3 se observan los principales componentes que se han determinado para el prototipo como el *Sistema de Realidad Aumentada* que está conectado directamente a la interfaz del juego, o el *Sistema de conexión* que ofrece una interfaz de sincronización (representada en la figura como un

cuadrado) la cual es usada por algunos sistemas, como el *Sistema de Movimiento*, permitiendo que los jugadores vean la posición del oponente.

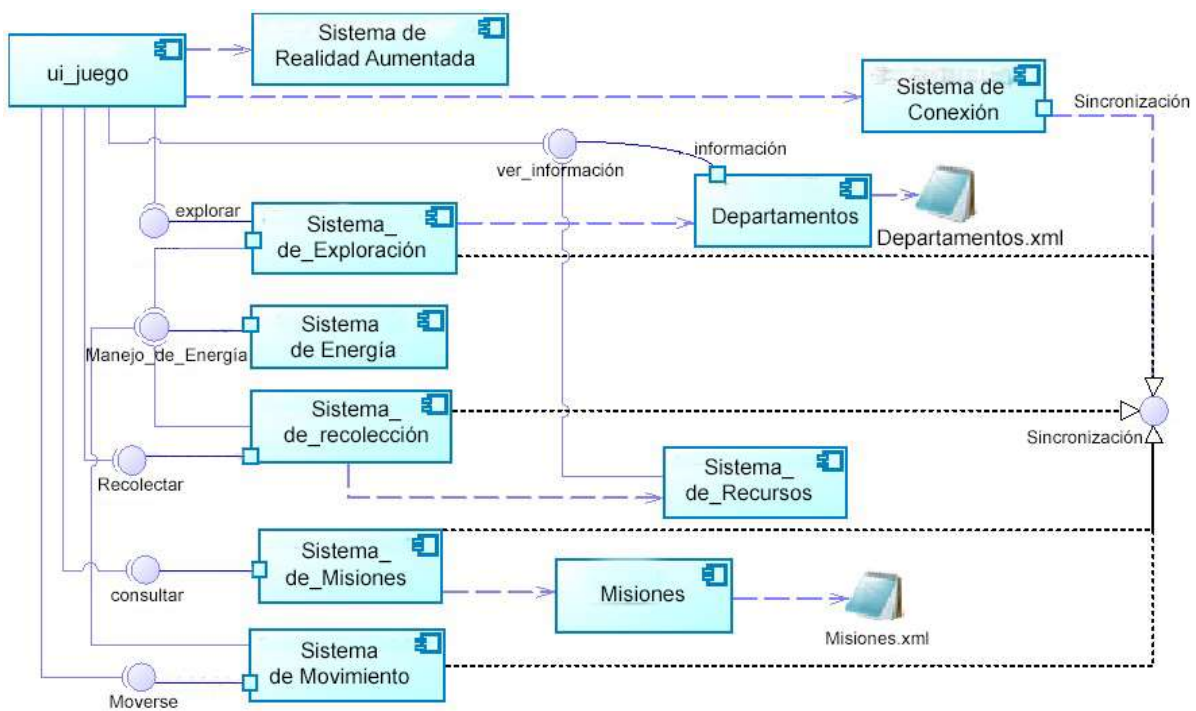


Figura 4.3. Diagrama de Componentes del prototipo.

3. Interacción de componentes

Se identificaron los principales casos de uso para mostrar el modo en el cual los componentes del sistema logran el objetivo propuesto por medio de la colaboración entre ellos y los usuarios. En la figura 4.4 se puede observar el diagrama de un conjunto de casos de uso que representa las acciones principales que el jugador puede realizar en el videojuego (moverse, explorar departamento, recolectar recurso y gestionar inventario). Un jugador inicia el caso de uso *Moverse* indicando al sistema el departamento de destino, mientras que el sistema por su parte inicia el caso de uso *Gestionar energía* el cual se encarga de disminuir al jugador la cantidad de energía dependiendo de la distancia recorrida. En caso de que el jugador desee explorar el departamento en el que se encuentre, el jugador inicia el caso de uso *Explorar departamento* mientras que el sistema inicia el caso de uso *Gestionar energía* con el fin de disminuir la energía correspondiente a la acción solicitada. Una vez explorado el departamento, el jugador tiene la opción de recolectar uno o más recursos por lo que el caso de uso *Recolectar recurso* es una extensión de *Explorar departamento*. De la

misma manera, un jugador puede iniciar el caso de uso *Recolectar recurso* cuando le indica al sistema el recurso que desea recolectar, por lo que el sistema inicia el caso de uso *Gestionar energía* para disminuir la energía correspondiente. Una vez recolectado, el recurso se almacena en el inventario del jugador, por lo que si el jugador desea ver o descartar algún recurso debe iniciar el caso de uso *Gestionar inventario*.

Por otro lado, en la tabla 4.3 se describen brevemente los actores que intervienen en el sistema y ejecutan los casos de uso. La especificación de dichos casos de uso se puede consultar en el anexo I.

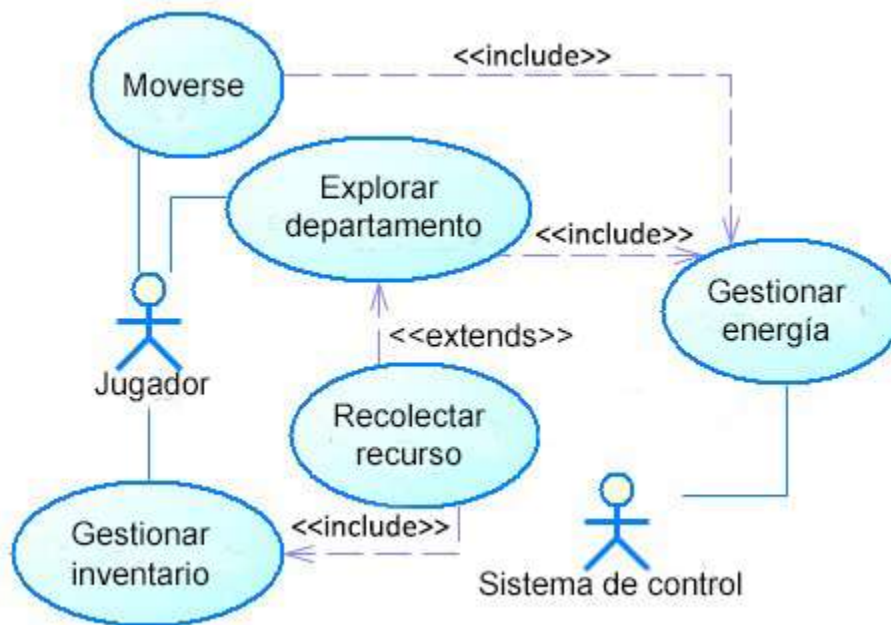


Figura 4.4. Diagrama del conjunto de casos de uso que representa las acciones principales de un jugador.



ACTOR	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACIÓN
Sistema de control	Tendrá la capacidad de gestionar y controlar lo concerniente a los elementos que maneja el jugador.	 Sistema de control
Jugador	Tendrá la capacidad de realizar acciones básicas en el juego y gestionar sus propios elementos como el inventario.	 Jugador

Tabla 4.3. Descripción y representación de los actores

A partir de los diagramas de casos de uso se crean los diagramas de secuencia necesarios para mostrar la interacción que existe entre los componentes y cómo se obtienen los resultados de las interacciones realizadas por el usuario sobre el prototipo. En la figura 4.5 el diagrama de secuencia muestra el proceso que se sigue cuando el usuario hace uso de un elemento del juego, en este caso una carta que cumple la función de ofrecer una ventaja o afectar al oponente. La acción comienza cuando el usuario presiona el botón de la carta que usará, esta señal es enviada a la interfaz del juego quien invoca un método llamado “CobrarCarta” de la interface “UICardsManager”. Este método llama a un procedimiento ubicado en la interface de energía y comprueba que el usuario tenga la energía suficiente para usar la carta. En caso de tener suficiente energía devuelve una respuesta a la interfaz del juego, esta interfaz procede a realizar la ejecución de la carta llamando al método “ReconocimientodeCartas” quien se encarga de reconocer la carta y ejecutar las acciones correspondientes. Por último, se retorna una respuesta al usuario indicando la ejecución de la carta. Todos los diagramas de secuencia se pueden consultar en el anexo J.

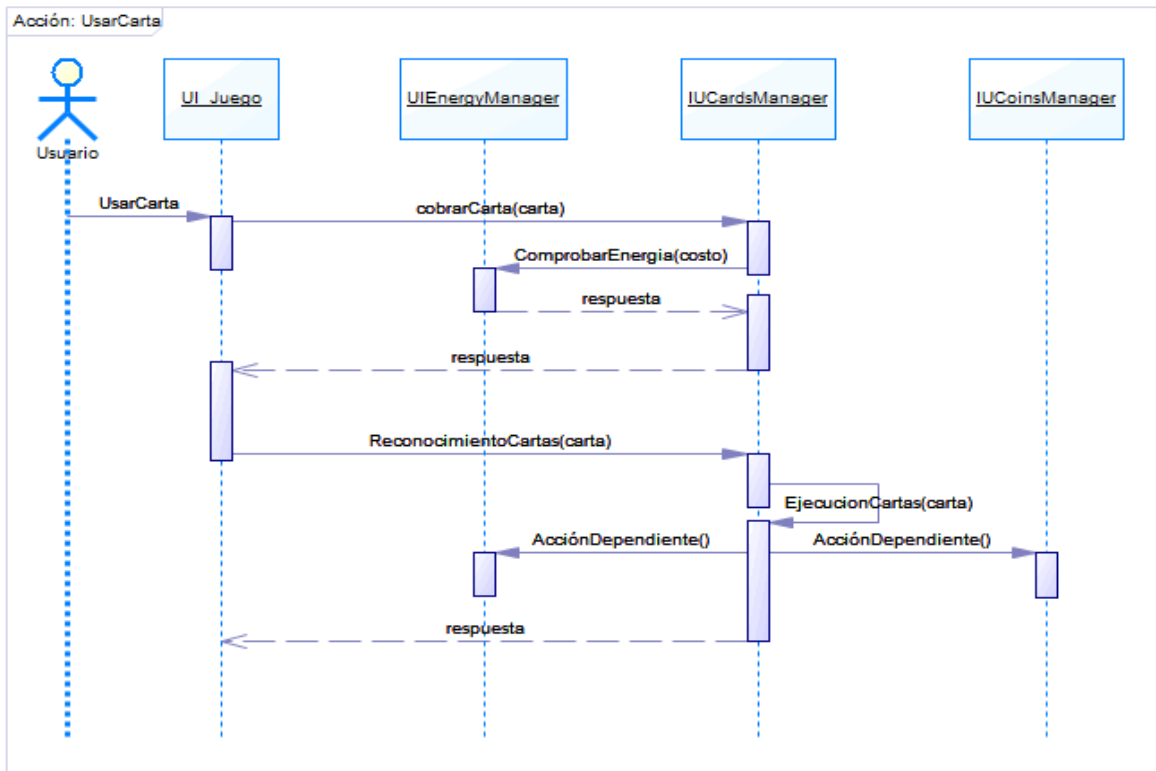


Figura 4.5. Diagrama de secuencia de la acción “UsarCarta”.

4. Modelo de datos de los componentes e interfaces

Se especificó el diagrama de clases en el cual se describe la estructura del prototipo mostrando las clases, atributos, métodos y relaciones entre ellos. En la figura 4.6 se puede observar una versión resumida del diagrama de clases, sin embargo el diagrama completo se puede consultar en el anexo K. Una de las clases más importantes en este diagrama es la clase “ControladorJugador”, la cual se encarga de gestionar todas las acciones del jugador y comunicarlás a las diferentes clases. Por ejemplo, cuando un jugador recoge un recurso, la clase “ControladorJugador” se comunica con la clase “UIInventoryManager” llamando a la función correspondiente para agregar el recurso a su inventario.

- Duración de los Sprints

Para la construcción del prototipo se establecieron dos meses al final de los cuales se obtuvo la versión final del juego. De acuerdo al tiempo establecido, se definieron dos

sprints con una duración de un mes cada uno. A continuación, se aborda la segunda fase de Scrum y se muestran los artefactos correspondientes.

4.1.2. Juego

- Desarrollo de Sprints

La fase de desarrollo del sprint es iterativa y cada sprint se compone de las siguientes tareas: (i) Desarrollo: Esta tarea tiene como objetivo obtener las versiones del prototipo mediante subtareas (análisis, diseño, desarrollo), (ii) Cierre de versión: En esta tarea se cierra el desarrollo y se lanza una versión estable, (iii) Revisión: La revisión consiste en la presentación, verificación y solución de los requisitos planteados al inicio del sprint, y (iv) Ajuste: La información obtenida en la anterior tarea se consolida y se incluye en el siguiente sprint.

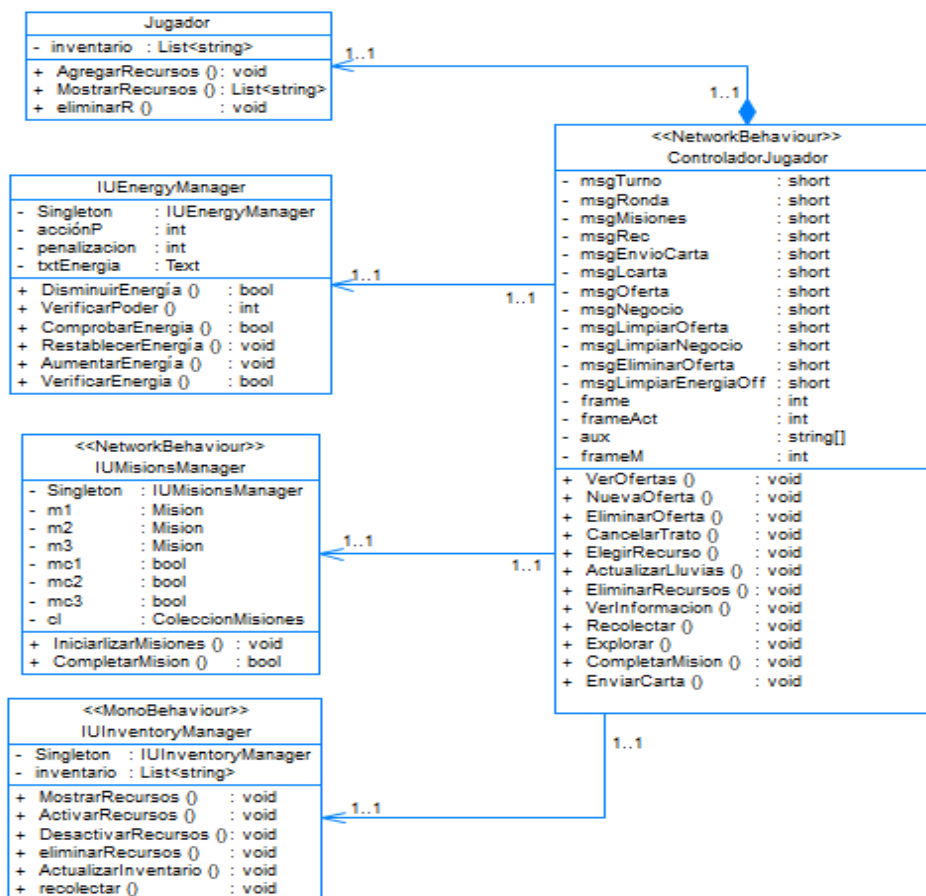


Figura 4.6. Diagrama de clases compacto.

