

“Cuetaya: Tierra de Colores” – Videojuego de Mesa Educativo con Realidad Aumentada



Monografía presentada para la obtención del

Título de

Ingeniero de Sistemas

Diego Alonso Pinto Muñoz

Juan José Mosquera Melenge

Universidad del Cauca

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas – Grupo de Investigación en Inteligencia
Computacional
Popayán, Diciembre de 2017**

“Cuetaya: Tierra de Colores” – Videojuego de Mesa Educativo con Realidad Aumentada



Monografía presentada para la obtención del
Título de

Ingeniero de Sistemas

Diego Alonso Pinto Muñoz
Juan José Mosquera Melenge

Director: PhD. Carolina González
Co-Director: PhD. Hendrys Tobar

Universidad del Cauca

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas – Grupo de Investigación en Inteligencia
Computacional
Popayán, Diciembre de 2017**

DEDICATORIA

A toda mi familia, en especial a Gladys, mi madre y Camilo, mi hermano, por su amor y apoyo incondicional, a mi padre y mi abuela Ana María que me acompañan siempre y hacen parte de lo que soy y seré en la vida;

A mis compañeros y amigos de universidad, especialmente a Juan José, Andrés Orozco, Andrés Gómez, Adrián, Edward, Cristhiam Fernández y Gabriel Rengifo con quienes iniciamos y finalizamos esta etapa universitaria;

A mis amigas Kelly, Diana y Yurany, por apoyarme y acompañarme con su amistad año tras año en los momentos difíciles y en las mejores ocasiones.

A Carolina González y Hendrys Tobar, nuestros directores por brindarnos su conocimiento, experiencia y confianza durante el desarrollo de este proyecto. A Laura Orozco, por su acompañamiento y colaboración para cumplir con nuestra meta.

A los docentes Damaris, Liliana, Jairo y en especial Lorena, quienes formaron parte importante de este trabajo, con su participación y conocimientos.

Finalmente, a todas las personas que hicieron parte de mi formación profesional y personal, que me acompañaron durante esta carrera, me permitieron culminar una etapa tan importante para mi vida y hoy comparten conmigo esta gran alegría.

Diego Alonso Pinto Muñoz

A Dios por darme la vida, por darme las fuerzas para lograr todos mis objetivos, por su infinita protección, bondad y amor;

A mi madre Socorro por darme siempre lo mejor de ella, por su ejemplo, amor y apoyo incondicional durante todos estos años, por dedicar su vida a cuidar nuestro hogar;

A mi padre Felipe por enseñarme principios que me han llevado a ser quien soy, por ayudarme a crecer, por su dedicación y paciencia infinita;

A mi hermano Andrés Felipe por estar ahí cuando lo necesité, por convertirse en más que un hermano un amigo que me escucha, da consejos y apoya;

A todos mis compañeros y amigos de universidad, especialmente a Diego, Andrés Gómez, Andrés Orozco, Adrián y Edward con los cuales compartí momentos inolvidables durante estos años, apoyándonos mutuamente;

A mi directora de tesis Carolina González por la confianza brindada, por su dirección y apoyo en la revisión y estructuración del trabajo;

A mi co-director de tesis Hendrys Tobar por brindarme su apoyo, colaboración y guía, por brindarme sus conocimientos sobre esta temática;

Finalmente, a todos aquellos quienes estuvieron conmigo brindándome su apoyo y confianza para que hoy esta meta sea toda una realidad.

Juan José Mosquera Melenge

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2.1. Objetivos específicos	2
1.3. METODOLOGÍA	3
1.3.1. Entrenamiento.....	3
1.3.2. Diseño iterativo.....	4
1.3.3. Evaluación en el aula de clases	4
1.4. PRODUCTO	5
1.5. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	7
2.1. MARCO TEÓRICO	7
2.1.1. Aprendizaje basado en juegos	7
2.1.2. Realidad Aumentada.....	7
2.1.3. Motivación – IMI	9
2.2. ESTADO DEL ARTE.....	11
2.2.1. Contexto General	11
2.2.2. Experiencias de uso de videojuegos educativos con AR	11
2.2.3. Experiencias de uso de videojuegos de mesa educativos con AR	16
2.3. BRECHAS EXISTENTES	17
2.4. CONCLUSIONES	18

CAPITULO III. CARACTERIZACIÓN DEL ESTUDIO DE CASO PARA IDENTIFICAR OPORTUNIDADES DE APLICACIÓN DE LOS JUEGOS DE MESA CON REALIDAD AUMENTADA DURANTE EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	19
3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA.....	19
3.1.1. Fase preparatoria.....	20
3.1.2. Trabajo de campo	21
3.1.3. Fase analítica.....	21
3.1.4. Fase informativa.....	28
3.2. CONCLUSIONES	29
CAPITULO IV. PROTOTIPO DE VIDEOJUEGO DE MESA EDUCATIVO CON REALIDAD AUMENTADA, SOPORTADO BAJO EL METODO Co-CreARGBL....	31
4.1. Co-CreARGBL	31
4.1.1. Entrenamiento.....	32
4.1.2. Diseño iterativo.....	33
4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO.....	50
4.3. CONCLUSIONES	56
CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO.....	57
5.1. MÉTODO DE DISEÑO DE ESTUDIO DE CASO	57
5.1.1. Selección de la muestra	58
5.1.2. Unidades de análisis	59
5.1.3. Preguntas de investigación	60
5.1.4. Recolección de la información	60
5.1.5. Análisis de la información.....	72

5.2. REPORTE POSTMORTEM.....	81
5.3. CONCLUSIONES	83
CAPITULO VI. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	85
6.1. RESULTADOS	85
6.2. CONCLUSIONES	85
6.3. TRABAJO FUTURO	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología de la investigación cualitativa.....	19
Figura 2. Codificación de las transcripciones.....	22
Figura 3. Lista de relaciones permitidas en Atlas.ti.....	23
Figura 4. Sección de la red de códigos.....	24
Figura 5. Contenido educativo que imparten los docentes	26
Figura 6. Entorno educativo de los estudiantes	27
Figura 7. Caracterización de los estudiantes	27
Figura 8. Metodología Co-CreARGBL	32
Figura 9. Docentes en sesión de entrenamiento.....	33
Figura 10. Plantilla diligenciada por docentes durante la actividad de Análisis	34
Figura 11. Plantilla para la lluvia de ideas.....	35
Figura 12. Plantilla para clasificación de ideas de Juegos con Realidad Aumentada (JRA).....	36
Figura 13. Docentes en sesión de análisis	36
Figura 14. Metodología de trabajo SCRUM.....	38
Figura 15. Patrón de arquitectura de software MVC	41
Figura 16. Arquitectura del prototipo.....	42
Figura 17. Diagrama de clases del prototipo	43
Figura 18. Pantalla de prueba AR.....	51
Figura 19. Menú principal del prototipo.....	52
Figura 20. Inicio del Tutorial de juego.....	52
Figura 21. Procedimiento metodológico para la evaluación del videojuego.....	58
Figura 22. Selección de la muestra–Pueblo indígena Nasa, Caldono-Cauca.....	59
Figura 23. Actividades para evaluar el aprendizaje	61
Figura 24. Docente y estudiantes en el conversatorio	67
Figura 25. Estudiantes interactuando con la cartilla virtual educativa.....	68
Figura 26. Estudiantes interactuando con "Cuetaya: Tierra de Colores"	69

Figura 27. Estudiantes jugando con "Cuetaya: Tierra de Colores"	69
Figura 28. Cartelera de evaluación de aprendizaje.....	70
Figura 29. Estudiantes realizando el test de motivación	71
Figura 30. Entrevista a estudiantes para evaluar el videojuego.....	72
Figura 31. Estadísticas de fiabilidad	74
Figura 32. Resultados del test de motivación	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sección de la tabla de co-ocurrencia de códigos.....	25
Tabla 2. Oportunidades identificadas a partir del análisis realizado	28
Tabla 3. Características a considerar en la solución de la problemática seleccionada	29
Tabla 4. Product Backlog resumido, ordenado por su estimación	39
Tabla 5. Historia de usuario - Realidad Aumentada en los elementos del videojuego.	40
Tabla 6. Backlog del Sprint 1	44
Tabla 7. Revisión del Backlog del Sprint 1.....	46
Tabla 8. Backlog del Sprint 2	48
Tabla 9. Revisión del Backlog del Sprint 2.....	49
Tabla 10. Unidades de análisis	60
Tabla 11. Plantilla diagnóstica de preguntas para el conversatorio	61
Tabla 12. Plantilla para la evaluación del aprendizaje	62
Tabla 13. Protocolo para el análisis de la Plantilla para la evaluación del aprendizaje	63
Tabla 14. Listado de preguntas para el test de motivación.....	63
Tabla 15. Protocolo para el análisis del test de motivación	64
Tabla 16. Listado de preguntas para la entrevista	65
Tabla 17. Protocolo para el análisis de las entrevistas	65
Tabla 18. Plantilla para el análisis de las entrevistas.....	66
Tabla 19. Formato para clasificar la información recolectada.....	73
Tabla 20. Plantilla del evaluador para clasificar la información recolectada	74
Tabla 21. Matriz de co-ocurrencia para analizar la información recolectada	75
Tabla 22. Resultados de la evaluación diagnóstica	75
Tabla 23. Resultados de la evaluación formativa.....	76
Tabla 24. Resultados de las observaciones finales	76

Tabla 25. Resultados generales de la evaluación de aprendizaje	77
Tabla 26. Plantilla para analizar los test de motivación	78
Tabla 27. Tabla dinámica de las respuestas a una pregunta de la entrevista	79
Tabla 28. Reporte Postmortem	81

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Entrevista en profundidad	21
ANEXO B. Transcripciones de las entrevistas	21
ANEXO C. Codificación de las entrevistas	23
ANEXO D. Red de códigos	23
ANEXO E. Tabla de co-ocurrencia de códigos	25
ANEXO F. Especificación del videojuego	33
ANEXO G. Análisis del videojuego	34
ANEXO H. Diseño del videojuego.....	37
ANEXO I. Product Backlog detallado.....	39
ANEXO J. Historias de usuario	40
ANEXO K. Diagrama de clases detallado.....	41
ANEXO L.. Paquete de juego	50
ANEXO M. Cartilla virtual.....	63
ANEXO N. Test de motivación.....	63
ANEXO O. Reporte estadístico de la evaluación del aprendizaje.....	72
ANEXO P. Reporte estadístico de la evaluación de la motivación.....	72
ANEXO Q. Reporte estadístico de las entrevistas	72

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Realidad Aumentada AR (*Augmented Reality*) y los videojuegos han aparecido como tecnologías emergentes de alto impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje, según lo describe el informe Horizon-2010 [1], estudio cualitativo que identifica y describe las tecnologías con mayor impacto en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación en el ámbito educativo global. La Realidad Aumentada como una combinación de contenido del mundo real con elementos virtuales [2], ha sido una de las herramientas más prometedoras para la enseñanza y el aprendizaje a lo largo de los últimos años [3] y los videojuegos, como aplicaciones de entretenimiento, diseñadas para interactuar con el usuario, desempeñando varios papeles en el aprendizaje en función de factores como el contexto, la meta, la estructura y la naturaleza del videojuego, produciendo en el jugador efectos a nivel cognitivo e inclusive cambios en su comportamiento [4].

El “Informe sobre el uso de juegos en educación” sostiene que para que exista aprendizaje significativo, los juegos han de tener relación con los resultados del aprendizaje y al mismo tiempo han de ser relevantes para contextos de práctica del mundo real [5]. Adicionalmente, el hecho de jugar, debe ser entendido como un momento lúdico, con valor pedagógico, que facilite al docente la implantación del recurso en el aula y permita a los estudiantes aprender diferentes tipos de habilidades y estrategias [6]. En este sentido, en [7], se describen los beneficios que la Unión Europea reconoció, sobre el uso adecuado de videojuegos en diferentes áreas de formación, indicando que este tipo de herramientas, permiten lograr altos niveles de motivación y aprendizaje.

Según [8], una de las aplicaciones fundamentales de la Realidad Aumentada, son los videojuegos, los cuales ofrecen al jugador una experiencia diferente, al usar diversos tipos de rastreo, ayudando a mejorar la percepción del aprendizaje. Sin embargo, la gran mayoría de los videojuegos educativos presentan los siguientes problemas: (i) poseen contenido didáctico predeterminado, no permitiendo a los docentes decidir qué parte del currículo quieren enseñar o practicar por medio del juego y como quieren hacerlo; (ii) carecen de equilibrio entre el componente lúdico y el de aprendizaje, dificultando la evaluación de los objetivos de aprendizaje en cada parte del juego y (iii) no fomentan la motivación intrínseca y a largo plazo [9].

Según [10], la combinación de Realidad Aumentada con videojuegos, permite mejorar la experiencia de aprendizaje, al posibilitar conexiones de contenidos digitales con el mundo real, enriqueciendo así la percepción del entorno, logrando mayor atención y mejor conocimiento de la realidad. Sin embargo, el estado del arte, evidencia un reducido número de aproximaciones que han sido desarrolladas en los últimos años [11], [12], [13], [14], [15] que combinen Realidad Aumentada y

videojuegos, con resultados satisfactorios. Lo anterior debido a que las aplicaciones existentes con Realidad Aumentada se centran en ser simples simuladores de materias concretas o ampliación multimedia de unidades didácticas, los cuales por si solos, carecen de los niveles de entretenimiento y lúdico que ofrecen los videojuegos [16]. Adicionalmente, la fusión de ambas tecnologías no ha permitido generar mundos virtuales dentro de un juego, cuyas mecánicas y dinámicas se diseñen respaldadas para ser interactuadas mediante Realidad Aumentada, actuando como mecanismos mediadores en la trasmisión de contenidos didácticos de manera constructivista y donde el proceso de enseñanza-aprendizaje se realice dentro de las propias acciones que los jugadores puedan ejecutar a lo largo del videojuego [16].

Otras aproximaciones consideran videojuegos de mesa con Realidad Aumentada [17], [18], [19]. No obstante, a pesar de que estos mantienen los niveles de concentración, permiten usar la creatividad y ayudan a desarrollar competencias cognitivas y de alto nivel; no han sido desarrolladas con participación directa del docente, bajo esquemas totalmente colaborativos [20] que permitan la interacción docente-estudiante utilizando papel aumentado [21].

Por lo anterior y para contribuir a la solución de los problemas descritos, se plantea la presente propuesta de investigación, la cual se enfoca en el diseño de un prototipo de videojuego de mesa educativo con Realidad Aumentada, que incorporando un método de Co-Creación, permite involucrar al docente en todas las etapas de desarrollo del videojuego, con el fin de considerar sus necesidades educativas y recibir retroalimentación constante que permita conseguir características válidas que mantengan la jugabilidad de los estudiantes y equilibren el componente lúdico y de aprendizaje.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, el presente proyecto plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo a través de videojuegos de mesa con Realidad Aumentada, desarrollados con participación activa del docente, se puede contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje?

1.2. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar y evaluar un prototipo de videojuego de mesa educativo con Realidad Aumentada, mediante un método de co-creación, para apoyar procesos de enseñanza-aprendizaje en Básica Primaria.

1.2.1. Objetivos específicos

- 1) Caracterizar el estudio de caso para identificar oportunidades de aplicación de los juegos de mesa con Realidad Aumentada durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- 2) Diseñar un prototipo de videojuego de mesa educativo con Realidad Aumentada, soportado bajo el método Co-CreARGBL, que contribuya al aprendizaje de los estudiantes con la participación interdisciplinaria de los docentes.
- 3) Evaluar la solución propuesta en términos de la motivación y el aprendizaje de los estudiantes, por medio de un estudio de caso desarrollado en el centro docente rural mixto Miravalle de la comunidad indígena Nasa, ubicado en el resguardo Las Mercedes, municipio de Caldonó - Cauca.

1.3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto propuesto se seguirá la Metodología para el Co-Diseño de juegos para el aprendizaje basado en juegos con Realidad Aumentada con docentes (Co-CreARGBL) definida por Tobar, Fabregat y Baldiris [16]. Esta metodología contiene 3 etapas: (i) Entrenamiento, (ii) Diseño iterativo y (iii) Evaluación. Dentro de la fase de Diseño Iterativo se utilizará el marco de trabajo SCRUM [22] para la construcción del prototipo de software; y dentro de la fase de Evaluación, para evaluar el aprendizaje se combinará el proceso metodológico de Yin [73] y Shaw [74] y se realizarán entrevistas a los estudiantes; para evaluar la motivación se realizará un auto-reporte usando el IMI (Intrinsic Motivation Inventory) [24].

A continuación se describen las fases de la Metodología de Co-CreARGBL y se relacionan con el marco de trabajo SCRUM y los métodos de evaluación a usar.