A continuación, se expondrá la ejecución de los sprints y todos los resultados obtenidos.

- Primer Sprint

Dentro de la fase de juego (Scrum) habiendo establecido el tiempo y la cantidad de sprints, se dio inicio a la ejecución del primer sprint. Se realizó una reunión con el equipo de trabajo en donde se estableció el Sprint Backlog, un documento que contiene las tareas que son seleccionadas del Product Backlog en base a las prioridades. La tabla 4.4 muestra un fragmento del Sprint Backlog correspondiente al primer sprint. La tabla completa se puede consultar en el anexo L.

ID	Tareas	Responsable	Estado	Horas estimadas
TE-23	Incluir mapa en 3D para renderizar en la detección del Mapa físico.	Andrea Ortiz/Cristian Vitery	No iniciado	16
	Incluir elementos en 3D para renderizar en la detección del marcador de movimiento,	Andrea Ortiz	No iniciado	8
	Incluir personajes en 3D, que representen los jurados, para renderizar en la detección del marcador de jurados.	Cristian Vitery	No iniciado	8
TE-1	Crear matriz de rutas.	Cristian Vitery	No iniciado	32
	Establecer la interacción, costo y resultados de los puntos de origen y destino.	Cristian Vitery	No iniciado	24
	Relacionar interfaz y mapa con la matriz de rutas y la relación origen/destino.	Cristian Vitery	No iniciado	16
TE-4	Crear inventario de jugador y limitarlo a siete recursos.	Andrea Ortiz	No iniciado	8
	Desarrollar la interacción recurso/inventario y desactivar el recurso del departamento al recogerlo.	Andrea Ortiz	No iniciado	16
	Activar recolectar recursos de departamentos después de 2 turnos.	Andrea Ortiz	No iniciado	24

Tabla 4.4. Fragmento del primer Sprint Backlog.

- Desarrollo y Cierre de versión

En términos generales el desarrollo del primer sprint estuvo centrado en la creación de las mecánicas de juego establecidas y las principales acciones del jugador, entre las que se destacan: (i) el desplazamiento de los personajes, (ii) la detección, diseño y configuración de marcadores e imágenes, (iii) la recolección de recursos (inventario) y (iv) el despliegue de información de los departamentos.

- Revisión

En la revisión del sprint se convocó al equipo a una reunión y se expuso el producto a los docentes quienes verificaron la implementación de las características y funcionalidades especificadas en el Sprint Backlog. Los docentes interactuaron con el prototipo y expusieron sus comentarios y recomendaciones, las cuales se tuvieron en cuenta para el segundo sprint. Así mismo, los docentes observaron los elementos físicos (tablero y marcadores) e indicaron algunas sugerencias en relación a la facilidad de uso.

La tabla 4.5 muestra un fragmento de la lista de cambios y adaptaciones a realizar como resultado obtenido de esta primera revisión. La tabla completa se puede consultar en el anexo M.

ID	Tareas	Responsable	Estado	Horas estimadas	Horas tomadas	Observaciones
TE-23	Incluir mapa en 3D para renderizar en la detección del Mapa físico.	Andrea Ortiz/Cristian Vitery	Terminado	16	13	Finalizada correctamente
	Incluir elementos en 3D para renderizar en la detección del marcador de movimiento,	Andrea Ortiz	En proceso	8	-	Se esperan modelos en 3D
	Incluir personajes en 3D, que representen los jurados, para renderizar en la detección del marcador de jurados.	Cristian Vitery	Terminado	8	10	Finalizada correctamente

ID	Tareas	Responsable	Estado	Horas estimadas	Horas tomadas	Observaciones
TE-1	Crear matriz de rutas.	Cristian Vitery	Terminado	32	35	Finalizada correctamente
	Establecer la interacción, costo y resultados de los puntos de origen y destino.	Cristian Vitery	Terminado	24	28	Finalizada correctamente
	Relacionar interfaz y mapa con la matriz de rutas y la relación origen/destino.	Cristian Vitery	Terminado	16	16	Finalizada correctamente
TE-4	Crear inventario de jugador y limitarlo a siete recursos.	Andrea Ortiz	Terminado	8	6	Finalizada correctamente
	Desarrollar la interacción recurso/inventario y desactivar el recurso del departamento al recogerlo.	Andrea Ortiz	En proceso	16	-	Se detectó un error al recoger el recurso
	Activar recursos de departamentos después de 2 turnos.	Andrea Ortiz	Terminado	24	28	Finalizada correctamente

Tabla 4.5. Fragmento resultado del primer sprint review.

- Ajuste

En esta etapa se recogieron todas las recomendaciones realizadas por el equipo de trabajo y se identificaron las dificultades obtenidas durante la ejecución del sprint. Algunas de estas recomendaciones fueron: (i) tener una participación activa en Taiga, (ii) realizar reuniones entre el Scrum team y el Scrum Master en pro de llevar un control sobre avances y dificultades y (iii) mantener una comunicación constante entre el equipo de trabajo.

- Segundo Sprint

El segundo sprint estuvo centrado en la inclusión de nuevas características al prototipo y la corrección de tareas del primer sprint. Tal como se realizó en la primera iteración,

se construyó un Sprint Backlog para el segundo sprint como se indica en la tabla 4.6. La tabla completa se puede consultar en el anexo N.

ID	Tareas	Responsable	Estado	Horas estimadas
TE-6	Elegir datos a sincronizar	Cristian Vitery	No iniciado	24
	Investigar sobre sistema de red en Unity	Andrea Ortiz	No iniciado	48
	Hacer una prueba sobre conexión	Andrea Ortiz	No iniciado	16
	Implementar el sistema de red en el prototipo	Cristian Vitery	No iniciado	48
TE-17	Crear el contexto del juego	Claudia Solarte/ Leonardo Bravo	No iniciado	40
	Diseñar los personajes y recursos	Claudia Solarte	No iniciado	64
	Modelar en 3D los diseños creados	Leonardo Bravo	No iniciado	80
TE-5	Construir las misiones en un archivo XML	Andrea Ortiz	No iniciado	24
	Crear proceso aleatorio para la elección de misiones	Andrea Ortiz	No iniciado	16
	Eliminar las misiones cumplidas de la interfaz del usuario	Andrea Ortiz	No iniciado	16

Tabla 4.6. Fragmento del segundo Sprint Backlog.

- Desarrollo y Cierre de versión

El desarrollo del segundo sprint estuvo centrado en la inclusión de nuevas mecánicas con respecto al juego, el enfoque multijugador y la optimización. Entre las tareas principales se destacan: (i) gestionar misiones, (ii) sincronizar los datos como el movimiento de los personajes, la información compartida y las acciones de los

jugadores, (iii) incluir cartas con RA en el juego y (iv) crear tutorial sobre las principales acciones del jugador.

- Revisión

En la revisión del segundo sprint se convocó de nuevo al equipo a una reunión en la cual la docente interactuó de nuevo con el prototipo verificando que las recomendaciones hechas en el anterior sprint fueran incluidas y probando las nuevas funcionalidades agregadas.

La tabla 4.7 muestra un fragmento de la lista de cambios y adaptaciones a realizar como resultado obtenido de esta segunda revisión. La tabla completa se puede consultar en el anexo O.

ID	Tareas	Responsable	Estado	Horas estimadas	Horas tomadas	Observaciones
TE-6	Elegir datos a sincronizar	Cristian Vitery	Terminado	24	15	Finalizada correctamente
	Investigar sobre sistema de red en Unity	Andrea Ortiz	Terminado	48	54	Finalizada correctamente
	Hacer una prueba sobre conexión	Andrea Ortiz	Terminado	16	16	Finalizada correctamente
	Implementar el sistema de red en el prototipo	Cristian Vitery	Terminado	48	56	Finalizada correctamente
TE-17	Crear el contexto del juego	Claudia Solarte/ Leonardo Bravo	Terminado	40	40	Finalizada correctamente
	Diseñar los personajes y recursos	Claudia Solarte	En proceso	64	-	Se debe modificar algunas características de los personajes
	Modelar en 3D los diseños creados	Leonardo Bravo	En proceso	80	-	Faltan algunos diseños

ID	Tareas	Responsable	Estado	Horas estimadas	Horas tomadas	Observaciones
TE-5	Construir las misiones en un archivo XML	Andrea Ortiz	Terminado	24	24	Finalizada correctamente
	Crear proceso aleatorio para la elección de misiones	Andrea Ortiz	Terminado	16	16	Finalizada correctamente
	Eliminar las misiones cumplidas de la interfaz del usuario	Andrea Ortiz	Terminado	16	10	Finalizada correctamente

Tabla 4.7. Fragmento del resultado del segundo Sprint review.

- Ajuste

Al dar por terminado el desarrollo del prototipo se resalta que gracias al uso de la metodología Scrum se obtuvo un prototipo funcional en un corto lapso de tiempo, así mismo el uso de herramientas como Taiga permitió mantener el orden y control en las entregas de los sprints y dar por terminado el Product Backlog. Las tareas pendientes de este sprint se culminaron a lo largo de los siguientes días ya que no afectaban el desempeño o rendimiento del juego.

4.1.3. Pos-Juego

- Cierre

El proceso de cierre de Scrum incluye la documentación final que se compone por el manual de usuario, el manual de instalación y el documento imprimible que incluye el marcador, el mapa y las cartas. Estos documentos pueden ser consultados en los anexos P,Q,R.

4.2. Descripción del prototipo

El prototipo desarrollado tiene como objetivo apoyar el aprendizaje de los diferentes departamentos de Colombia y sus riquezas. A través de la RA y la mecánica multijugador, el estudiante debe desplazarse por los departamentos de Colombia con el objetivo de encontrar y recolectar diferentes recursos que son solicitados por medio de tres misiones. El videojuego promueve en los estudiantes la interacción social, la deducción y la habilidad de gestionar recursos (energía, cartas y capacidad de inventario), todo esto con el fin de cumplir la meta del juego y ganar una partida.

El videojuego inicia con una pantalla en la cual el usuario decide si creará una partida o si se unirá a una existente, esta pantalla es mostrada en la figura 4.7.



Figura 4.7. Pantalla inicial del juego.

El juego iniciará una vez se seleccione el modo de juego y estén los dos jugadores en una misma partida. A continuación, se describen los elementos principales del juego y su funcionamiento.

Tutorial: Al principio de la partida el anfitrión del evento "TerraExplora" indica al estudiante como jugar. En este tutorial se describen las acciones del juego, las capas del mapa, el inventario y demás elementos relevantes para la experiencia.



Figura 4.8. Tutorial de “TerraExplora”.

Panel de Acciones: Compuesto por tres botones: (i) Moverse: usado para desplazarse a los diferentes departamentos de Colombia, (ii) Explorar: usado para ver los recursos que se producen en el departamento que se explora y (iii) Ver Información: usado para ver la información correspondiente al departamento y sus recursos.

Panel de Capas: El estudiante tiene dos capas disponibles: (i) Nombres: Permite mostrar/ocultar los nombres de los departamentos y (ii) Regiones: Permite sombrear las cinco regiones de Colombia.



Figura 4.9. Paneles de acciones y capas de “TerraExplora”.

Personajes: El jugador al inicio de la partida escoge uno de tres personajes, cada uno de ellos cuenta con una habilidad especial. Estos personajes se describen a continuación en forma resumida, en el anexo D se puede consultar más información de estos personajes.

- *Graigoniano*: Criatura de gran estatura, brazos anchos y una fuerza incomparable.
- *Mozog*: Criatura pequeña de ojos saltones y nariz pequeña, pero de cabeza sobresaliente. Tiene una gran capacidad intelectual.
- *Rabbi*: Tienen un pelaje naranja y su piel es como metal, poseen garras enormes que les permiten excavar y correr con velocidad.



Figura 4.10. Personajes de "TerraExplora".

Misiones: Tres misiones se generan aleatoriamente y se muestran a ambos jugadores. Cada misión ofrece una recompensa dada por el jurado que la solicita y una pista para deducir en qué departamentos pueden encontrarse los recursos solicitados.

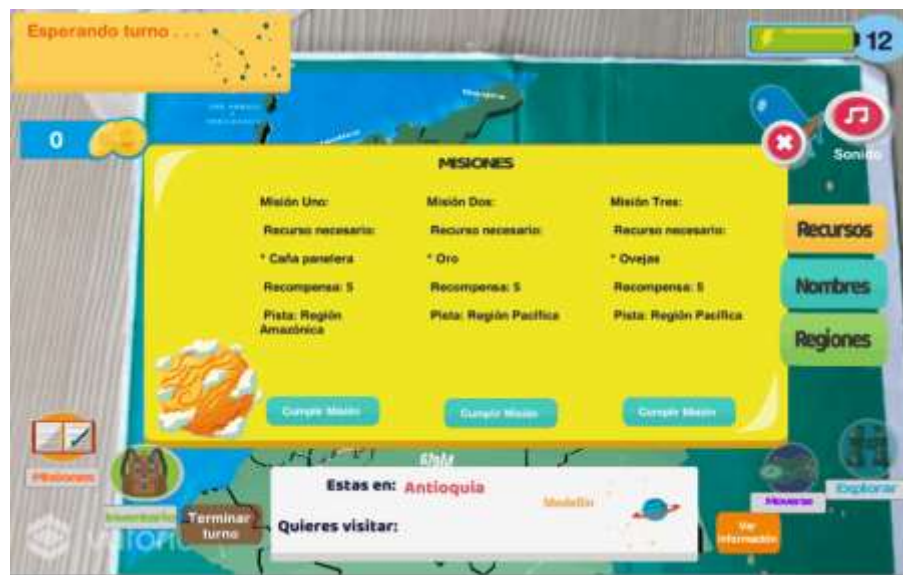


Figura 4.11. Misiones de juego de “TerraExplora”.

Inventario: El inventario almacena los recursos recolectados por el jugador, también pueden eliminarlos en caso de ser necesario por falta de espacio debido a que la capacidad máxima de almacenamiento es de 7 recursos.

Plagas y Lluvias: Se generan aleatoriamente lluvias y plagas en los diferentes departamentos de Colombia, estas afectan la producción de recursos y no permiten ser recolectados durante el siguiente turno. En el juego, las plagas son representadas como hormigas y las lluvias como nubes.

Al cumplir con las misiones planteadas a los jugadores, se inicia el desafío final que evalúa de una manera competitiva los conocimientos adquiridos durante la partida. El desafío consiste en asociar los recursos naturales de Colombia, solicitados anteriormente en las misiones, con sus respectivos departamentos productores.

Cada jugador cuenta con un número de intentos disponibles durante el desafío que están relacionados con la cantidad de monedas obtenidas por las misiones. El ganador será el que obtenga un mayor puntaje en el desafío final. Cabe resaltar que este desafío se basa en una competencia simultánea, lo que significa que el jugador que realmente haya interiorizado el contenido educativo podrá contestar con mayor agilidad. En la figura 4.12 se visualiza la interfaz el desafío final.