1.3.1. Entrenamiento

En esta etapa los líderes, diseñadores y/o investigadores, toman el rol de instructores, para presentar al docente los conceptos de AR y GBL, buscando que entiendan sus potencialidades y beneficios. Se tienen dos actividades, una para cada uno de los aspectos del método, además es necesario que se involucren dispositivos actuales y ejemplos de aplicaciones con AR y juegos para aprendizaje. Durante la primera actividad, los instructores presentan a los docentes los conceptos de AR aplicada en el aprendizaje, es importante que experimenten la AR por ellos mismos, de esta forma se pueden transmitir las ventajas y usos de AR en el aprendizaje, se guía al docente en los principios del Co-Diseño y se muestra la aplicación de diferentes tipos de AR en juegos. Para la segunda actividad, los docentes reconocen los beneficios de los juegos y el aprendizaje lúdico en el aula, 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, las propiedades de buenos juegos para aprendizaje, la elección de frameworks y modelos.

1.3.2. Diseño iterativo

Los docentes y diseñadores, apoyados por los líderes, trabajan mano a mano 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, poniendo un énfasis especial en la característica iterativa de esta etapa. Se tienen entonces cuatro actividades dentro de esta etapa: (i) especificación: los docentes identifican y seleccionan el objetivo de aprendizaje al que apuntarán con el uso del juego con AR, los diseñadores ayudan en esta decisión, pues no todos los juegos y tecnología es aplicable a cualquier materia, los docentes proponen, identifican y crean el contenido de aprendizaje, 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 método sugiere rechazar ideas demasiado simples y preferir juegos complejos que representen el juego detrás del contenido, el resultado de esta actividad es un documento con la idea principal del juego, el objetivo del juego, las condiciones para perder ganar y terminar el juego; (iii) diseño: docentes, diseñadores y desarrolladores trabajan para definir los elementos del juego como las mecánicas, interfaces y contenido, los diseñadores y docentes establecen los efectos a nivel emocional que desean experimenten los jugadores, se definen las mecánicas, 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 AR 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, se pueden usar herramientas simples en línea para crear un documento de diseño colaborativo compuesto, como Google Docs o Dropbox; (iv) desarrollo: incluye toda la actividad de desarrollo de software, diseñadores y docentes verifican periódicamente prototipos digitales. Los desarrolladores eligen el motor, arquitectura y tecnologías a usar ya que dependen en gran medida los diseños particulares.

1.3.3. Evaluación en el aula de clases

El producto creado en las anteriores etapas es probado 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. El resultado de esta actividad es preparar un escenario para realizar la evaluación; (ii) evaluación: aunque la metodología no define un método de evaluación formal, sugiere realizar

observaciones directas y evaluaciones de aprendizaje, sin embargo, para el estudio de caso, se combinará el proceso metodológico de Yin [73] y Shaw [74], se evaluará la motivación con auto-reportes usando el IMI [24] y con respecto al fortalecimiento y apropiación de las costumbres y valores de la cultura Nasa, se realizarán sesiones de entrevistas a los estudiantes, Los resultados obtenidos serán plasmados en un instrumento de evaluación diseñado y aplicado por los docentes.

Adicionalmente, resulta necesario que los investigadores realicen observaciones sobre el desarrollo de la actividad, las técnicas para llevar a cabo estas observaciones deben informar acerca del rendimiento general del juego, el cómo se sienten los jugadores durante la experiencia, así como también, los cambios técnicos que de ser necesario deben ser realizados a la actividad de aprendizaje. Entre las técnicas se recomiendan observaciones de campo y filmaciones de la interacción, además es importante llevar a cabo sesiones informativas de entrevistas con docentes y estudiantes, para obtener retroalimentación del proceso en general.

1.4. PRODUCTO

Los resultados de la propuesta de trabajo de grado serán entregados así:

- 1) Monografía que condense la información recopilada a través del estado actual del conocimiento y los resultados obtenidos mediante la ejecución del presente proyecto.
- 2) Prototipo de videojuego de mesa educativo con Realidad Aumentada que soporte procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula.
- 3) Dos artículos, el primero que describa el proceso de creación llevado a cabo para la realización del prototipo, el segundo que presente los resultados del proceso investigativo durante la ejecución 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: Caracterizar el estudio de caso para identificar oportunidades de aplicación de los juegos de mesa con Realidad Aumentada durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este capítulo describe el estudio cualitativo desarrollado

para identificar oportunidades de aplicación de juegos de mesa, teniendo en cuenta el contenido educativo que se imparte, el contexto de los estudiantes y la incorporación y uso de videojuegos con Realidad Aumentada en el aula.

Capítulo 4: Prototipo de videojuego de mesa educativo con Realidad Aumentada, soportado bajo el método Co-CreARGBL. Este capítulo describe las actividades realizadas para el diseño y desarrollo del prototipo construido.

Capítulo 5: Evaluación del prototipo. En este capítulo se muestran los resultados de la evaluación realizada al prototipo teniendo en cuenta el instrumento de evaluación y los objetivos planteados.

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

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se abordan los diferentes conceptos relacionados con la investigación y ejecución del proyecto. Se menciona el estado actual del conocimiento en la temática a tratar y finalmente se hace una revisión crítica de lo que se ha hecho y no se ha hecho con relación al presente trabajo.

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Aprendizaje basado en juegos

El aprendizaje basado en juegos o *Game-Based Learning* (GBL, por sus siglas en inglés) es un enfoque de enseñanza que ha recibido gran atención en la última década, éste conjuga el aprendizaje con el uso de juegos, en particular los juegos digitales o de naturaleza computacional, con el fin de apoyar y mejorar la enseñanza, el aprendizaje y/o la evaluación. Se considera "*una manera eficaz para motivar al alumno y para que el estudiante participe en experiencias de aprendizaje activo*" [25].

A través de GBL los estudiantes desarrollan los aspectos relevantes de los juegos, desde la incorporación de un contexto de aprendizaje diseñado por los educadores, quienes trabajan en equipo con sus estudiantes con el fin de añadir profundidad y perspectiva a la experiencia de interacción con el juego [26]. Estos avances han formado una nueva concepción de lo que son las experiencias educativas, permitiendo la construcción del aprendizaje mediado por los juegos y aportando así cierto grado de interactividad que pueda repercutir en un mejor aprendizaje. Además, el GBL "*permite brindar estrategias innovadoras que potencien la capacidad de los estudiantes para aprender-jugar y al mismo tiempo le permita resolver problemas de la vida diaria*" [27].

En investigaciones referentes a GBL [28] [29] se ha encontrado que este tema ha crecido desde 2006 y existe un rápido aumento en esta línea de investigación. También se encontró que el número de artículos de investigación ha aumentado significativamente durante los últimos 10 años y, por lo tanto, se evidencia una tendencia en la literatura a considerar los juegos como herramientas excepcionales, que cambian la forma de pensar.

2.1.2. Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada AR (*Augmented Reality*) es, en esencia, un "*sistema que combina objetos reales y virtuales en un entorno real; funciona interactivamente y en tiempo real; registra (alinea) objetos reales y virtuales entre sí*" [30], estos objetos virtuales se superponen a la realidad física a través de diferentes dispositivos tecnológicos como: móviles, tabletas, computadores, entre otros [31].

La AR ha tenido varias y diversas aplicaciones, entre las que se incluyen juegos comerciales, anuncios y utilidades. Recientemente, una empresa de Estados Unidos de nombre Niantic, sacó al mercado *Pokémon Go* [32], un juego de AR para móviles que alcanzó un éxito sin precedentes en el género. Así mismo, se tienen varias aplicaciones desarrolladas para trabajar con AR, por ejemplo: las aplicaciones que usan el GPS, cámaras digitales, sensores ópticos, acelerómetros, giroscopios, entre otros. También hay opciones comerciales para el usuario común como las plataformas Layar [33] y Metaio [34]; ambas ofrecen herramientas que facilitan el desarrollo de aplicaciones basadas en la ubicación y en imágenes.

Adicionalmente, se destacan bibliotecas y plataformas que pueden ser utilizadas para conseguir o construir aplicaciones AR, como ARToolkit [35] o ATOMIC Authoring Tool [36], las cuales han contribuido a la investigación y desarrollo de aplicaciones con AR.

2.1.2.1. AR para el aprendizaje

De acuerdo con [37], el uso de AR aporta diversos beneficios para el proceso de enseñanza-aprendizaje [10]. En la reseña de Yuen [30], se afirma que AR tiene potencial para:

- Involucrar, motivar y estimular a los estudiantes.
- Ayudar a enseñar temas en los que no es fácil ganar experiencia.
- Mejorar la colaboración entre estudiantes - docentes, y entre estudiantes.
- Fomentar la creatividad y la imaginación de los estudiantes.
- Ayudar a los estudiantes a tomar el control de su aprendizaje.
- Crear un ambiente de aprendizaje auténtico adecuado a varios estilos de aprendizaje.

Adicionalmente, se proponen 5 claves para la aplicación de AR en entornos de aprendizaje, los cuales son: Libros AR, Juegos AR, Aprendizaje basado en el descubrimiento, Modelado de objetos y Capacitación de habilidades.

Todo esto demuestra un interés en la realización de AR para el aprendizaje, por ejemplo: Radu en [38], enumera y apoya estos beneficios:

- Mayor comprensión del contenido.
- Aprender la estructura espacial y la función.
- Aprender las asociaciones lingüísticas.

- Retención de la memoria a largo plazo.
- Mejor rendimiento de tareas físicas.
- Mejora de la colaboración.

Finalmente, en [39] se concluye que basándose en la literatura existente, AR es una buena herramienta para el aprendizaje y que se ha aplicado en varios campos de la cognición, desde las matemáticas simples, ciencias naturales hasta la astronomía y química.

2.1.2.2. Aprendizaje basado en juegos con AR

El aprendizaje basado en juegos con Realidad Aumentada ARGBL (*Augmented Reality Games for Learning*) [40] [41], ha sido considerado últimamente como un potencial con fines educativos y pedagógicos. Tal afirmación es apoyada por Schmitz, Klemke y Specht [42], quienes revisaron varios artículos donde se aplican juegos y AR, éstos concluyeron que, “*si bien ARGBL sigue siendo un campo joven, los juegos han demostrado un impacto en la motivación y el aumento de conocimiento cuando se aplican en actividades educativas*” [41].

Dichos autores proponen, como trabajo futuro, una mayor investigación sobre las correlaciones en los patrones de diseño y resultados de aprendizaje de las experiencias de ARGBL. Afirman que esto puede ser útil para motivar a los docentes a utilizar tales herramientas para la enseñanza.

ARGBL también ha sido considerado en revisiones más amplias como [39] [38] [41] donde consideran que las experiencias de ARGBL son especiales debido a la forma en que se comunican y motivan a los estudiantes a alcanzar las metas de aprendizaje y juego.

Yuen [10] propuso los juegos de AR como una de sus instrucciones para aplicar AR al aprendizaje, afirma que los juegos de AR ofrecen a los educadores la oportunidad de utilizar nuevas formas altamente visuales y altamente interactivas de aprendizaje. No obstante, se debe destacar cómo los juegos AR heredan algunos de los aspectos perjudiciales de la aplicación de AR en el aula, como son los túneles de atención, carga cognitiva y problemas de usabilidad [38]. Sin embargo, los trabajos en ARGBL son pocos en comparación con los que aplican las tecnologías de maneras distintas.

2.1.3. Motivación – IMI

Como se menciona anteriormente la motivación es un aspecto fundamental en ARGBL, pero, ¿A qué se refiere cuando se habla de motivación? La motivación es

la razón de las acciones, deseos y necesidades de las personas, es decir, es lo que hace que una persona quiera repetir un comportamiento determinado [43].

Existen varios modelos psicológicos relacionados con la motivación, entre ellos se destaca la motivación intrínseca. Esta ha sido estudiado desde principios de los años setenta como el “*deseo de buscar nuevas cosas y nuevos desafíos, analizar la capacidad, observar y adquirir conocimiento*” [44].

Para medir esta motivación se puede usar el Inventario de Motivación Intrínseca IMI (*Intrinsic Motivation Inventory*) como instrumento de medición multidimensional basado en la Teoría de la Autodeterminación SDT (*Self-Determination Theory*) [44] utilizado para evaluar las experiencias subjetivas de los participantes al desarrollar una actividad [45][46]. Este instrumento determina los niveles de motivación intrínseca como resultado de un conjunto de sub-escalas, que se presentan a continuación:

- Interés/Disfrute: Evalúa el interés y el placer inherente al realizar una actividad específica.
- Competencia percibida: Mide la efectividad de las personas cuando realizan una tarea.
- Esfuerzo: Evalúa la inversión de la persona de sus capacidades en lo que él/ella está haciendo.
- Valor/Utilidad: Mide el valor agregado y utilidad que genera determinada actividad en la persona.
- Presión/Tensión: Evalúa si los participantes sienten presión para tener éxito en una actividad.
- Relación: Grado de los sentimientos de una persona conectados a otros y se utiliza en estudios donde las interacciones interpersonales son relevantes.
- Elección percibida: Evalúa cómo las personas sienten que participan en una actividad porque eligen hacerlo.

El IMI se ha utilizado en investigaciones centradas en la motivación intrínseca y la autorregulación en diversos campos como las actividades de lectura [45], de actividades informáticas [47] y formación / educación [48]. En todos estos estudios las versiones IMI variaron en subescalas y elementos dependiendo de las características de las tareas y los participantes, por lo tanto, se recomienda ajustar el instrumento de acuerdo a tareas y campos específicos que se estén investigando.

2.2. ESTADO DEL ARTE

2.2.1. Contexto General

En la última década, el aprendizaje basado en juegos y las aplicaciones con Realidad Aumentada han recibido atención por su gran potencial en el ámbito educativo, investigadores de todo el mundo se han esforzado para llegar a teorías, hechos y experiencias que demuestren y expliquen las características, posibilidades y capacidades que estos brindan en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre las experiencias encontradas que relacionan videojuegos educativos y Realidad Aumentada se observa, que a pesar de los beneficios que estas tecnologías brindan a la educación, no se han podido integrar de forma correcta en las aulas de clase, esto debido a que no se sigue una metodología de diseño que involucre las necesidades educativas de los docentes y su participación activa, no produciendo el impacto esperado en el proceso educativo.

2.2.2. Experiencias de uso de videojuegos educativos con AR

Dentro de las experiencias que combinan AR y videojuegos educativos cabe mencionar la investigación descrita en [18], donde se desarrollan dos estudios de caso: (i) *Augmented Calligraphy*, que corresponde a un sistema de formación lúdico que permite enseñar y mejorar la caligrafía en caracteres japoneses y chinos, (ii) *AR Drum Kit*, que busca mejorar la habilidad de tocar batería en una persona novata. Para el primer caso, se trabajó con seis sujetos, quienes probaron el sistema con la escritura de un carácter chino cinco veces, luego diligenciaron un cuestionario donde se observó que la información de retroalimentación y orientación dada por el sistema fue útil. Para el segundo caso, se trabajó con ocho sujetos, a quienes se les realizó una entrevista previa sobre: percusión, toque, experiencias y habilidades; luego de usar el sistema y diligenciar el cuestionario, los sujetos indicaron que el juego les permitió mejorar su habilidad e incrementar su interés y motivación para el autoaprendizaje, pero, se muestran insatisfechos con la usabilidad de la solución. Finalmente el autor concluye que la interacción física con AR trajo una experiencia de usuario agradable que permitió dirigir la atención en el juego y actividad de aprendizaje; sin embargo, el autor sugiere llevar a cabo un estudio de usuarios a largo plazo para evaluar si los servicios de AR ofrecen una motivación sostenible y mejoran la eficiencia del aprendizaje. Adicionalmente, se aconseja para futuros estudios, tener en cuenta la duración del espacio de retroalimentación, la velocidad de la actividad y la cantidad esperada de atención que un estudiante tiene durante una tarea.

Por medio de la AR, los dispositivos móviles y el entorno escolar, los estudiantes se sumergen en un proceso que permite una mayor interacción, sin las limitantes que puede ocasionar la utilización única de enfoques teóricos, sino involucrando

su propio espacio escolar para aprender. Un ejemplo de esto se presenta en [49], donde los autores, describen un videojuego educativo con AR para la enseñanza de las ciencias forenses, permitiendo a los estudiantes aprender de una forma distinta, interactuando con marcadores que están ubicados en su propio colegio. Los estudiantes utilizan el juego para acceder a la información relacionada con la ciencia forense y elementos relevantes para resolver un caso. La evaluación se realiza con 68 estudiantes de secundaria y los resultados del estudio demostraron que el videojuego: (i) permitió desarrollar un interés por la ciencia de investigación, (ii) aumentó la intensidad y el deseo por el descubrimiento, (iii) facilitó la interacción con el contexto y (iv) redujo la carga cognitiva. Por otro lado, el estudio contó con una muestra de la población enfocada en zonas medio urbanas, lo que no permite la generalización, los niveles de competencia fueron prácticamente inexistentes y el uso simultáneo para el escaneo de códigos aumentó los tiempos de espera lo que generó aburrimiento y desmotivación.

De otra parte, los estudiantes pueden participar en la construcción del contenido de aprendizaje de videojuegos educativos. Este es el caso de [50], estudio que desarrolla un videojuego de simulación de AR en dispositivos Android para la enseñanza de los principios básicos de gráficos en 3D, con el fin de estimular las habilidades de modelado. En este videojuego, el estudiante interactúa con varios mini modelos 3D, creando su propio objeto 3D con los conocimientos adquiridos y recibiendo finalmente una puntuación por el trabajo desarrollado. No obstante, al no ser usado en aulas reales, el estudio carece de una evaluación formal que evidencie la motivación y aprendizaje del estudiante.