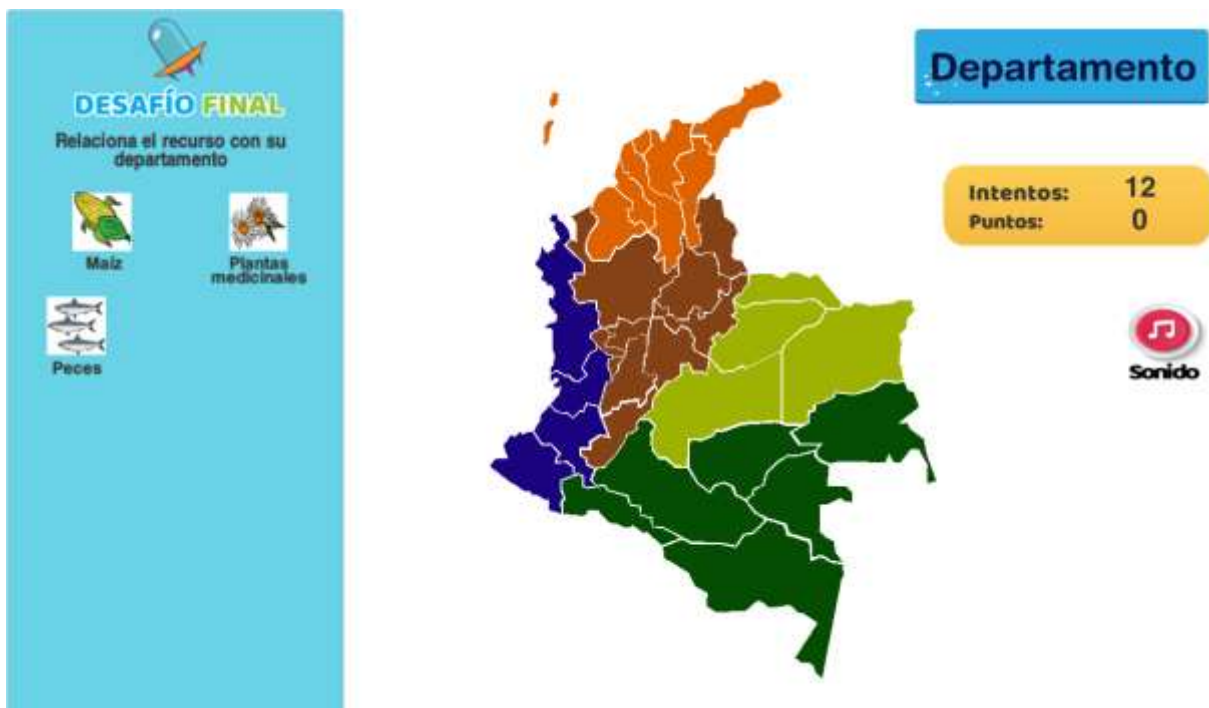


Figura 4.12. Desafío final de “TerraExplora”.

4.3. Conclusión

En este capítulo se evidenciaron los resultados obtenidos durante la actividad de *Desarrollo* del método de co-creación instanciado junto con la metodología de desarrollo Scrum. Se exponen artefactos, modelos y diagramas desarrollados a partir de las actividades y etapas del proceso.

Este capítulo puede ser usado como guía de futuros proyectos que busquen utilizar estas dos metodologías condensadas, ya que se desarrolló bajo las etapas y actividades establecidas por las metodologías obteniendo los artefactos, la documentación y demás requisitos requeridos.

Capítulo 5

Evaluación del videojuego multijugador con Realidad Aumentada

En los capítulos precedentes de este documento se propuso un videojuego educativo multijugador con Realidad Aumentada como apoyo al proceso de aprendizaje en niños. El diseño y desarrollo de este videojuego estuvo guiado por el método Co-CreARGBL, el cual incluye a los docentes durante todo el proceso.

En este contexto, se plantea este capítulo con el objetivo de evaluar el efecto de la combinación entre RA y el enfoque multijugador mediante el análisis de los resultados obtenidos a través de su aplicación en ambientes educativos reales. Para ello se lleva a cabo una evaluación basada en los métodos mixtos [15].

Las etapas en las que se integran los enfoques cuantitativo y cualitativo son fundamentalmente: el planteamiento del problema, el diseño de investigación, el muestreo, la recolección y análisis de datos, y la interpretación de los resultados.

5.1. Planteamiento del problema

Esta etapa comienza con un planteamiento del problema involucrando los enfoques cuantitativo y cualitativo en la formulación de las preguntas de investigación. Es necesario definir claramente dichas preguntas ya que se intentarán resolver con la evaluación.

Las preguntas que se plantearon para este proyecto con la colaboración de todo el equipo de trabajo fueron las siguientes:

- A. ¿Ha mejorado el aprendizaje de los estudiantes frente a los objetivos propuestos gracias al uso del videojuego?
 - a. ¿Cuál fue el efecto de la actividad de juego en el aprendizaje de los estudiantes?
 - b. ¿Cómo describen los estudiantes (grupo de control y experimental) la experiencia de aprendizaje?
 - c. ¿De qué manera influyó el estilo de aprendizaje de los estudiantes en los resultados obtenidos en el cuestionario?
 - d. ¿Cuál es la percepción de los docentes con respecto a la implementación del videojuego en su clase?
- B. ¿Ha incrementado la motivación en los estudiantes hacia el aprendizaje?
 - a. ¿Cuál es la actitud de los niños frente a la aplicación?
 - b. ¿Cómo fue la interacción social entre los estudiantes (grupo experimental) durante la experiencia?
 - c. ¿Cuál fue la reacción de los estudiantes frente a la competencia implementada en el videojuego?
 - d. ¿Cuál es la respuesta de los estudiantes ante la opción de repetir la experiencia de juego en un futuro?

5.2. Diseño de investigación

En esta etapa se definió el diseño de la evaluación, en el cual se identificaron las características y el propósito central que caracteriza al tipo de diseño, el cual se implementó en la investigación. El diseño que se eligió para este proyecto fue el *Diseño de Triangulación Concurrente (DITRIAC)*, debido a que con la evaluación se pretende corroborar resultados y realizar una validación cruzada entre datos cuantitativos y cualitativos [15].

Se debe resaltar que desde el enfoque cuantitativo se utilizó el diseño experimental. La conformación de dichos grupos se realizó al azar. Y, desde el enfoque cualitativo se utilizó el método de estudio de caso, con el propósito de determinar el efecto del videojuego provocado en los participantes.

5.3. Muestreo

La muestra que se definió para este proyecto estuvo conformada por 31 estudiantes con una edad promedio de 11 años y desviación estándar de 1.4, pertenecientes al grado sexto del colegio “Institución Educativa La Cabaña”, adscrita al Programa Rural – Red de Amigos por el Cauca, ubicado en la vereda la Cabaña, departamento del Cauca, bajo la guía de la representante de docentes que se encuentra adscrita al programa Maestros Creativos en el marco del Proyecto SmartSchool.

Se realizó un proceso de muestreo probabilístico aleatorio simple, el cual implicó tomar la población y dividirla en dos grupos (control y experimental) seleccionando sus integrantes al azar por medio de una tabla de números aleatorios.

5.4. Recolección de los datos

Con el objetivo de evaluar el alcance en el aprendizaje de los estudiantes al interactuar con un videojuego y con la clase, se definieron cuatro actividades generales: (i) test de estilos de aprendizaje, (ii) actividad de clase, (iii) actividad de juego y (iv) entrevistas. Con una muestra de 31 estudiantes se conformaron dos grupos, el grupo de control que recibió una clase tradicional y un grupo experimental que usó el videojuego.

Para realizar la recolección de datos, desde el enfoque cuantitativo se obtuvo información del grupo de participantes mediante cuestionarios y encuestas, y se diseñaron categorías para clasificar la información recolectada. Por otro lado, desde el enfoque cualitativo se utilizó la observación directa, las entrevistas, grabaciones de videos y audios, y fotografías.

5.4.1. Prueba de estilos de aprendizaje

Para realizar esta prueba, se hizo una adaptación del test de estilos de aprendizaje “CAPSOL Style Of Learning Assessment” [58], en la tabla 5.1 se puede observar un fragmento del test adaptado, la versión completa se puede consultar en el anexo S .

Declaración	Respuesta
1. Recuerdo lo que leo mejor de lo que escucho.	
2. Aprendo mejor si alguien me lee un libro que si lo leo en silencio.	
3. Cuando realizo un proyecto para mis estudios, me ayuda a recordar lo que aprendí.	
4. Me gusta trabajar solo.	
5. Me gusta aprender en grupo porque aprendo de mis compañeros.	
...	

Tabla 5.1. Adaptación del test CAPSOL.

Antes de iniciar la actividad de clase y de juego, se acordó entregar al grupo completo de estudiantes el test, el cual tenía como finalidad determinar el estilo de aprendizaje preferente de cada estudiante.

5.4.2. Actividad de clase

La actividad de clase estuvo dirigida al grupo de control, la docente encargada de dictarla preparó la clase teniendo en cuenta que el contenido educativo fuera igual que el contenido del videojuego. En el anexo T se muestra la guía que la docente usó para dictar la clase.

La docente inició con el juego “Tingo Tango” el cual motivó a los estudiantes a participar en la clase nombrando algún departamento de Colombia que recordaron, varios de ellos acertaron en su respuesta mientras que otros nombraban países o capitales. Se observó que los estudiantes por medio del juego participaron activamente buscando “perder” en el juego para nombrar un departamento.

Posteriormente hizo uso de un video beam para mostrar el mapa de Colombia e indicar las regiones en las que se dividía. Asimismo, se apoyó en un video en el cual se explicaban las regiones de Colombia y sus características. Los estudiantes estuvieron atentos al video en total silencio a pesar que la docente se ausentó por un momento.



Figura 5.1. Estudiantes grado sexto, Institución Educativa La Cabaña.

Por último, en relación al tema de los recursos la docente relacionó el relieve con cada departamento, p. ej. llevó a los estudiantes a deducir que en los departamentos de la Orinoquía en donde hay grandes planicies podrían encontrar vacas. Además, mostró un video en el cual se hablaba de los recursos y los departamentos que más los producían, este contenido multimedia estaba animado con un alto contenido gráfico y auditivo. Al finalizar el video, la docente corroboró toda la información con un documento que los estudiantes transcribieron en sus cuadernos. Este documento contenía todos los departamentos y los principales recursos que producen.

Al finalizar la clase, se dio un tiempo a los estudiantes para que estudiaran el contenido educativo dictado por la docente. Para evaluar el aprendizaje se realizó un cuestionario definido por la docente el cual tuvo preguntas relacionadas con el contenido educativo dictado en clase.

Con el fin de evaluar la motivación, se adaptó una encuesta de motivación definida por Ávila [59], agrupada en tres categorías: (i) interés/disfrute, (ii) esfuerzo/importancia y (iii) valor/utilidad.

Un fragmento tanto del cuestionario como de la encuesta es ilustrado en la tabla 5.2 y 5.3 respectivamente, y se pueden consultar en su totalidad en el anexo U y V. Por medio del cuestionario se evaluaron los conocimientos adquiridos por el estudiante durante la clase, esta información se utilizó para compararla con los datos recolectados durante la actividad de juego y concluir si el videojuego ayudó a los estudiantes a aprender con mayor facilidad.



Figura 5.2. Estudiante diligenciando la encuesta de motivación (grupo control).

Pregunta	Tema
1. ¿Qué departamentos son los...	Departamentos
2. ¿Qué recursos fueron...	Recursos
3. ¿Qué recursos fueron...	Recursos
4. ¿El departamento del Amazonas...	Recursos
5. ¿Cuántas regiones	Regiones
6. Nombra las regiones	Regiones
7. ¿Escribe un recurso que	Recursos

Tabla 5.2. Fragmento del cuestionario.




Pregunta			
1. ¿Cómo te sentiste durante la clase?			
Responde con V (verdadero) o F (falso).			
Pregunta	Respuesta (V, F)		
2. Tuve mucho interés en lo que hicimos en clase.			
3. Estuve “en las nubes” durante la clase.			
4. Esperaba a que la clase terminara rápido.			
5. Puse gran atención a lo que dijo el profesor.			

Tabla 5.3. Fragmento de la encuesta de motivación.

A lo largo de la clase se realizaron algunas observaciones que pueden ser consultadas en el anexo W. Estas observaciones estuvieron dirigidas a la forma de impartir la clase y los elementos usados para promover el aprendizaje y motivación del estudiante.

5.4.3. Actividad de juego

La actividad de juego estuvo dirigida al grupo experimental, esta sesión estuvo acompañada por la docente con una actividad instruccional que se puede encontrar en el anexo X, esta actividad tenía como fin organizar e introducir los temas del contenido educativo y explicar la mecánica del juego.

En esta actividad se definieron los siguientes pasos:

- Explorar conceptos del contenido educativo incluidos en el videojuego, de esta manera se busca introducir algunos términos que los estudiantes pueden usar durante el desarrollo del videojuego. Esta actividad fue realizada por la docente de la asignatura.
- Conformar parejas. El videojuego está diseñado como un juego competitivo.
- Entregar los elementos del videojuego a cada pareja, los cuales son: (i) tablero principal, (ii) marcador de movimiento y (iii) paquete de cartas (2). Dichos elementos pueden encontrarse en el Anexo R.

- Realizar recomendaciones para facilitar la detección del tablero, el marcador y las cartas.
- Iniciar la sesión de juego acompañados por la docente pendiente a cualquier inquietud que presente algún estudiante. La sesión de juego puede durar aproximadamente 25 a 30 minutos dependiendo de la agilidad con la que los estudiantes resuelvan las misiones del juego. Durante este tiempo los estudiantes exploran, juegan y aprenden sobre los principales recursos naturales producidos en Colombia.

Los estudiantes usaron el videojuego “TerraExplora” viajando a diferentes departamentos, descubriendo sus recursos, leyendo la información acerca de cada departamento, usando los recursos dispuestos como las pistas para llegar al objetivo del juego antes que su compañero, usando cartas para beneficiar u obstaculizar el juego del oponente, entre otros. En las figuras 5.3 y 5.4 se visualiza a los estudiantes durante la actividad de juego, específicamente durante el juego principal y el desafío final respectivamente.



Figura 5.3. Estudiantes usando el videojuego.



Figura 5.4. Estudiantes en el “Desafío Final” del juego.

Durante la actividad de juego, se recabó información por medio de observaciones que fueron consignadas en una plantilla presentada en el Anexo W. Las observaciones realizadas se centraron en identificar cómo la mecánica multijugador y la Realidad Aumentada provocaban un aumento en el interés y la motivación del estudiante, y consecuentemente un mejor aprendizaje. Asimismo, se observó en términos generales la duración de cada turno, la necesidad de ayuda por parte de los estudiantes y los errores presentados en el videojuego.

Una vez terminada la actividad de juego, se procedió a entregar a todos los estudiantes del grupo experimental un cuestionario para evaluar su aprendizaje, este cuestionario es el mismo realizado al grupo de control ilustrado en la tabla 5.2. Asimismo, se les pidió que diligenciaran una encuesta de motivación, lo cual se ilustra en la figura 5.5. Un fragmento de la encuesta es ilustrado en la tabla 5.4 y se puede consultar en su totalidad en el anexo V.