En [51] se explora la utilización de la realidad espacial aumentada en personas SARP (*Spatial Augmented Reality on Person*) y la codificación auto-referencial SER (*Self-Encoding Reference*) para desarrollar el videojuego educativo "Augmented Anatomy", para fomentar el aprendizaje de la anatomía. Se utiliza el cuerpo del jugador como el marcador, entrelazando las interacciones corporales aumentadas. El estudio se probó con cincuenta estudiantes y varios docentes fueron entrevistados. Los resultados indican que el aprendizaje de la anatomía usando el videojuego fue más atractivo, eficaz y divertido que la enseñanza con libros de texto de sólo las estructuras anatómicas. La retroalimentación es rápida y divertida, el hecho que los órganos puedan verse sobre la ropa de los estudiantes hace la experiencia más personal, centrándose en el propio estudiante y en que este haga parte de su propio aprendizaje. Sin embargo, en cuanto a los elementos utilizados, el estudio cuenta con limitaciones técnicas a mejorar: el uso del cuerpo como el marcador principal y los proyectores de alto costo.

Otra experiencia para resaltar se describe en [15], estudio que propone a GARLIS (*Game-based Augmented Reality Library Instruction System*), el juego enseña y explica los conocimientos que se deben tener en cuenta para utilizar con eficacia

los recursos de una biblioteca. En el estudio intervinieron 116 estudiantes de grado 3º, quienes fueron divididos en dos grupos: experimental y de control. A ambos grupos se les enseñó el mismo contenido relacionado con el sistema de clasificación de la biblioteca chino. El grupo de control fue evaluado para conocer su estilo de aprendizaje y medir su desempeño con un pre-test y un post-test. Finalmente, los resultados experimentales demostraron que el uso de GARLIS no evidenció una mejora en el aprendizaje de los estudiantes respecto al método de instrucción bibliotecario convencional, esto debido a que se debe ampliar el contenido de GARLIS para enseñar otras habilidades básicas de uso de la biblioteca y se deben mejorar los efectos y mecanismos interactivos con AR para que se adapten a las respuestas del estudiante.

La AR es una experiencia que combina las tecnologías del mundo real con el mundo virtual, aumenta la perspectiva del usuario acerca de las cosas que ve en el mundo real. En [52], se realiza una comparativa entre la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada, evidenciando sus ventajas, desventajas y finalmente desarrollando un sistema para turistas, que permite con ayuda de GPS, conocer información histórica, mitos, leyendas, culturas y costumbres de un lugar específico. Es necesario conocer la opinión de los usuarios, pues los resultados de la experiencia realizada, se enfocan únicamente en reconocer el potencial de una aplicación, teniendo en cuenta sus beneficios a nivel turístico y cultural.

Por otra parte, [14] investiga el impacto de la usabilidad sobre la motivación en juegos serios con AR, para ello se desarrolla un videojuego (más una simulación) llamado AR-SEE (*Augmented Reality for passive Solar Energy Education*) que enseña al estudiante conceptos científicos detrás de la energía solar y consejos prácticos para que diseñe la arquitectura de una casa que necesita recibir una temperatura óptima del sol. El estudiante puede jugar con varios marcadores y con las opciones de la GUI para configurar la casa (materiales, dimensiones y posición del sol). Este estudio se realiza con nueve docentes y trece estudiantes de secundaria, en donde se aplican pruebas iniciales para evaluar la facilidad de uso y la aceptabilidad del prototipo. Posteriormente, se realizan refinamientos y se prueba con treinta y seis estudiantes universitarios en tres escenarios diferentes: (i) PC, (ii) marcador individual con AR y (iii) multi-marcador con AR; durante dos días. En el primer día, los participantes hicieron el pre-test: fueron entrevistados y entrenados en la interfaz del sistema (usabilidad). En el segundo día, usaron el prototipo y realizaron el post-test: fueron entrevistados y diligenciaron un cuestionario sobre el rendimiento y la motivación que tuvieron. Los resultados reflejaron que con el PC se tuvo una mejor usabilidad, con el marcador individual con AR hubo un mayor aprendizaje y que los juegos serios con AR pueden aumentar la motivación para aprender por encima del PC. En base a esto, se deduce que el videojuego carece de usabilidad en los escenarios donde se trabajó con AR y que se deben llevar a cabo estudios formales en aulas de clase y no en

laboratorios de universidades con el fin de investigar mejor el impacto de la AR en el aprendizaje.

Otras aproximaciones, consideran el uso de videojuegos educativos para niños en situación de discapacidad. Un ejemplo se describe en [53], en donde los autores desarrollan un videojuego para plataformas Android y iOS, con actividades que deben ser realizadas en un zoológico virtual. Durante el juego, el usuario es capaz de elegir entre diferentes escenas, cada uno de ellas implica tareas diferentes en relación con el animal seleccionado en la escena principal. Dependiendo de la elección, se realizan una serie de preguntas. Las preguntas pueden ser editadas mediante la modificación de un archivo externo XML generado por el juego. Para la evaluación del estudio, se realizaron pruebas con un grupo de 5 niños, quienes fueron capaces de memorizar las preguntas y las respuestas. La propuesta del zoológico virtual resultó muy atractiva para el grupo, los niños aprendieron con éxito las preguntas y respuestas sobre los animales. Días después, se volvió a preguntar a los niños y recordaban lo aprendido. Por tanto, esta es una manera de atractiva de proporcionar a los niños buen conocimiento de largo plazo sobre los animales. Por otra parte, el estudio carece de un grupo más amplio de usuarios para la realización de pruebas y la obtención de resultados más significativos, se considera que 5 usuarios de prueba no conforman una población ideal para evaluar una experiencia de este tipo, adicionalmente, para cambiar la dificultad del juego es necesario modificar un archivo externo mediante un editor de XML, para lo cual se precisa conocimiento sobre el tema, y para finalizar, nunca se justifica en el documento que la población objetivo incluya personas con discapacidad, sino que se centran en una descripción detallada de la tecnología y los elementos utilizados en el juego.

En [13] se presenta un videojuego con AR llamado *Music-AR*, el cual está orientado a la enseñanza y percepción de las propiedades de sonido como tono, intensidad y volumen. Se buscó que el juego fuera atractivo, lúdico, fácil de usar, fácil de aprender, intuitivo y visualmente agradable. El niño puede oír/ver las explicaciones sobre el tema y luego utilizar los conceptos aprendidos para resolver los ejercicios. Para evaluar la usabilidad del videojuego se tuvo la participación de seis niños, de los cuales, tres tienen necesidades especiales (síndrome de Down). Las evaluaciones se realizaron en la casa de cada niño, primero se realizó una explicación corta del juego, después los niños usaron el juego y finalmente respondieron un cuestionario. Al finalizar el estudio, se concluyó que: todos los niños fueron capaces de utilizar la aplicación, lograron hacer con éxito los ejercicios y disfrutaron del diseño del juego. Sin embargo, el videojuego carece de un mecanismo de ayuda, lo que genera problemas para entender las actividades a desarrollar. Adicionalmente, se requiere audio de mayor calidad.

En el ámbito de la ingeniería, tenemos *ROBOT* [54], proyecto que combina AR y laboratorios remotos, para desarrollar y evaluar las habilidades necesarias para la programación, el jugador controla un robot a distancia, ubicado dentro de una zona marcador, que contiene 35 zonas para desplazarse, teniendo en cuenta las instrucciones brindadas, el jugador deberá manipular las acciones que hace el robot para cumplir un determinado objetivo. Al finalizar, los autores concluyen que sí es posible combinar los laboratorios remotos con AR para crear juegos para la educación y que la tecnología utilizada fue adecuada para desarrollar y evaluar conocimientos básicos de programación y pensamiento algorítmico, aunque el estudio carece de resultados que demuestren los beneficios del proyecto en el contexto real, además, cabe mencionar que este tipo de experiencias requieren la disponibilidad de una infraestructura óptima para comunicar los diferentes usuarios con los elementos del laboratorio remoto.

Enseñar ciencias naturales ahora puede ser más fácil con *AR Fishing* [11], videojuego basado en dos páginas de un libro educativo: la página de la pesca y la página de la cadena alimenticia. El videojuego permite explorar seis zonas de pesca donde habitan diferentes especies marinas, el niño debe ir recolectando dichas especies hasta formar la mayor cadena alimenticia. En el estudio participaron diez estudiantes universitarios en cinco pruebas piloto consecutivas. Se trabajó en parejas para evaluar la interfaz y las funciones del sistema de juego. Por cada prueba piloto se diligenció un cuestionario y se discutieron dichas respuestas. El videojuego fue modificado en base a las sugerencias de los estudiantes y se realizó con otros diez estudiantes la segunda fase de la evaluación que consistía en llenar un cuestionario y hacer una entrevista sobre la usabilidad y estabilidad del sistema. Los resultados de los cuestionarios y entrevistas reflejaron que los estudiantes se interesaron por la aplicación, no obstante, afirman que se debe mejorar el sistema de interfaces y las actividades de aprendizaje, con el fin de hacerlo más atractivo, además, deben realizarse pruebas en contexto de aula.

Finalmente, en [12] se presenta un estudio con el fin de comparar la efectividad del aprendizaje y la satisfacción de los niños que utilizan un juego de iPhone, para ello se desarrolla un videojuego para la enseñanza del ciclo del agua, el videojuego incluye múltiples formas de interacción y combinación de mini-juegos con AR y mini-juegos sin AR. La lección de aula tradicional tiene el mismo contenido de aprendizaje que el juego de iPhone. En el estudio, diez marcadores de AR se colocan en diferentes partes del aula, cuando los niños seleccionan un objeto, un mensaje se visualiza diciéndoles que si el objeto tomado era el correcto. Entre cada mini-juego, se visualizan las explicaciones de vídeo y audio, que describe las reglas y objetivos para completar el siguiente mini-juego. Cada mini-juego está unido entre sí, en un hilo continuo de la historia. El estudio fue realizado con 38 niños entre los 8 y 10 años, los resultados mostraron que la diferencia

entre los puntajes de aprendizaje entre el pre-test y el post-test fue significativa, aunque con respecto al método utilizado, los resultados no mostraron diferencias significativas entre el método con iPhone y la lección de clase tradicional. Aunque el proyecto ofrece una variante novedosa frente al sistema tradicional de enseñanza, no se ha tenido en cuenta el desarrollo multiplataforma del juego, para incluir su funcionamiento en dispositivos con otros sistemas operativos.

2.2.3. Experiencias de uso de videojuegos de mesa educativos con AR

Dentro de las pocas experiencias de videojuegos de mesa soportados con AR se tiene *OUTLIVE* [17], videojuego inspirado en el juego “Los Colonos de Catán” [55], se compone de un tablero, fichas y un volcán que está en el centro del tablero. El objetivo del videojuego es escapar de una isla, para ello se deben obtener las materias primas necesarias para construir una balsa. El videojuego es multi-jugador por lo tanto, cada jugador debe turnarse, gana el primero que logre escapar de la isla. El prototipo es totalmente funcional y pruebas internas indican que es un juego interesante, sin embargo, es evidente que faltan evaluaciones formales que validen su usabilidad y evalúen la interacción y actitud de los distintos jugadores ya que el videojuego al no permitir que varios jugadores jueguen al tiempo, puede ocasionar pérdida de motivación, estrés y desánimo.

Otra experiencia es [18], un estudio donde se desarrollan dos videojuegos de mesa y donde la AR se usa como soporte de ayuda para aprender sobre el uso/manejo del juego. Los juegos de mesa utilizados en este estudio fueron: *Go* y *Póker*. En *Go*, la AR se vuelve un asistente virtual que reconoce el tablero con la ayuda de un proyector y una cámara, da consejos al jugador sobre posibles movimientos, peligros, graba las partidas y tiene un modo entrenamiento. En *Póker*, con la AR se muestran consejos de juego basado en las cartas que tiene el jugador y en su frecuencia cardíaca. Para la evaluación de estos dos videojuegos, se realizó lo siguiente: Para el videojuego de *Go*, se trabajó con 18 sujetos voluntarios, ninguno tenía conocimiento previo acerca de este juego. Se aplicaron 3 estilos diferentes de aprendizaje: estilo tradicional, modo computador y modo AR. Se midió el nivel de motivación intrínseca que determina la actitud del estudiante para el autoaprendizaje. En las escalas de: interés/disfrute, percepción de competencia y valor/utilidad fue superior el modo AR a los demás y en presión/tensión fue superior el estilo tradicional. Para el videojuego del *Póker*, se trabajó con 8 sujetos voluntarios. A cada sujeto se le pidió que jugara 8 rondas de *Póker* contra el computador, de tal manera que se pudiera disminuir o aumentar la dificultad, durante el transcurso de la partida se iba midiendo su frecuencia cardíaca y se le avisaba a manera de retroalimentación su grado de excitación. Para este videojuego, se demostró que el grado de dificultad aumentó la actividad emocional y que la retroalimentación disminuyó ligeramente la excitación del jugador. Al finalizar el estudio, se concluye que se debe mejorar la interacción del

jugador con el sistema ya que como se vio reflejado en el primer videojuego, la AR generó presión y tensión en el jugador, por lo que se recomienda elegir mejor qué parte de la interacción tradicional debe ser sustituida por el dispositivo digital, también se aconseja llevar a cabo un estudio a largo plazo donde se evidencie que la AR ofrece una motivación sostenible y mejora el aprendizaje.

En [19] desarrolla un videojuego de mesa llamado *MonopolyTMAR* basado en el popular juego de mesa *Monopoly*TM. En este videojuego la AR se convierte en una interfaz tangible que permite aumentar los efectos visuales al tener una webcam que apunta al tablero y la escena aumentada es visible en la pantalla de un computador. Los autores concluyen que el animar el tablero y fichas con AR hace que los juegos de mesa tradicionales se vuelvan mucho más atractivos e inmersivos, por lo que sugieren mejorar los juegos de mesa tradicionales con elementos virtuales. Cabe decir que este videojuego sólo se limitó a “aumentar” cada ficha del tablero y no ofrece ningún contenido de aprendizaje.

2.3. BRECHAS EXISTENTES

De acuerdo con la revisión de la literatura presentada, se evidencia que existen varias falencias con respecto al correcto uso e incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, como:

- El uso de AR y GBL es reciente, por consiguiente hay que explorar más estas temáticas.
- Los trabajos de investigación no han explorado las implicaciones de usar ARGBL.
- El uso de juegos de mesa para el aprendizaje con AR es muy reciente.
- La co-creación es una oportunidad que no se ha explorado mucho.
- Los juegos ARGBL encontrados son genéricos y no le permiten al docente crear sus propias experiencias.

Adicionalmente, aunque los docentes se interesan en el manejo de nuevas herramientas TIC, buscan su incorporación en el aula bajo los mismos enfoques convencionales de enseñanza, esto puede ser negativo, pues no siempre las soluciones propuestas se ajustan al método de enseñanza llevado por los docentes. Así, la falta de oportunidades para que el docente forme parte del proceso de creación de sus recursos educativos ha causado una pobre apropiación y aprovechamiento de las nuevas tecnologías como la AR y el uso GBL en el aula.

2.4. CONCLUSIONES

Algunas investigaciones han demostrado que el uso de videojuegos con AR en el aula ayudan al estudiante a participar de manera activa, facilitan la construcción y fortalecimiento de conocimientos, lo que permite desarrollar experiencias significativas, aportando un grado de interactividad que puede repercutir en un mejor aprendizaje, además de brindar estrategias innovadoras que potencien la capacidad de los estudiantes para aprender jugando y al mismo tiempo le permita resolver problemas de la vida diaria.

Las propuestas educativas con AR revisadas y las brechas identificadas durante la revisión documental, muestran que la mayoría de soluciones TIC propuestas que se incorporan en el aula no se adaptan a las necesidades reales de estudiantes y docentes. Así, el docente se ve obligado a escoger entre un catálogo limitado de temáticas abordadas por las soluciones propuestas o continuar utilizando su método tradicional de enseñanza. Por otro lado, es probable que el docente en algunas ocasiones requiera ser capacitados para la correcta configuración y uso de los recursos TIC, esto implica tiempo y dedicación extra dentro de sus responsabilidades laborales y académicas.

En este sentido, se propone una herramienta educativa con Realidad Aumentada creada en conjunto con los docentes, teniendo en cuenta sus necesidades educativas, para que sea utilizada dentro y fuera del aula de clase, que motive el aprendizaje, la participación activa de los estudiantes y la interacción con el docente. Una solución que involucre al equipo docente durante el proceso de creación, con el propósito de obtener una propuesta útil, entendible, ajustada y que no requiera de extensas horas de capacitación para poder ser utilizada en el aula.