Pregunta	😊	😐	😞
1. ¿Cómo te sentiste jugando TerraExplora?			
Pregunta	si	no	?
2. ¿Habías jugado algún juego con RA? (pe. Pokémon Go)			
3. ¿Crees que jugar contra un compañero te incentivó a aprender más?			
4. ¿Jugarías de nuevo a TerraExplora?			
5. ¿Crees que el juego te ayuda a aprender más fácil?			

Tabla 5.4. Fragmento de la encuesta de motivación para el grupo experimental.

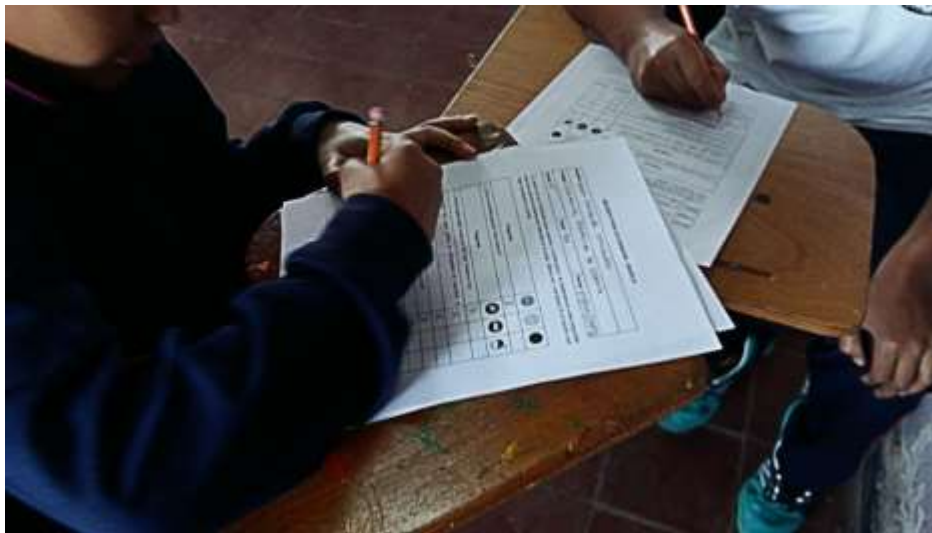


Figura 5.5. Estudiantes del grupo experimental diligenciando la encuesta de motivación.

5.4.4. Entrevistas

Al finalizar la actividad de clase y de juego, se seleccionaron estudiantes aleatoriamente de cada grupo y se procedió a entrevistarlos. Las preguntas realizadas en cada entrevista se presentan en la tabla 5.5 para el grupo de control y en la tabla 5.6 para el grupo experimental. Una tercera entrevista estuvo dirigida a los docentes

con el objetivo de conocer su opinión/percepción en relación a la integración de videojuegos, como “TerraExplora”, en sus clases y la influencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Pregunta	Categoría
1. ¿Cuál es tú opinión sobre la clase?	Motivación
2. ¿Te sentiste confundido o aburrido durante la clase? ¿Por qué?	Disfrute
3. ¿Crees que la clase te enseñó lo suficiente para responder el test?	Aprendizaje
4. ¿Recuerdas algún recurso y el departamento que lo produce?	Aprendizaje
5. ¿Qué fue lo que más te gustó de la clase?	Disfrute

Tabla 5.5. Preguntas de la encuesta realizada al grupo de control.

Pregunta	Categoría
1. ¿Cuál es tú opinión del juego?	Motivación
2. ¿Tuviste algún problema al usar el juego?	Disfrute
3. ¿Crees que el juego te ayudó a aprender más fácil? ¿Por qué?	Aprendizaje
4. ¿Recuerdas algún recurso y el departamento que lo produce?	Aprendizaje
5. ¿Qué fue lo que más te gustó de Terra Explora?	Disfrute

Tabla 5.6. Preguntas de la encuesta realizada al grupo experimental.

5.5. Análisis de los datos

5.5.1. Análisis del aprendizaje

Para categorizar y analizar la información proporcionada por los estudiantes, tanto del grupo de control como el experimental, se definió una plantilla en la que se estableció el rango de calificación y el valor correspondiente dependiendo de la situación.

Número de pregunta	Rango de respuesta
1, 2, 3, 6, 7	Bueno = Si la respuesta es correcta Regular = Si la respuesta es parcialmente correcta Malo = Si la respuesta es incorrecta
4, 5	Bueno = Si la respuesta es correcta Malo = Si la respuesta es incorrecta

Tabla 5.7. Descripción rangos de calificación del cuestionario.

El cuestionario fue uno de los artefactos usados en la evaluación del aprendizaje, el cual fue aplicado tanto al grupo de control como al experimental al finalizar la clase tradicional y la actividad de juego respectivamente. Para el análisis de esta información, dos investigadores realizaron la calificación y clasificación del cuestionario diligenciado por cada estudiante haciendo uso de la plantilla ilustrada en la tabla 5.7. Posteriormente se introdujeron los resultados de esta clasificación en el software para análisis estadístico STATA [60], el cual permitió observar la información de manera más organizada y concluir a partir de lo recabado. En el anexo Y se puede detallar la información clasificada. A continuación, se exponen parte de los resultados obtenidos, el análisis completo puede consultarse en el anexo Z.

Los resultados evidenciaron que el grupo experimental se caracterizó por tener mayor cantidad de respuestas buenas (en una escala de bueno, regular y malo) que el grupo de control, como se muestra en la tabla 5.8.

	Bueno	Regular	Malo
Grupo control	42,1%	28,6%	29,3%
Grupo experimental	64,3%	15,5%	20,2%

Tabla 5.8. Clasificación de respuestas por grupo.

Al finalizar la sesión de juego, se identificó que los estudiantes del grupo experimental presentaron mayor claridad al contestar el cuestionario debido a que el temario académico venía integrado en “TerraExplora” estratégicamente con el fin de guiar a los estudiantes a cumplir los objetivos del juego, logrando un aprendizaje por asociación. En la figura 5.6 se muestran los resultados obtenidos en la primera pregunta del cuestionario, esta pregunta está relacionada con recordar algún departamento de Colombia.

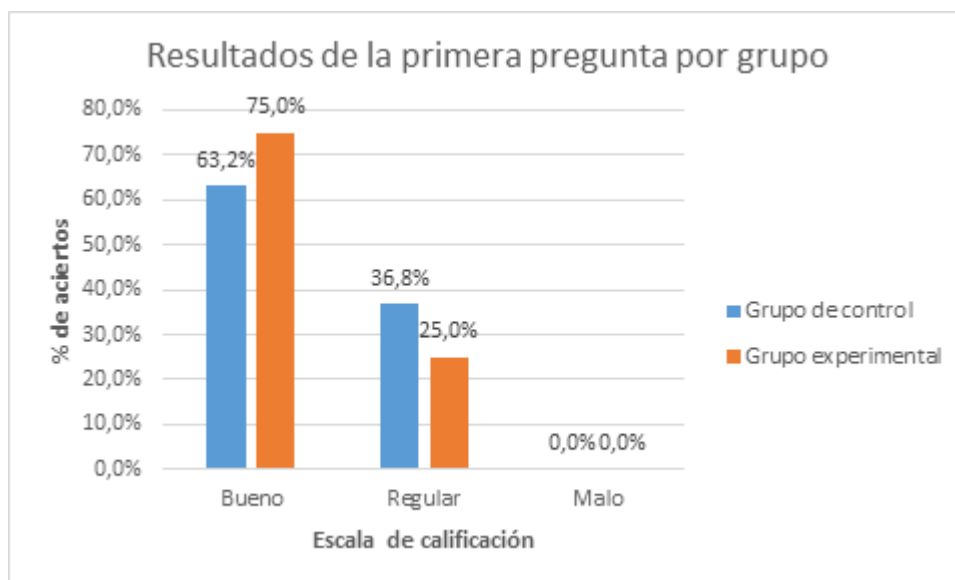


Figura 5.6. Resultados de la primera pregunta por grupo.

Se observa que el 75% de los estudiantes del grupo experimental acertaron completamente en la respuesta contra 63.2% de los estudiantes del grupo de control. La cantidad de aciertos del grupo experimental se atribuye a la mecánica del juego ya que los estudiantes debían viajar por Colombia buscando recursos naturales, asimismo el desafío final requería que ellos recordaran recursos y el departamento en donde se producen.

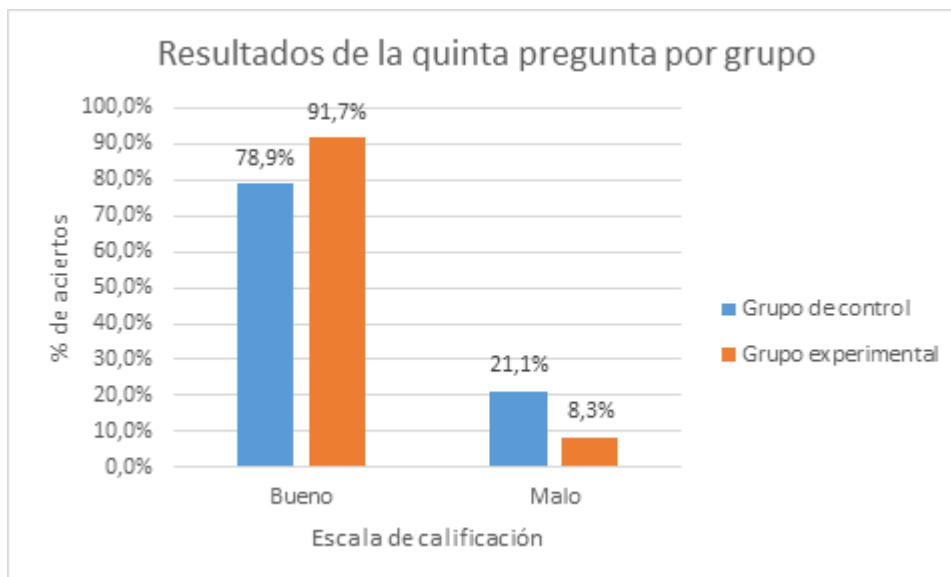


Figura 5.7. Resultados de la quinta pregunta cinco por grupo.

La pregunta número 5 del cuestionario de aprendizaje está relacionada con el número de regiones en las que se divide Colombia, en la figura 5.7 se puede observar que el 91.7% de los estudiantes del grupo experimental acertaron en la respuesta mientras que en el grupo de control sólo 78.9% de los estudiantes acertaron. “Las regiones de Colombia” es un tema que los estudiantes evaluados de ambos grupos deben conocer según la docente. Sin embargo, se observa en el grupo de control que el 21.1% no lograron acertar en la respuesta.

De lo anterior se puede deducir que la Realidad Aumentada incluida en el videojuego permitió a los estudiantes visualizar las regiones de Colombia que junto con la mecánica del juego provocó un aumento en el aprendizaje de los estudiantes. El estudiante que reconocía las regiones de Colombia tenía ventaja sobre su oponente ya que las “pistas” de cada misión del videojuego se daban a través de los nombres de las regiones del país.

En la figura 5.8 se observa el porcentaje de respuesta de cada grupo de estudiantes en relación a la pregunta seis. En esta pregunta los estudiantes debían escribir las cinco regiones de Colombia. Mientras que el 58.3% de los estudiantes del grupo experimental lograron acertar en la respuesta, ningún estudiante del grupo de control acertó totalmente. El 68.4% de los estudiantes del grupo de control acertaron parcialmente la respuesta, lo mismo sucedió con el 41.7% de los estudiantes del grupo

experimental. Cabe resaltar que ningún estudiante del grupo experimental erró en la respuesta, es decir identificaron al menos una región de Colombia. La diferencia del porcentaje de acierto entre ambos grupos se atribuye tanto a la Realidad Aumentada como a la competencia integrada en la mecánica de juego, ya que la visualización aumentada de las regiones de Colombia es una de las funcionalidades del videojuego. El reconocer las regiones de Colombia permitía al jugador viajar rápidamente hacia la región en donde podría darse el recurso necesario para cumplir la misión. Por otro lado, toda la información proporcionada por el juego permitía que el estudiante tomara ventaja y tuviera más posibilidades de ganar ante su oponente.

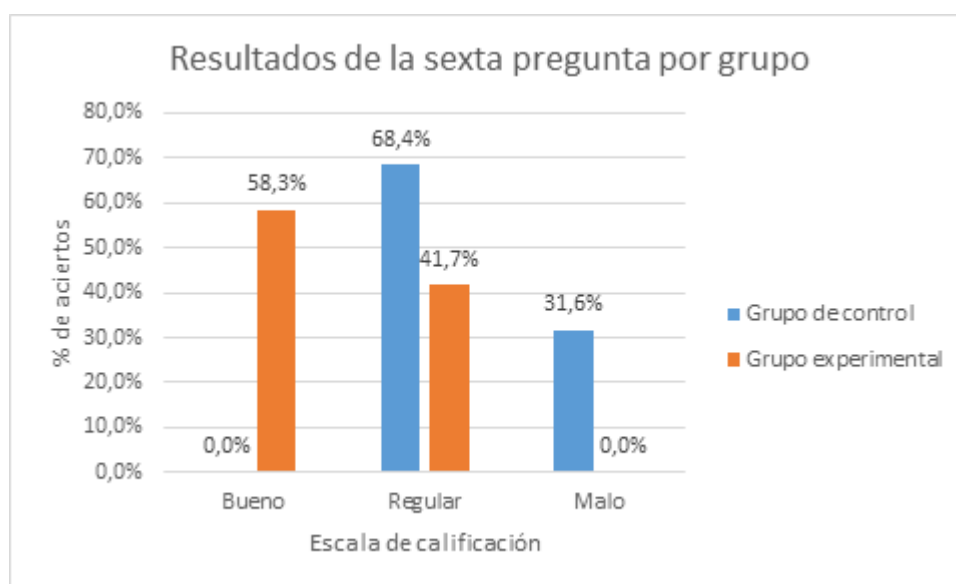


Figura 5.8. Resultados de la sexta pregunta por grupo.

En la pregunta siete se pidió al estudiante que escribiera un recurso natural y el departamento productor, lo anterior de acuerdo a lo interiorizado en clase y la actividad de juego para el grupo de control y experimental respectivamente. Los resultados obtenidos con respecto a dicha pregunta se pueden ver sintetizados en la figura 5.9, en la que se observa que el juego influyó para que más estudiantes (83.3%) del grupo experimental fueran capaces de relacionar un recurso natural con el departamento productor. El juego impulsaba a los estudiantes a retener el conocimiento para lograr misiones y tener ventaja sobre el compañero oponente, lo que evidentemente logró que más estudiantes (83.3%) del grupo experimental fueran capaces de relacionar un recurso natural con su departamento productor. Mientras que en el grupo de control la mayoría (42.1%) de estudiantes respondió de forma errónea, esto podría estar

relacionado con la falta de motivación al recibir una clase. Lo anterior se refuerza según lo observado durante la actividad de juego, debido a que varios estudiantes se esforzaron por recordar el departamento en donde sabían que se producía un recurso específico para cumplir cierta misión motivados por la necesidad de obtener la victoria frente a su compañero oponente.

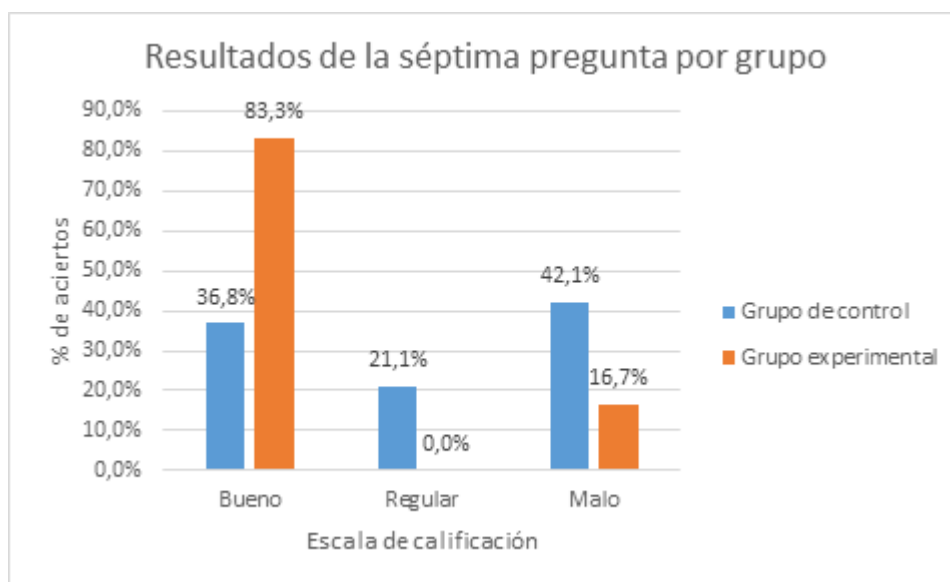


Figura 5.9. Resultados de la séptima pregunta por grupo.

Para comprender la razón por la cual se observan diferencias entre el grupo de control y experimental, se analizan los resultados obtenidos en el cuestionario relacionándolos con los estilos de aprendizaje que predominan en cada grupo. Los estilos de aprendizaje son los enfoques que utilizan los estudiantes para aprender. Para determinar los estilos de aprendizaje de los estudiantes se realizó un test adaptado del diseño del Dr. Bowman "CAPSOL Style Of Learning Assessment" [58], el cual define nueve estilos de aprendizaje de los estudiantes (visual, auditivo, corporal-cinestésico, individual, grupal, expresivo oral, expresivo escrito, secuencial y global) en una escala de baja a alta preferencia. Para este caso, se decidió tener en cuenta los estilos de aprendizaje que más relación tenían con las habilidades influyentes en el proyecto. Por consiguiente, se seleccionaron 6 estilos de aprendizaje principales (visual, auditivo, corporal-cinestésico, individual, grupal, expresivo escrito) los cuales se midieron con un número de 18 preguntas. La plantilla diligenciada se puede observar en el anexo S.

Los resultados obtenidos en el test de estilos de aprendizaje mostraron que, de los 31 estudiantes evaluados, los estilos de aprendizaje que predominaron fueron el *Grupal* y el *Corporal-cinestésico*, con un 58% (18) y 51.61% (16) de preferencia alta, respectivamente. Lo anterior indica que más del 50% de los estudiantes prefieren adquirir conocimiento de manera grupal, así mismo que la comprensión de dicho conocimiento se les facilita por medio de la experimentación con enfoques físicos. En la figura 5.10 se puede observar los resultados obtenidos con respecto a cada estilo de aprendizaje para todos los estudiantes evaluados.

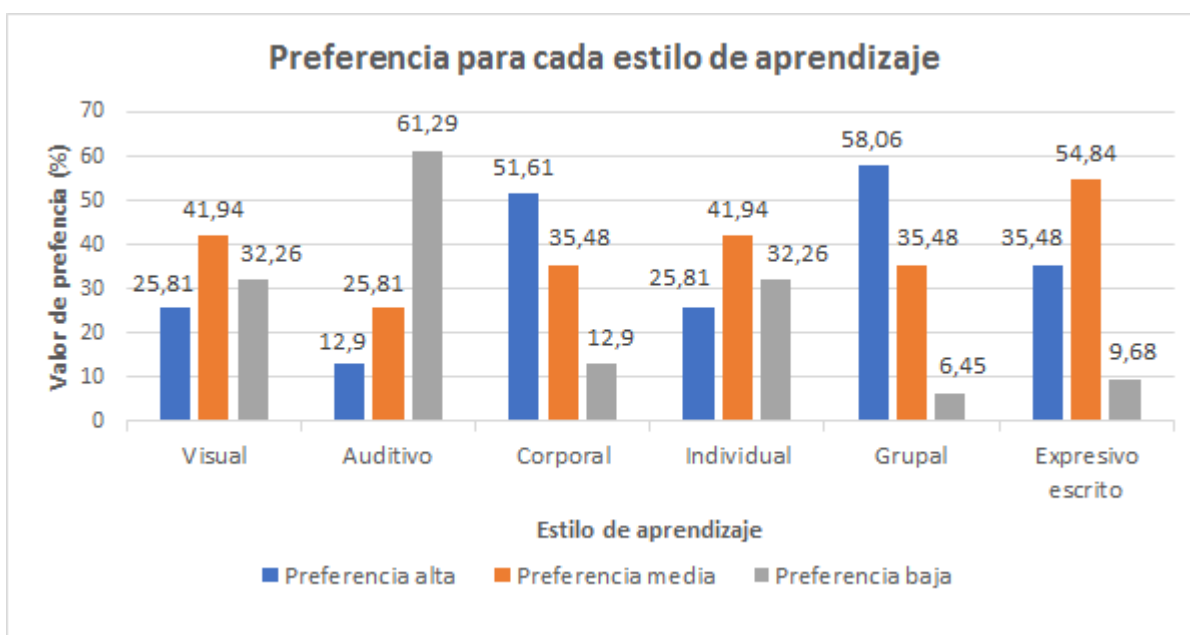


Figura 5.10. Preferencia para cada estilo de aprendizaje.

Analizando de manera individual cada grupo de estudiantes, se puede encontrar una relación entre el rendimiento académico y los estilos de aprendizaje que predominan en cada grupo. Cabe recordar que el grupo experimental se caracterizó por tener una mayor cantidad de respuestas buenas que el grupo de control, como se indicó anteriormente en la tabla 5.7. En la figura 5.11 se muestra la distribución de las preferencias con respecto a los estilos de aprendizaje del grupo de control (19 estudiantes).

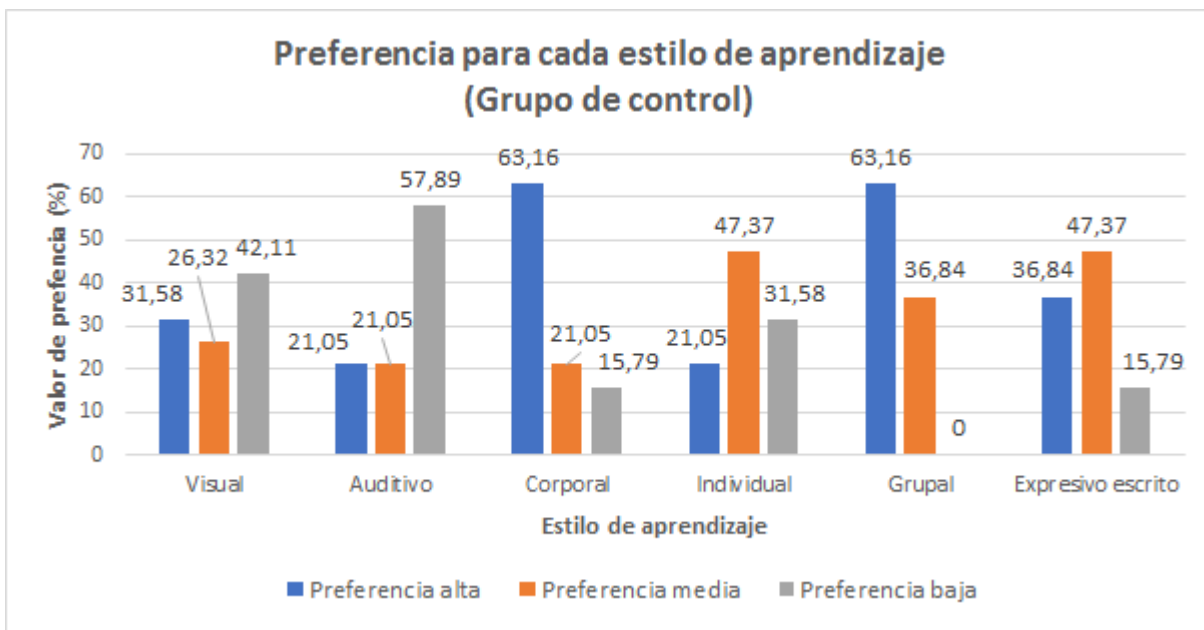


Figura 5.11. Preferencias para los estilos de aprendizaje del grupo de control.

Se puede identificar que la mayoría de los estudiantes que recibieron la clase tradicional muestran una inclinación hacia los estilos de aprendizaje *Grupal* y *Corporal-cinestésico* con una preferencia alta. Se considera que muchos de los estudiantes que reprobaron el cuestionario se debe a que una clase tradicional no provoca su máximo desempeño, ya que sus preferencias se inclinan al aprendizaje en grupo y a la socialización con sus compañeros por alcanzar un fin común.

La mecánica que está establecida en el videojuego “TerraExplora” está enfocada en promover el aprendizaje por asociación basándose en las ventajas visuales que proporciona la Realidad Aumentada y apoyándose en la interacción social para lograr un mejor aprendizaje en los estudiantes. Teniendo en cuenta este contexto y los resultados obtenidos en el análisis de aprendizaje (Anexo Z), se considera que los estudiantes del grupo de control obtendrían mejores resultados si experimentaran con el videojuego “TerraExplora” tal como lo hicieron los del grupo experimental, ya que la interacción con los elementos físicos del juego les ayuda a recordar y procesar información, así como la mecánica multijugador incluida en el juego que va en dirección a su alta preferencia por el estilo de aprendizaje grupal. El análisis completo de la influencia de los estilos de aprendizaje en el rendimiento académico del total de los estudiantes se puede consultar en el Anexo AA.

Por otro lado, es importante conocer la opinión de los estudiantes con respecto a la influencia tanto de la clase tradicional como del videojuego “TerraExplora” en su rendimiento académico observado en los cuestionarios. Por lo cual, se diseñó dos estilos de entrevista dirigidos al grupo de control y experimental. El documento que consigna la plantilla y la transcripción completa de las entrevistas puede consultarse en el Anexo BB. En relación al aprendizaje del grupo experimental, se extraen los siguientes fragmentos de las entrevistas diligenciadas que revelan la opinión frente a su experiencia con “TerraExplora”, apoyando el hecho de que hubo un buen desempeño académico gracias a la aplicación:

“... nos recreábamos y divertimos en el juego y aprendimos.” (Estudiante # 21)

“Nos ayuda a aprender más sobre Colombia.” (Estudiante # 22)

“... uno aprende mucho... uno aprender a distinguir los departamentos, las regiones...” (Estudiante # 26)

“... ayuda a distinguir las regiones y lo que se da allá.” (Estudiante # 28)

5.5.2. Análisis de motivación

Para evaluar la motivación, se analizó la información recolectada en las encuestas de motivación y entrevistas realizadas a los estudiantes. Los datos obtenidos en las encuestas fueron organizados, usando la escala ilustrada en la tabla 5.9, e introducidos en el software de análisis estadístico STATA. Las preguntas se agruparon en 3 categorías: interés/disfrute, esfuerzo/importancia, valor/utilidad de acuerdo con [59], con lo anterior se calculó el promedio y la desviación estándar de cada categoría evaluada en la encuesta. Por último, se condensó la información en un gráfico de barras en donde se compara la actividad con el videojuego y la clase tradicional. En el Anexo CC se puede consultar el análisis completo.

Grupo	Número de pregunta	Rango de respuesta
Grupo Control	1,10,11	Bueno = Si la respuesta es correcta Regular = Si la respuesta es parcialmente correcta Malo = Si la respuesta es incorrecta
Grupo Experimental	1, 2, 3,4,5 6, 7	
Grupo Control	2,5,6,7,8,9	Verdadero Falso

Tabla 5.9. Descripción rangos de calificación de la encuesta de motivación.

La gráfica obtenida indicada en la figura 5.12 muestra que, en relación con el interés y el disfrute, los estudiantes del grupo experimental disfrutaron y tuvieron más interés en comparación con los del grupo de control. En relación con la categoría de esfuerzo e importancia, la clase tradicional obtuvo un promedio de 2.58 al igual que el videojuego, los estudiantes de los dos grupos se esforzaron y dieron igual importancia tanto a la clase como al juego. Por último, aunque ambos tienen el mismo contenido académico, los estudiantes le dieron más valor y utilidad el videojuego que a la clase, con promedios 3 y 2.17 respectivamente.

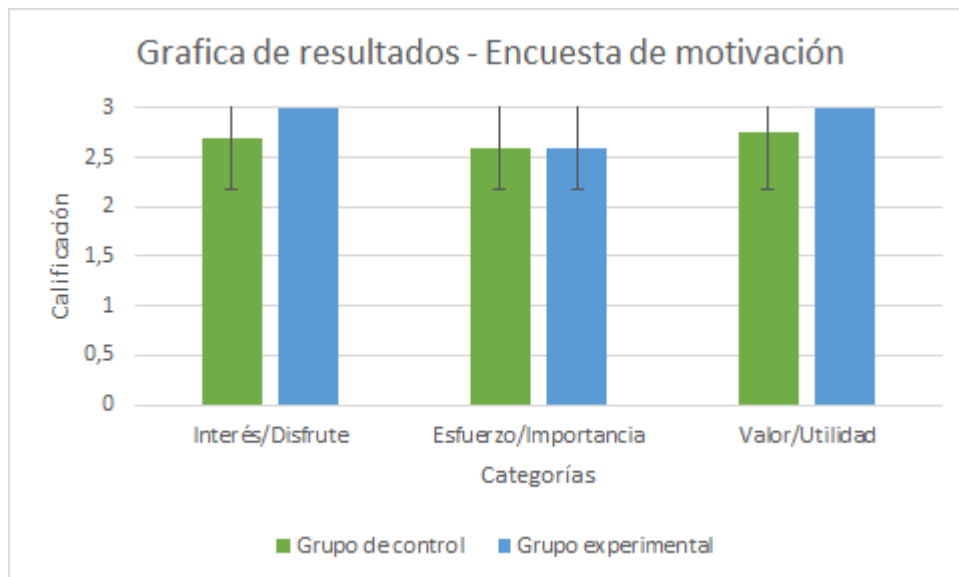


Figura 5.12. Gráfica de resultados - análisis de motivación.

Con respecto a las sugerencias realizadas por el grupo de control capturadas en las encuestas, se identificó una gran inclinación hacia la integración de videos educativos (44%) que les proporcionen una mayor ampliación del contenido académico y la implementación de juegos (22%) que apoyen la interiorización de los temas visto en clase. En la siguiente gráfica se puede observar la distribución de opiniones de los 19 estudiantes, cabe resaltar que un estudiante puede haber dado de cero a más de una sugerencia.