CAPITULO III. CARACTERIZACIÓN DEL ESTUDIO DE CASO PARA IDENTIFICAR OPORTUNIDADES DE APLICACIÓN DE LOS JUEGOS DE MESA CON REALIDAD AUMENTADA DURANTE EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

En este capítulo se describe el proceso llevado a cabo para identificar las oportunidades de aplicación de los juegos de mesa con AR en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Teniendo en cuenta las fases de investigación cualitativa descritas en [56], (i) Preparatoria: entender la naturaleza del problema, el objetivo y diseñar la recolección de los datos, (ii) Trabajo de campo: selección de participantes y aplicar el instrumento de recolección, (iii) Analítica: analizar las transcripciones realizadas y obtener resultados. Finalmente, (iv) Informativa: estructurar los resultados obtenidos para identificar las oportunidades, su solución y características necesarias.

Para el desarrollo de este proceso, se realizaron entrevistas en profundidad con la participación de docentes de básica primaria del centro docente rural mixto Miravalle, ubicado en el resguardo Las Mercedes, municipio de Caldon, Cauca. Posteriormente, se utilizaron métodos de análisis de datos para identificar las oportunidades de aplicación de los juegos de mesa con AR en el contexto anterior.

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA

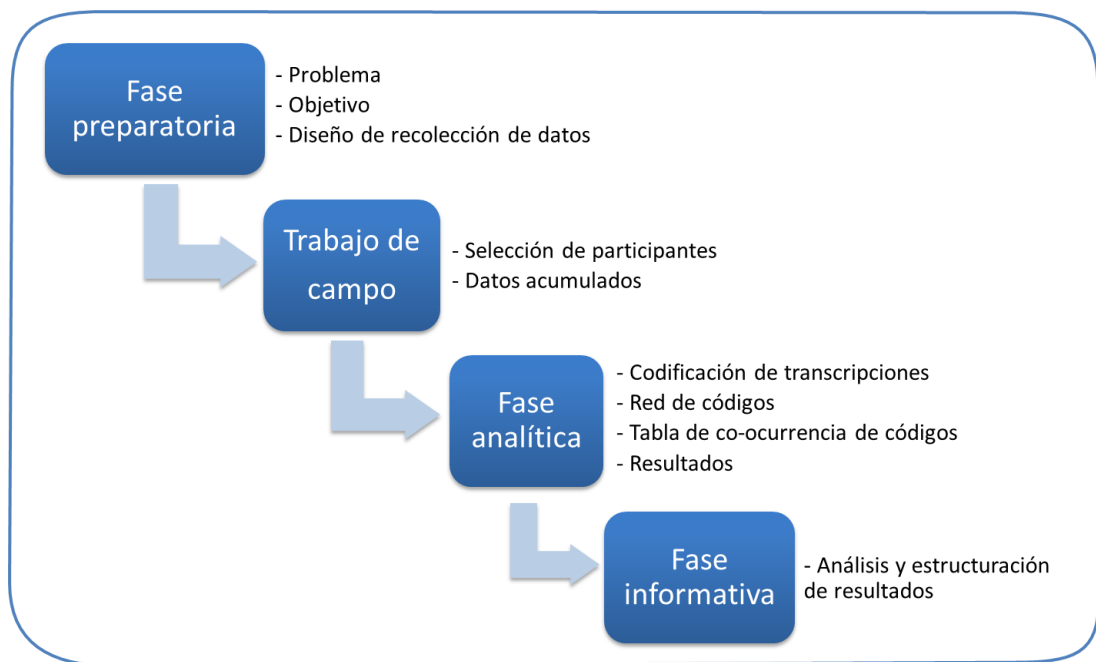


Figura 1. Metodología de la investigación cualitativa

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Rodríguez, Flores y García [56]

Como se describe en la Figura 1, para caracterizar el estudio de caso que permita identificar las oportunidades de los juegos de mesa con AR durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, se siguieron cuatro fases definidas en la metodología de la investigación cualitativa: (i) Preparatoria, (ii) Trabajo de campo, (iii) Analítica e (iv) Informativa, que se especifican a continuación.

3.1.1. Fase preparatoria

Con el fin de entender la naturaleza del problema, se consideró definir el objetivo de la investigación y la planificación de las actividades para la recolección de datos. Esto permitió identificar las oportunidades de aplicación de los juegos de mesa con AR durante el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Problema

En el ámbito educativo diversas investigaciones se han enfocado en el uso de videojuegos para el aprendizaje en diferentes áreas de conocimiento, con el objetivo de incrementar la motivación de los estudiantes y contribuir en su proceso de aprendizaje. Sin embargo, las aproximaciones no han sido desarrolladas con participación activa del docente, bajo esquemas totalmente colaborativos, que permitan la interacción docente-estudiante, generando herramientas que no se adaptan a las necesidades del docente y de sus estudiantes, ocasionando una posible falta de interés y baja motivación hacia el uso de este tipo de tecnologías.

Objetivo

Caracterizar el estudio de caso para identificar oportunidades de aplicación de los juegos de mesa con Realidad Aumentada durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Diseño de recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo por medio de entrevistas en profundidad, con el fin de documentar las opiniones y percepciones de los docentes de básica primaria del centro docente rural mixto Miravalle, en Caldon, Cauca, acerca del uso e incorporación de tecnologías en el aula, contenido educativo que imparte, el entorno educativo donde labora y el contexto familiar y social de sus estudiantes.

Las entrevistas en profundidad [57] son un método cualitativo de recolección de datos que permite aprender y entender el funcionamiento, normas y reglas de una comunidad o población específica, en aquellas situaciones en las que se desea identificar potenciales productos o servicios que podrían ser utilizados por un grupo de usuarios. Dentro de las ventajas de las entrevistas en profundidad, se consideró la facilidad y efectividad del método para recolectar información en corto

tiempo, y lograr una amplia gama de puntos de vista sobre un tema específico. Teniendo en cuenta esto, se analizan las opiniones de quienes participan en las entrevistas en profundidad para identificar las necesidades que se podrían satisfacer a través de un producto o servicio. En esta investigación, este método de recolección de datos fue considerado para identificar las oportunidades de aplicación de los juegos de mesa con AR en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Para la realización de las entrevistas se diseñó un conjunto de preguntas para ser formuladas a los docentes participantes a través de un moderador durante una sesión. Este conjunto fue definido con el fin de guiar el desarrollo de las entrevistas y generar una discusión o intercambio de opiniones y percepciones entre los participantes. El conjunto de preguntas mencionado se describe en el ANEXO A.

3.1.2. Trabajo de campo

El conjunto de preguntas definido para guiar las entrevistas fue aplicado a los participantes y la discusión generada fue grabada en formato de audio para mantener evidencia de las respuestas dadas por los participantes en cada una de las preguntas realizadas por el moderador.

Selección de participantes

Para la realización de las entrevistas se llevó a cabo una selección de participantes con diferentes niveles de conocimiento y experiencia, teniendo en cuenta docentes que hacían parte del programa Maestros Creativos del proyecto SmartSchool Popayán [58], con el objetivo de obtener sus puntos de vista que aportaran en la caracterización de oportunidades de aplicación de juegos de mesa con AR para los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Datos acumulados

Las grabaciones de las entrevistas fueron almacenadas en medios digitales, se realizaron transcripciones a partir de las respuestas brindadas por parte de los docentes participantes. Las transcripciones realizadas pueden consultarse en el ANEXO B.

3.1.3. Fase analítica

Esta fase presenta el proceso de análisis de las transcripciones realizadas en la fase anterior. Los mecanismos de análisis de datos en investigación cualitativa describen métodos de visualización como diagramas y matrices para facilitar la presentación y explicación de los hallazgos encontrados por los investigadores

[59], estos mecanismos permiten asociar a los análisis cualitativos, métricas cuantitativas para soportar las conclusiones y resultados.

Teniendo en cuenta lo anterior, el análisis desarrollado en este trabajo fue soportado por la herramienta de análisis cualitativo Atlas.ti [60]. A través de la herramienta, se llevó a cabo un proceso de codificación de las entrevistas para resaltar conceptos y segmentos importantes de las transcripciones para posteriormente desarrollar el análisis sobre estos.

Codificación de transcripciones

Utilizando la herramienta Atlas.ti se codificó el documento que contiene la transcripción de las opiniones de los participantes. El proceso de codificación consistió en seleccionar citas y/o segmentos importantes del documento a través de uno más conceptos como se puede observar en la Figura 2.