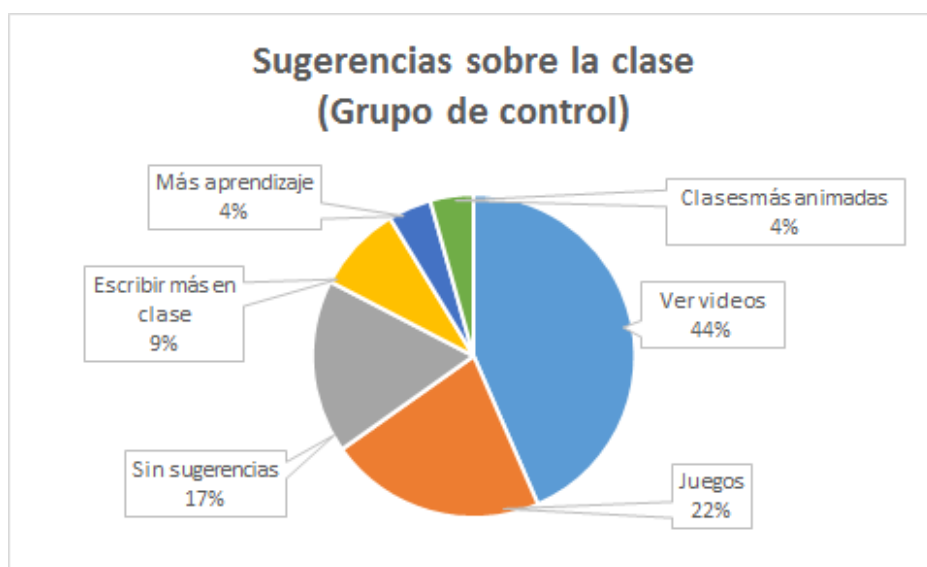


Figura 5.13. Sugerencias sobre la clase por parte de los estudiantes.

Referente a la encuesta diligenciada por los estudiantes del grupo experimental, se destaca la opinión frente a la interacción social con un compañero durante la actividad de juego y su influencia en la motivación hacia el aprendizaje, así como los comentarios en relación con el videojuego. En primer lugar, se identificó que la mayoría de los estudiantes encontraron divertida la experiencia de compartir con su compañero oponente en el juego a pesar de ser un juego competitivo. De la misma manera, un 36% de los evaluados no opinó al respecto. En la figura 5.14 se puede observar lo mencionado anteriormente.

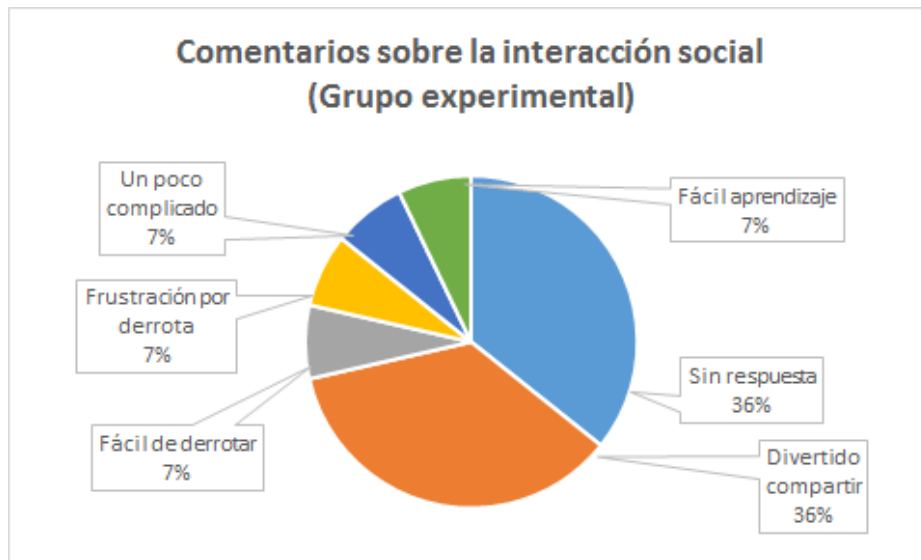


Figura 5.14. Comentarios sobre la interacción social (Grupo experimental).

Lo anterior se apoya con los datos recabados en la encuesta, en la que se establecieron preguntas relacionadas con la perspectiva de los estudiantes frente a la experiencia de haber compartido con un compañero durante el juego. Se cuestionó a los estudiantes del grupo experimental en relación a la motivación generada al jugar contra un compañero y si esta motivación impulso su aprendizaje. En la figura 5.15 se muestra la distribución de la respuesta generada por los estudiantes del grupo experimental.

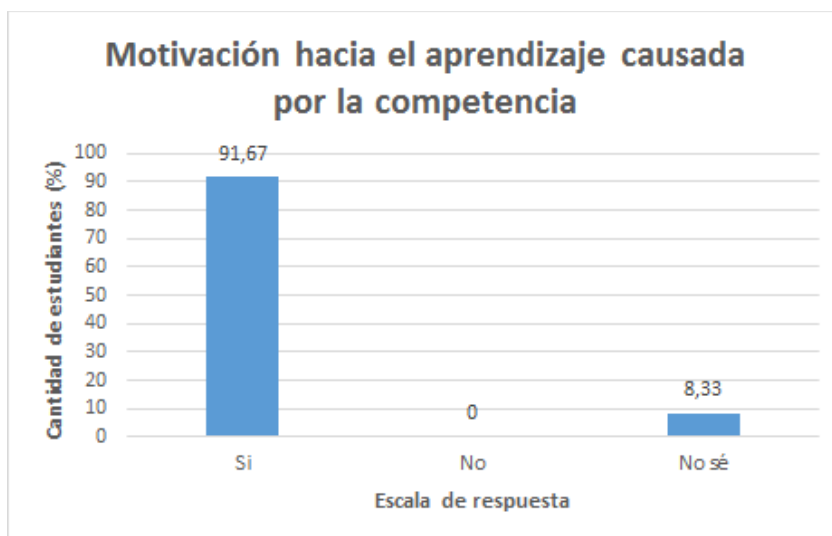


Figura 5.15. Resultados obtenidos sobre la influencia de la competencia en la motivación.

Se identificó que el 91.7% (11) del grupo experimental opina que la competencia los incentivó para que su rendimiento en el aprendizaje fuera mejor que el obtenido en una clase tradicional. Por otro lado, el 8.33% (1) no está seguro de su respuesta. Cabe resaltar que ningún estudiante del grupo experimental opinó que la competencia hubiera obstaculizado su aprendizaje.

En segundo lugar, se observó que a pesar de que la mayoría de los evaluados no comentaron sobre el videojuego (40%), los demás estudiantes opinaron que el juego era divertido y les proporcionaba un mayor aprendizaje debido a que era “una aventura por toda Colombia”, con un 20% respectivamente. En la figura 5.16 se puede observar la distribución de opiniones de los 12 estudiantes, cabe resaltar que un estudiante puede haber dado de cero a más de un comentario.

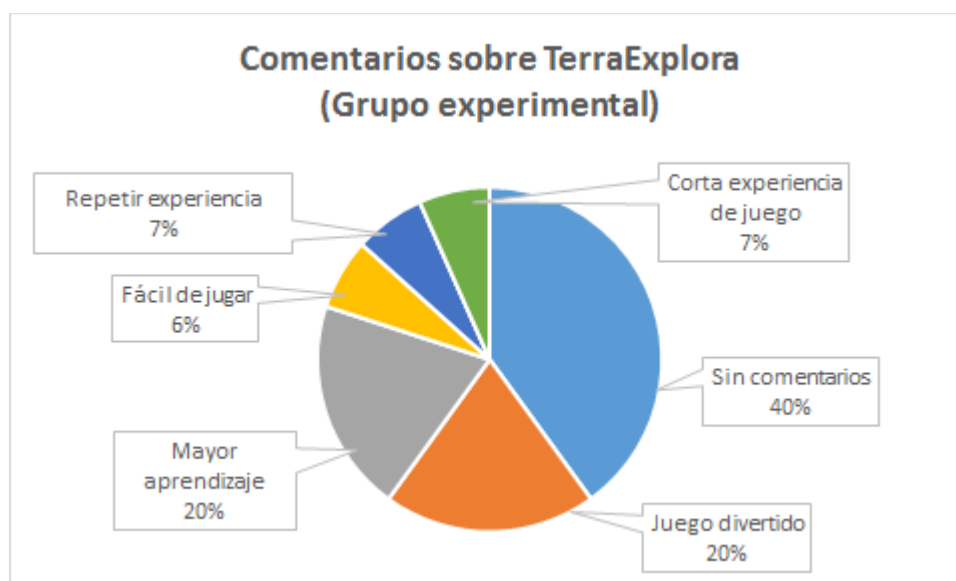


Figura 5.16. Comentarios de los estudiantes del grupo experimental sobre el videojuego.

En relación a la motivación del grupo experimental, se recabaron datos estadísticos por medio de la encuesta en relación a la motivación ante la opción de repetir la experiencia de juego con “TerraExplora”. En la figura 5.17 se muestra la distribución de la respuesta generada por los 12 estudiantes del grupo experimental.

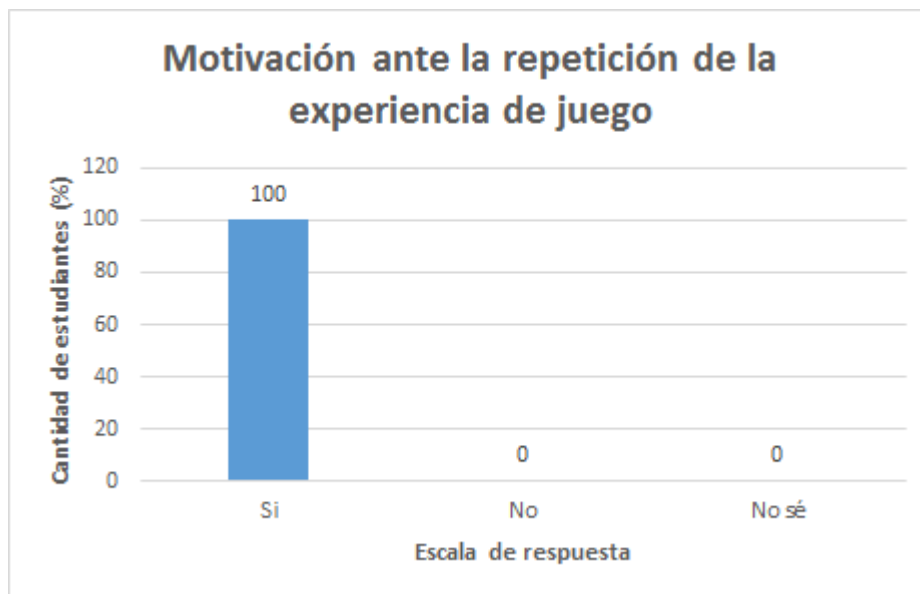


Figura 5.17. Resultados obtenidos sobre la motivación ante “TerraExplora”.

Se identificó que el 100% del grupo experimental mostró interés en repetir la experiencia de juego con “TerraExplora”. Con el fin de apoyar lo anterior, se extraen los siguientes fragmentos de las entrevistas diligenciadas que revelan la opinión de algunos estudiantes frente a su experiencia con “TerraExplora”, resaltando el disfrute durante el juego y una buena interacción social con su compañero gracias a la aplicación:

“... ha sido muy divertido y que ha sido una aventura por toda Colombia...Que uno compartía en grupo.” (Estudiante # 23)

“Me gustó el juego.” (Estudiante # 27)

“...Si, porque uno se va recreando y va aprendiendo.” (Estudiante # 21)

5.5.3. Percepción docente del uso de videojuegos en el aula

Se diseñó una entrevista en la que se capturó la opinión con respecto al uso del videojuego en clase y su aporte al proceso de enseñanza. En primer lugar, un grupo de docentes acompañó la experiencia de juego y observaron alrededor de 20 minutos la actividad que realizaron los estudiantes del grupo experimental. Posterior a esto, los docentes contestaron las preguntas realizadas por el entrevistador, las cuales fueron

grabadas en audio. El documento que consigna la plantilla y la transcripción completa de las entrevistas puede consultarse en el Anexo AB.

Se utilizó la herramienta ATLAS TI [61] para codificar el documento con la transcripción de las entrevistas realizadas a los docentes. Los códigos asignados en la herramienta identifican fragmentos importantes del texto que deben ser resaltados por su influencia en el proyecto. En la tabla 5.10 se detallan algunos códigos establecidos en base a las opiniones de los docentes con respecto a la influencia de los juegos con Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza, las ventajas del uso de “TerraExplora” y las limitantes que los docentes tienen en su entorno educativo. En total se establecieron 24 códigos, el enraizamiento indica cuantas citas están asociadas al código y la densidad indica el número de códigos con los que está enlazado.

	Código	Enraizamiento	Densidad
●	Apoyo al proceso de enseñanza	4	1
●	Aprendizaje divertido	4	1
●	Aprendizaje por asociación	4	1
●	Beneficios de “TerraExplora”	0	5
●	Calificación “TerraExplora”	3	4
	...		

Tabla 5.10. Fragmento de lista de códigos.

Los códigos y sus asociaciones se pueden visualizar gráficamente en una vista de red con la ayuda de la herramienta ATLAS TI. La ilustración de la red de conceptos completa se puede consultar en el anexo DD. De la vista de red resultante se pueden analizar varios aspectos importantes resaltados por los docentes.

En la Figura 5.18 se muestra un fragmento de la red enfocado en las limitantes de los docentes en su entorno académico.

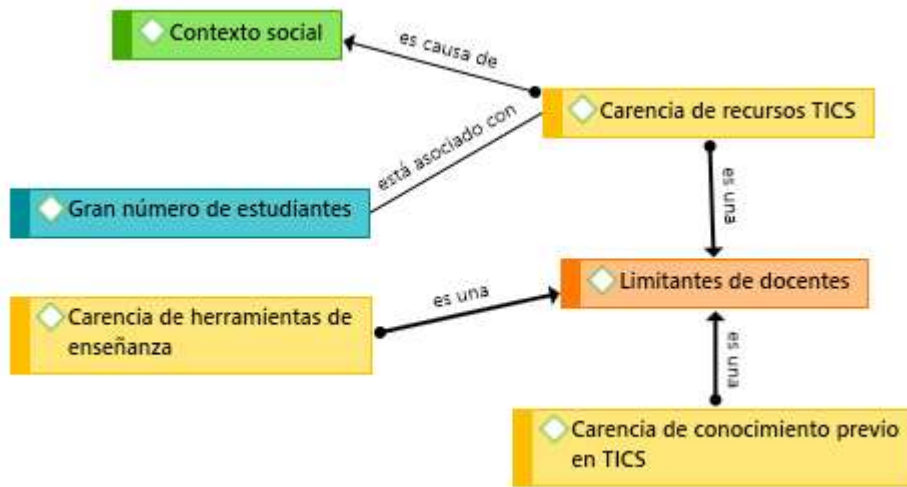


Figura 5.18. Limitantes de los docentes en su entorno académico.

En primer lugar, se concluyó que existen varias limitaciones debido a la carencia de herramientas de enseñanza y recursos TICS, lo cual es causado principalmente por el contexto social ya que no se cuenta con los recursos económicos necesarios para que todos los estudiantes tengan acceso a dispositivos móviles como tabletas que apoyen a la enseñanza. Además, se debe tener un conocimiento previo por parte de los docentes acerca de las TICS, lo cual puede llegar a ser una limitante si se cuenta con los recursos necesarios, pero no con la información adecuada para instruir a los estudiantes.

En la figura 5.19 se muestra un fragmento de la red enfocado en los beneficios de “TerraExplora” resaltados por los docentes.

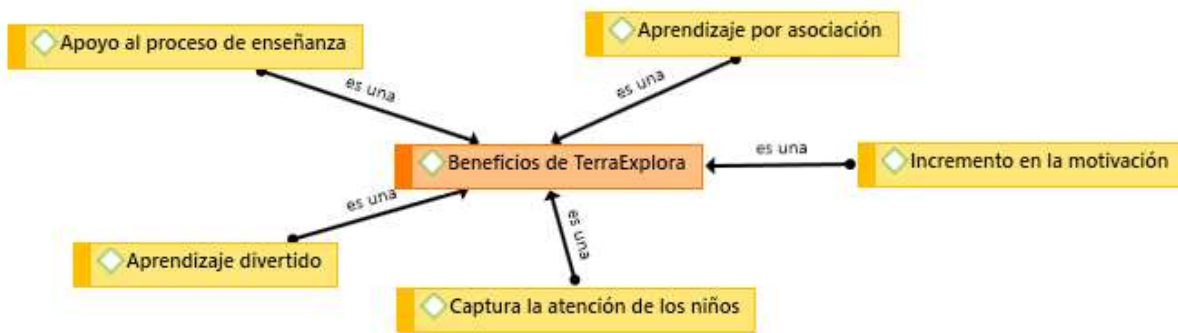


Figura 5.19. Beneficios de TerraExplora.

Los docentes resaltaron que el uso videojuego “TerraExplora” beneficia a los estudiantes ya que apoya el aprendizaje por asociación, brinda una experiencia divertida que captura la atención de los niños, incrementa la motivación y apoya el proceso de enseñanza ya que, gracias al videojuego, como herramienta de apoyo, los estudiantes pueden realizar una parte práctica dentro de la clase tradicional.

Por último, en la figura 5.20 se muestra un fragmento de la red enfocado en la calificación y los comentarios dados al videojuego.

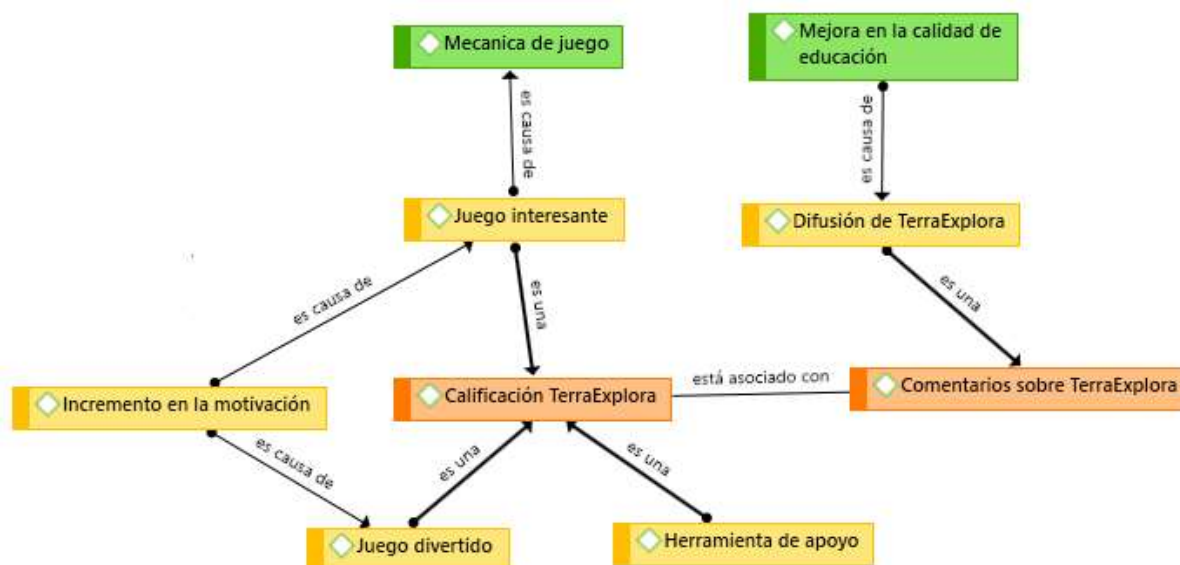


Figura 5.20. Calificación y comentarios sobre TerraExplora.

Basándose en su perspectiva y observaciones entorno a la sesión de juego, los docentes dieron a “TerraExplora” calificaciones altas en base a que es una herramienta que apoya la enseñanza, incrementa la motivación en los estudiantes ya que es un videojuego divertido y su mecánica de juego es interesante para los niños.

Como comentario final los docentes apoyan perfeccionar y difundir TerraExplora para que la mayor cantidad de niños puedan tener acceso a herramientas como esta, ya que este tipo de innovaciones son aportes para la calidad de la educación.

5.6. Interpretación de los resultados

Una vez realizado el análisis detallado de toda la información recabada, se procede a condensar los resultados de acuerdo con la metodología escogida. Esta interpretación se relaciona con cada pregunta de investigación establecida en el planteamiento del problema de este capítulo.

En relación a la clase dictada por la docente, se destaca el uso de elementos tecnológicos, como un computador y un video beam, los cuales lograron una mayor atención por parte de los estudiantes hacia la clase. Es importante que los docentes adopten el uso adecuado de tecnologías en sus clases y aprovechen las notables mejoras que brindan en torno al interés y el aprendizaje de los estudiantes.

Con respecto a la influencia del videojuego en el proceso de aprendizaje, se evidenció que los estudiantes dan un mayor valor al contenido educativo cuando se hace necesario para alcanzar un objetivo específico, en este caso cumplir rápidamente las misiones del juego para obtener la victoria sobre el oponente. A medida que los estudiantes avanzaron en el videojuego, el aprendizaje por asociación desempeñó un papel importante para cumplir las misiones. Lo anterior provoca que el aprendizaje se realice de forma indirecta incitado por la motivación, el uso de componentes como la Realidad Aumentada y el componente multijugador, las cuales incentiva a los estudiantes a seguir jugando y conseguir los objetivos planteados por el juego.

La interacción social incluida en el videojuego estaba orientada a ser competitiva. Sin embargo, durante la actividad de juego se evidenció que esta interacción es influenciada por el género de los estudiantes y por las combinaciones de parejas. Es decir, las parejas conformadas por hombres y las parejas mixtas fueron muy competitivas según lo observado, mientras que las parejas conformadas por mujeres prefirieron jugar de manera colaborativa ayudándose mutuamente a cumplir las misiones del videojuego.

Si bien, tanto el grupo experimental y el grupo de control estaban motivados en el videojuego y en la clase, el total de estudiantes del grupo experimental expresaron que volverían a jugar el juego y lo calificaron con la nota más alta en la escala escogida, mientras que en el grupo de control no todos los estudiantes se sintieron bien ya que

algunas calificaciones hacia la clase fueron regulares debido a que los estudiantes preferían otros métodos de enseñanza como videos y/o juegos.

Referente a la influencia de los estilos de aprendizaje en los resultados obtenidos en el cuestionario, se considera que los estudiantes del grupo experimental obtuvieron un buen rendimiento en el aprendizaje con un 64.3% de aciertos, en comparación con el grupo de control con un 42.1%, ya que la mayoría de los integrantes mostraron una inclinación al estilo de aprendizaje grupal aprovechando de esta manera la interacción social incluida en el juego. Por otro lado, se infiere que los estudiantes del grupo de control obtendrían mejores resultados si experimentaran con el videojuego "TerraExplora", ya que la interacción con los elementos físicos del juego les ayudaría a recordar y procesar información, así como la mecánica multijugador incluida en el juego que va en dirección a su alta preferencia por el estilo de aprendizaje grupal y corporal-cinestésico.

En relación al incremento de la motivación, los estudiantes manifestaron gran interés al experimentar con la Realidad Aumentada, modelos 3D e interactuar con su compañero. Los estudiantes del grupo experimental se mostraron muy motivados durante la actividad de juego, y expresaron interés en repetir la experiencia de juego, esto se repitió al menos dos veces. La interacción social entre los jugadores se observó de dos formas: colaborativa y competitiva. La competencia permitió que los estudiantes aprendieran de manera divertida el contenido educativo integrado en el videojuego para obtener ventaja sobre su oponente, pero por otro lado algunos estudiantes prefirieron jugar de manera colaborativa, es decir cumpliendo las misiones con ayuda de su compañero.

Finalmente, con respecto a la influencia de "TerraExplora" en el proceso de enseñanza, los docentes manifestaron que la herramienta actúa como un complemento al contenido educativo desarrollado en clase, ya que los estudiantes realizan la parte práctica reforzando así los conocimientos adquiridos en clase. Los docentes resaltaron que el uso del videojuego beneficia a los estudiantes ya que apoya el aprendizaje por asociación, brinda una experiencia divertida que captura la atención de los niños, incrementa la motivación y maneja una mecánica de juego interesante para los estudiantes.

Capítulo 6

6. Resultados, conclusiones y trabajo futuro

En este capítulo se describen los principales resultados y conclusiones obtenidas a partir del trabajo realizado en este proyecto, así como el trabajo futuro que puede desarrollarse a partir de esta investigación.

6.1. Resultados

- La presente monografía, que incluye toda la información recopilada a través del proceso de investigación.
- “TerraExplora”, un prototipo de videojuego educativo multijugador con Realidad Aumentada diseñado con el propósito de ser usado en el aula como herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje. El objetivo educativo del videojuego consiste en proporcionar a los estudiantes una experiencia didáctica y entretenida que ayude al aprendizaje de los recursos principales que cada departamento produce y las regiones de Colombia, además de capitales e información sobre la cultura de cada departamento.
- Un artículo denominado “Developing an Augmented Reality Multiplayer Learning Game: Lessons Learned” aceptado en la XII conferencia internacional en E-Learning y juegos - Edutainment 2018, el cual tendrá lugar en Xi’an, China, los días 28,29 y 30 de junio de 2018.

6.2. Conclusiones

- En relación a la instanciación del método Co-CreARGBL realizada para el diseño y desarrollo de “TerraExplora”, se concluyó que:
 - La influencia de los docentes en el proceso de diseño y desarrollo del videojuego fue clave para que el contenido académico integrado en el juego fuera el indicado y estuviera orientado a los objetivos de aprendizaje establecidos inicialmente. Los docentes acompañaron el proceso de diseño y desarrollo del videojuego aportando las brechas y planteando los objetivos de aprendizaje que se tuvieron en cuenta para el videojuego. De la misma manera, los docentes revisaron constantemente los prototipos resultantes de cada sprint hasta que se obtuvo la versión final.
 - El trabajar con un equipo multidisciplinario aportó la variedad de opiniones y experiencias necesarias para enriquecer la propuesta y obtener un producto que cumplió las expectativas de todos los miembros del equipo. Sin embargo, se presentaron problemas relacionados con la disponibilidad de tiempo para establecer horarios de reuniones, lo cual retrasó el proceso de diseño y desarrollo en varias instancias. Estos problemas fueron superados al establecer un compromiso en el cual todos los miembros del equipo de trabajo se comprometieron a dar más prioridad al proyecto al momento de establecer reuniones.
 - El entrenamiento previo sobre Realidad Aumentada y la sesión de juegos realizada con el equipo de trabajo impulsó la creatividad y aportes por parte de los miembros para la construcción de la mecánica de juego de “TerraExplora”. Las múltiples opiniones recolectadas sirvieron de base para establecer la idea principal del juego y la manera en que el contenido educativo se integró.
 - La estructura del método es flexible ante la integración de nuevas características en relación a las definidas por el autor. Durante este proyecto, las actividades se modificaron con el fin de incluir tareas específicas relacionadas con el enfoque multijugador, lo cual no alteró los beneficios del método, sino que permitió obtener mejores resultados

en relación a las características del producto final. La documentación gestionada durante este proyecto sirve como guía para que futuros desarrolladores interesados en la combinación de la Realidad Aumentada y el enfoque multijugador en videojuegos puedan seguir el proceso que se describió en este documento.

- Con respecto al diseño y desarrollo del videojuego “TerraExplora” se concluye que:
 - El uso de Unity como motor de videojuegos facilitó la integración de la mecánica multijugador, al contener en sus librerías el API de scripting de alto nivel HLAPI que incluye clases y funciones preestablecidas para facilitar la conexión y comunicación de dispositivos.
 - El uso de herramientas para gestionar proyectos ágiles y servicios web de alojamiento de código, como la plataforma web Taiga y del repositorio de código BitBucket usados en este proyecto, permitió llevar una mejor sincronización y organización del trabajo de cada miembro del equipo.
 - La reducción del número de marcadores en el videojuego facilitó al estudiante la comprensión de la mecánica y mejoró la experiencia de juego, debido a que al reducir los elementos en el juego se disminuyó la carga cognitiva generada en el estudiante.
 - La sincronización de múltiples datos en el videojuego puede provocar desconexiones repentinas de los dispositivos conectados, por lo cual se optó por optimizar el número de datos a sincronizar debido a que este proceso se lleva a cabo durante toda la experiencia de juego.
 - La aplicación de pruebas de caja negra al videojuego, llevada a cabo con desarrolladores y usuarios finales, permitió refinar el prototipo de manera incremental y disminuir el riesgo de errores durante su ejecución.

- El prototipo de videojuego construido “TerraExplora” promueve la motivación a través de sus elementos de Realidad Aumentada y la interacción social que se presenta entre los dos jugadores al estar en competencia. Asimismo, “TerraExplora” promueve el aprendizaje por asociación debido a la mecánica de juego integrada en la cual cada jugador debe explorar Colombia y utilizar buenas estrategias para cumplir las misiones establecidas por el juego.

- A partir del uso de la metodología de Métodos Mixtos durante la evaluación del videojuego “TerraExplora” se evidenció que:
 - Abordar un análisis desde el enfoque cuantitativo y cualitativo permite aprovechar la información recolectada en su totalidad y obtener conclusiones que estén apoyadas por ambos enfoques.
 - En relación al aprendizaje, los estudiantes que experimentaron con “TerraExplora” mostraron mejores resultados con un 64.3% de aciertos en comparación con los estudiantes que recibieron la clase con un 42.1%. Lo anterior se atribuye a la mecánica del juego que impulsó el aprendizaje por asociación y a la interacción social integrada en el videojuego la cual incrementó la motivación en los estudiantes. Se considera que los estudiantes que recibieron la clase podrían obtener mejores resultados en su rendimiento si experimentan con “TerraExplora”, ya que se evidenció que el estilo de aprendizaje predominante fue el grupal y corporal-cinestésico, lo cual se ve integrado en la mecánica multijugador del videojuego.
 - En relación a la motivación, la mayoría de los estudiantes prefieren recibir el contenido académico por medio de juegos o videos, por lo que se identificó que la parte visual y social que integra “TerraExplora” capturó la atención de los estudiantes durante la actividad de juego incrementando su motivación hacia el aprendizaje.
 - Con respecto al proceso de enseñanza, los docentes se mostraron positivos y le dieron a “TerraExplora” altas calificaciones en base a los beneficios observados. Asimismo, los docentes están dispuestos a utilizar “TerraExplora” en sus clases como una herramienta de apoyo, con el fin de incluir un componente práctico del tema dictado en clase.
 - “TerraExplora” como videojuego multijugador educativo con Realidad Aumentada co-creado con docentes facilitó el aprendizaje e incrementó la motivación de la muestra evaluada. Sin embargo, debido al tamaño de la muestra y al número de sesiones de evaluación realizadas no es posible generalizar los resultados, para ello es necesario recolectar más datos en más sesiones de juego y con diferentes muestras.
- La investigación realizada en este proyecto se considera un aporte significativo a la investigación enfocada en soportar el aprendizaje por medio de videojuegos educativos que combinen el componente multijugador con la Realidad

Aumentada. Se demostró que es una combinación viable y útil, que apoya el proceso de aprendizaje e incrementa la motivación, tanto los docentes como los estudiantes resultan beneficiados de la integración de este tipo de herramientas en su entorno educativo.

- La publicación del artículo “Developing an Augmented Reality Multiplayer Learning Game: Lessons Learned” aceptado en la conferencia internacional de E-Learning Edutainment permitió divulgar las lecciones aprendidas durante el proceso de investigación y aportar la experiencia obtenida durante el diseño y desarrollo del videojuego “TerraExplora”.

6.3. Trabajo futuro

Teniendo en cuenta las conclusiones identificadas en este proyecto, se propone a futuro:

- Incluir la experiencia colaborativa en el videojuego, es decir la posibilidad de escoger entre juego colaborativo o competitivo. Debido a que, según lo observado durante la evaluación del videojuego, algunos de los estudiantes mostraron preferencias hacia la colaboración entre compañeros en su búsqueda de cumplir las misiones.
- Desarrollar la mecánica del videojuego para ser jugado en tiempo real y no por turnos, en pro de minimizar los tiempos de juego y de esta manera evitar aburrimiento por parte del jugador en espera.

Bibliografía

- [1] D. R. R. Joan, "Articles enhancing education through mobile by," vol. 11, no. 4, pp. 8–14, 2015.
- [2] J. Bacca, S. Baldiris, R. Fabregat, Kinshuk, and S. Graf, "Mobile Augmented Reality in Vocational Education and Training," *2015 Int. Conf. Virtual Augment. Real. Educ.*, vol. 75, pp. 49–58, 2015.
- [3] R. M. Yilmaz, "Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education," *Comput. Human Behav.*, vol. 54, pp. 240–248, 2016.
- [4] B. Kraut and J. Jeknić, "Improving education experience with augmented reality (AR)," *2015 38th Int. Conv. Inf. Commun. Technol. Electron. Microelectron. MIPRO 2015 - Proc.*, no. May, pp. 755–760, 2015.
- [5] S. J. Lu and Y. C. Liu, "Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education," *Environ. Educ. Res.*, vol. 21, no. 4, pp. 525–541, 2015.
- [6] B. Perry, "Gamifying French Language Learning: A Case Study Examining a Quest-based, Augmented Reality Mobile Learning-tool," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 174, pp. 2308–2315, 2015.
- [7] J. Cubillo Arribas, S. Martín Gutiérrez, M. Castro Gil, and A. Colmenar Santos, "Recursos Digitales Autónomos Mediante Realidad Aumentada," *RIED. Rev. Iberoam. Educ. a Distancia*, vol. 17, no. 2, pp. 241–274, 2014.
- [8] I. Radu, "Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis," *Pers. Ubiquitous Comput.*, vol. 18, no. 6, pp. 1533–1543, Jan. 2014.
- [9] S. De Freitas, G. Rebolledo-Mendez, F. Liarokapis, G. Magoulas, and A. Poulouvasilis, "Learning as immersive experiences: Using the four-dimensional framework for designing and evaluating immersive learning experiences in a virtual world," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 41, no. 1, pp. 69–85, 2010.
- [10] E. Morales Corral, "El uso de los videojuegos como recurso de aprendizaje en educación primaria y Teoría de la Comunicación," *Diálogos la Comun.*, no. 80, p. 7, 2010.
- [11] ADeSe, "Anuario 2012 de la Industria del Videojuego," p. 98, 2012.
- [12] M. Akçayır and G. Akçayır, "Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature," *Educ. Res. Rev.*, vol. 20, pp. 1–11, 2017.
- [13] B. de Benito Crosetti and J. M. Salinas Ibáñez, "La Investigación Basada en Diseño en

- Tecnología Educativa,” *Rev. Interuniv. Investig. en Tecnol. Educ.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–16, 2016.
- [14] K. Schwaber, “SCRUM Development Process,” *Bus. Object Des. Implement.*, no. April 1987, pp. 117–134, 1997.
- [15] N. Sampieri, “Capítulo Los métodos mixtos.”
- [16] R. B. Johnson and A. J. Onwuegbuzie, “Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come,” *Educ. Res.*, vol. 33, no. 7, pp. 14–26, 2004.
- [17] J. E. McLaughlin, A. A. Bush, and J. M. Zeeman, “Mixed methods: Expanding research methodologies in pharmacy education,” *Curr. Pharm. Teach. Learn.*, vol. 8, no. 5, pp. 715–721, 2016.
- [18] R. T. Azuma, “A Survey of Augmented Reality,” *Hughes Res. Lab.*, 1997.
- [19] P. W. Newberry, “The effect of competition on eBay,” *Int. J. Ind. Organ.*, vol. 40, pp. 107–118, 2015.
- [20] S. Nebel, S. Schneider, and G. D. Rey, “From duels to classroom competition: Social competition and learning in educational videogames within different group sizes,” *Comput. Human Behav.*, vol. 55, pp. 384–398, 2016.
- [21] I. Radu and B. MacIntyre, “Augmented-reality scratch,” *Proc. 8th Int. Conf. Interact. Des. Child. - IDC '09*, p. 210, 2009.
- [22] R. Palmarini, J. A. Erkoyuncu, R. Roy, and H. Torabmostaedi, “A systematic review of augmented reality applications in maintenance,” *Robot. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 49, no. June 2017, pp. 215–228, 2018.
- [23] K.-H. Cheng and C.-C. Tsai, “Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research,” *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 22, no. 4, pp. 449–462, Aug. 2013.
- [24] R. Wojciechowski and W. Cellary, “Evaluation of learners’ attitude toward learning in ARIES augmented reality environments,” *Comput. Educ.*, vol. 68, pp. 570–585, 2013.
- [25] D. Pinto, J. Mosquera, C. Gonzalez, H. Tobar-Muñoz, S. Baldiris, and R. Fabregat, “Augmented Reality Board Game for supporting learning and motivation in an indigenous community,” *Proc. V Int. Congr. Videogames Educ.*, 2017.
- [26] F. H. Tsai, “The effectiveness evaluation among different player-matching mechanisms in a multi-player quiz game,” *Educ. Technol. Soc.*, vol. 19, no. 4, pp. 213–224, 2016.
- [27] J. Ter Vrugte, T. De Jong, S. Vandercruyssen, P. Wouters, H. Van Oostendorp, and J. Elen, “How competition and heterogeneous collaboration interact in prevocational game-based mathematics education,” *Comput. Educ.*, vol. 89, pp. 42–52, 2015.
- [28] Z. H. Chen, “Learning preferences and motivation of different ability students for social-competition or self-competition,” *Educ. Technol. Soc.*, vol. 17, no. 1, pp. 283–293, 2013.
- [29] Z. H. Chen, “Exploring students’ behaviors in a competition-driven educational game,” *Comput. Human Behav.*, vol. 35, pp. 68–74, 2014.
- [30] H. Tobar-Munoz, S. Baldiris, and R. Fabregat, “Co design of augmented reality game-based

- learning games with teachers using co-CreaARGBL method,” in *Proceedings - IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2016*, 2016, pp. 120–122.
- [31] H. Tobar-Muñoz, R. Fabregat, and S. Baldiris, *Capítulo 10. Method for the Co-Design of Augmented Reality Game-Based Learning Games with Teachers*. 2016.
- [32] M. Bower, C. Howe, N. McCredie, A. Robinson, and D. Grover, “Augmented reality in Education — Cases, places, and potentials,” *2013 IEEE 63rd Annu. Conf. Int. Counc. Educ. Media*, no. September 2014, pp. 1–11, 2013.
- [33] C. Diaz, M. Hincapié, and G. Moreno, “How the Type of Content in Educative Augmented Reality Application Affects the Learning Experience,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 75, no. Vare, pp. 205–212, 2015.
- [34] G. Bitter and A. Corral, “The Pedagogical Potential of Augmented Reality Apps,” *Int. J. Eng. Sci. Invent.*, vol. 3, no. 10, pp. 13–17, 2014.
- [35] H. T. Munoz, S. B. Navarro, and R. Fabregat, “Gremlings in my mirror: An inclusive ar-enriched videogame for logical math skills learning,” in *Proceedings - IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2014*, 2014, pp. 576–578.
- [36] V. Ferrer, A. Perdomo, H. Rashed-Ali, C. Fies, and J. Quarles, “How does usability impact motivation in augmented reality serious games for education?,” *2013 5th Int. Conf. Games Virtual Worlds Serious Appl. VS-GAMES 2013*, no. figure 1, 2013.
- [37] J. Bacca, R. Fabregat, S. Baldiris, S. Graf, and Kinshuk, “Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications,” *Educ. Technol. Soc.*, vol. 17, no. 4, pp. 133–149, 2014.
- [38] M. E. C. Santos, A. Chen, T. Taketomi, G. Yamamoto, J. Miyazaki, and H. Kato, “Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation,” *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 38–56, Mar. 2014.
- [39] M. E. C. Santos, G. Yamamoto, T. Taketomi, J. Miyazaki, and H. Kato, “Authoring augmented reality learning experiences as learning objects,” *Proc. - 2013 IEEE 13th Int. Conf. Adv. Learn. Technol. ICALT 2013*, pp. 506–507, 2013.
- [40] S. Cuendet, Q. Bonnard, and S. DoLenh, “Designing Augmented Reality for the Classroom (PDF Download Available),” *Comput. Educ.*, vol. 68, pp. 557–569, 2013.
- [41] J. Cubillo, S. Martin, M. Castro, and I. Boticki, “Preparing augmented reality learning content should be easy: UNED ARLE - An authoring tool for augmented reality learning environments,” *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 23, no. 5, pp. 778–789, Apr. 2015.
- [42] M. E. C. Santos, D. C. Rompapas, Y. Nishiki, T. Taketomi, G. Yamamoto, C. Sandor, and H. Kato, “The COMPASS Framework for Digital Entertainment,” *Proc. 13th Int. Conf. Adv. Comput. Entertain. Technol. - ACE2016*, pp. 1–6, 2016.
- [43] H. Tobar-Muñoz, S. Baldiris, and R. Fabregat, “Augmented Reality Game-Based Learning : Survey of Experiences, Applications and Design Approaches,” in *Educational Technology*, vol. 4522, no. XX, Y. Baek, Ed. Nova Publishers, 2016, p. XX.
- [44] P. W. Newberry, “The effect of competition on learning in games,” *Int. J. Ind. Organ.*, vol. 40, pp. 107–118, 2015.

- [45] Z. H. Chen and S. Y. Chen, "When educational agents meet surrogate competition: Impacts of competitive educational agents on students' motivation and performance," *Comput. Educ.*, vol. 75, pp. 274–281, 2014.
- [46] J. M. Carroll, G. Chin, M. B. Rosson, and D. C. Neale, "The development of cooperation," *Proc. Conf. Des. Interact. Syst. Process. Pract. methods, Tech. - DIS '00*, pp. 239–251, 2000.
- [47] R. Cober, E. Tan, J. Slotta, H. J. So, and K. D. Könings, "Teachers as participatory designers: two case studies with technology-enhanced learning environments," *Instr. Sci.*, vol. 43, no. 2, pp. 203–228, 2015.
- [48] Proactive, "When Teachers Become Game designers: Guidelines for Creative Game-based Learning practices," 2011.
- [49] J. Rugelj, "Serious Games Design as Collaborative Learning Activity in Teacher Education," in *The 9th European Conference on Games Based Learning*, 2015, pp. 456–461.
- [50] B. Mellini, A. Talamo, S. Giorgi, A. Trifonova, F. Frossard, and M. Barajas, "Psycho-Pedagogical Framework for Fostering Creativity," 2011.
- [51] Unity, "Unity," 2018. [Online]. Available: <https://unity3d.com/es/>. [Accessed: 03-Apr-2018].
- [52] BitBucket, "BitBucket," 2018. [Online]. Available: <https://bitbucket.org>. [Accessed: 03-Apr-2018].
- [53] Unity technologies, "Unity - Manual: El High Level API (API de Alto Nivel)," 2016. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/UNetUsingHLAPI.html>. [Accessed: 03-Apr-2018].
- [54] Unity technologies, "Unity - Manual: Conceptos del Sistema de Red." [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/UNetConcepts.html>. [Accessed: 03-Apr-2018].
- [55] Vuforia, "Vuforia," 2018. [Online]. Available: <https://www.vuforia.com>. [Accessed: 03-Apr-2018].
- [56] Library.vuforia.com, "Vumark," 2018. [Online]. Available: <https://library.vuforia.com/articles/Training/VuMark>. [Accessed: 03-Apr-2018].
- [57] "Taiga." [Online]. Available: <https://taiga.io>. [Accessed: 03-Apr-2018].
- [58] CAP-SOL, "CAPSOL Style Of Learning Assessment." [Online]. Available: www.stylesoflearning.com/styles.html. [Accessed: 03-Apr-2018].
- [59] C. Á. de Encío, "Cuestionario para valorar la motivación del alumno/a de 8 a 12 años." .
- [60] STATA, "Data Analysis and Statistical Software | Stata." [Online]. Available: <https://www.stata.com/>. [Accessed: 03-Apr-2018].
- [61] S. Friese, "Qualitative data analysis with ATLAS." 2014. [Online]. Available: <http://atlasti.com/es/>. [Accessed: 03-Apr-2018].

Anexos

Anexo A. Plantilla diligenciada durante la actividad de análisis.

Anexo B. Información recabada a partir de la lluvia de ideas.

Anexo C. Documento de diseño de juego final.

Anexo D. Contexto y Personajes Alienígenas.

Anexo E. Flujo de juego.

Anexo F. Reglas de juego (prototipo digital).

Anexo G. Product Backlog.

Anexo H. Historias de usuario.

Anexo I. Vista de casos de uso.

Anexo J. Diagramas de secuencia.

Anexo K. Diagrama de Clases.

Anexo L. Sprint1 – Inicio.

Anexo M. Sprint1 – Revisión.

Anexo N. Sprint2 – Inicio.

Anexo O. Sprint2 – Revisión.

Anexo P. Manual del usuario.

Anexo Q. Manual de instalación.

Anexo R. Documento imprimible.

Anexo S. Estilos de aprendizaje.

Anexo T. Guía de Clase.

Anexo U. Cuestionario de aprendizaje.

Anexo V. Encuestas.

Anexo W. Observaciones.

Anexo X. Actividad instruccional.

Anexo Y. Base de datos STATA.

Anexo Z. Análisis de aprendizaje.

Anexo AA. Análisis estilos de aprendizaje.

Anexo BB. Entrevistas.

Anexo CC. Análisis de Motivación.

Anexo DD. Análisis de entrevistas docentes.