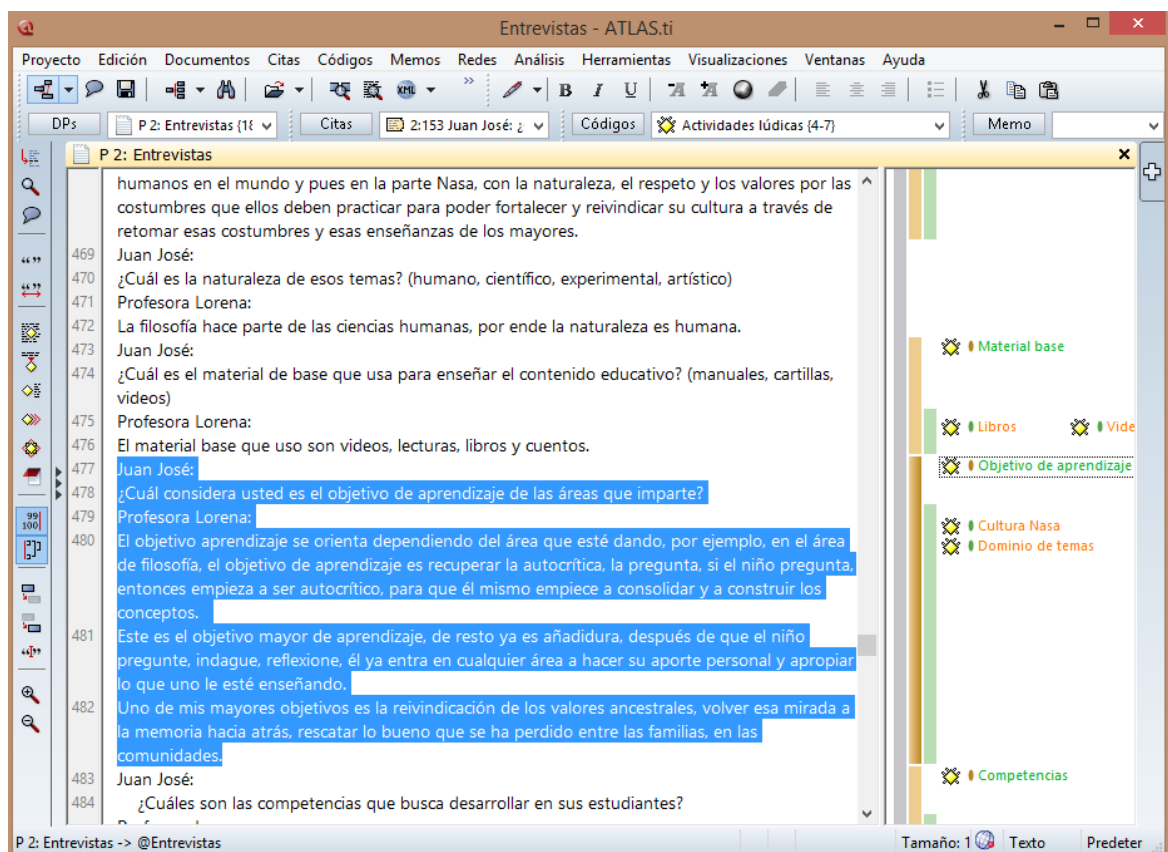


Figura 2. Codificación de las transcripciones

Los conceptos en la parte derecha de la herramienta describían el contenido de la cita seleccionada, contenían información importante relacionada con el tema a

investigar. Cada cita seleccionada durante la codificación de las entrevistas puede estar asociada a más de un concepto y un concepto a más de una cita.

Durante este proceso, los conceptos fueron creados por los investigadores y dependieron directamente de su capacidad de abstracción para definir el número y las citas que se codificaron en el documento. En el ANEXO C se describe el documento codificado en esta investigación.

Red de códigos

La herramienta Atlas.ti permite utilizar los conceptos generados durante el proceso de codificación para realizar asociaciones entre ellos y así, construir una red de códigos sobre la cual se realizó un análisis gráfico para descubrir relaciones implícitas. Para realizar la construcción de la red de códigos, Atlas.ti cuenta con un conjunto de relaciones predefinidas que permitieron asociar los conceptos codificados con base en la transcripción de las entrevistas realizadas a los docentes que participaron en esta actividad. Las asociaciones básicas ofrecidas por la herramienta Atlas.ti se pueden observar en la Figura 3.

Relaciones:					
ID	Etiqueta 1	Etiqueta 2	Menú	Ancho	Tipo
ASSO	==	R	is associated with	1	symmetric
BTP	[]	G	is part of	1	transitive
CAUSA	=>	N	is cause of	1	transitive
CONTRA	<>	A	contradicts	1	symmetric
ISA	isa	O	is a	2	transitive
NONAME			noname	1	symmetric
PROP	*}	P	is property of	1	asymmetric

Figura 3. Lista de relaciones permitidas en Atlas.ti

La red de códigos construida incluyó 73 conceptos y se describe de forma completa en el ANEXO D. En la Figura 4 se muestra una sección de la red.

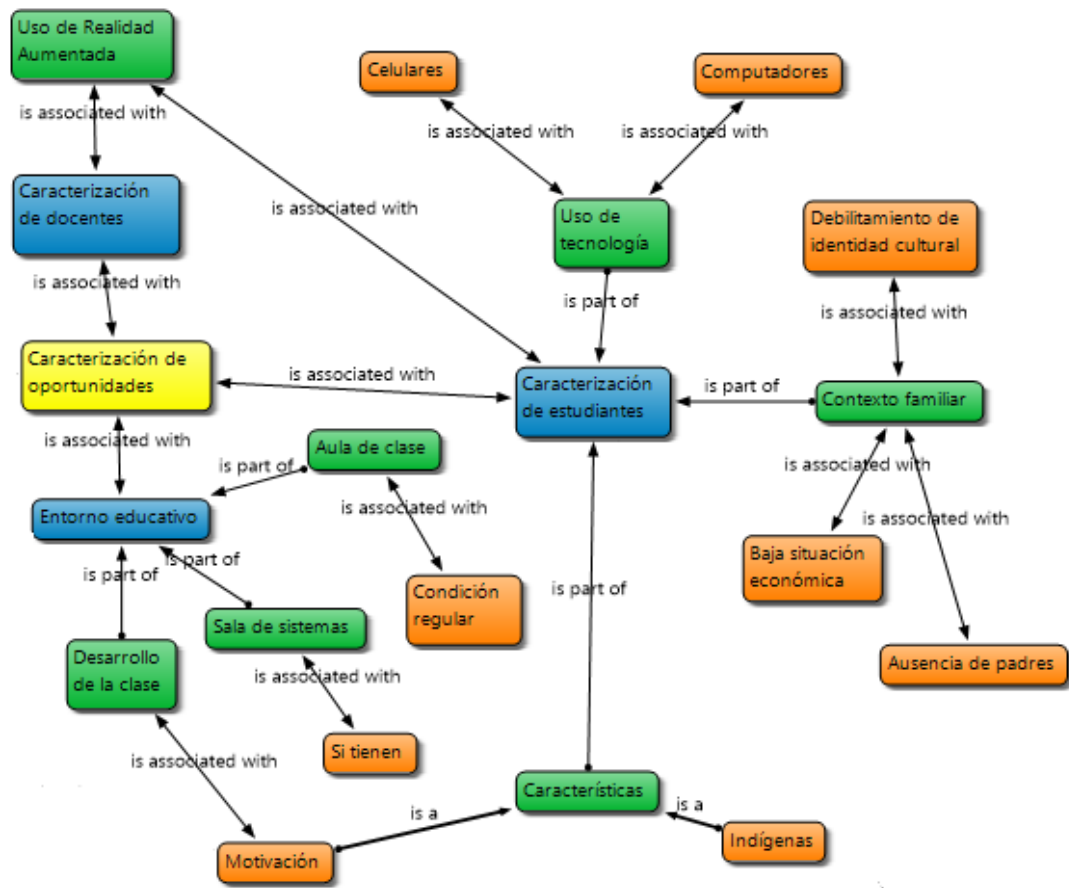


Figura 4. Sección de la red de códigos

Tabla de co-ocurrencia de códigos

Se construyó una tabla de co-ocurrencia de códigos para determinar cuantitativamente las relaciones entre los conceptos que codifican el documento de entrevistas. Esta relación está dada por un valor entre 0.0 y 1.0. Un concepto c1 está estrechamente relacionado a un concepto c2 si el valor de intersección para estos dos conceptos en la tabla de co-ocurrencia es cercano a 1. Para determinar este valor, la herramienta analiza la cantidad de veces que los dos conceptos se emplearon para codificar un conjunto de citas, de esta forma, si un concepto c1 es usado en las mismas citas que el c2, se estaría hablando de conceptos cercanos o similares y el valor calculado en la tabla de coocurrencia sería 1.0.

La interpretación de los valores dados por la tabla de co-ocurrencia está relacionada a la correcta abstracción que se haya realizado en la etapa de codificación. En la codificación realizada en este trabajo, se identificaron 73

conceptos que fueron agregados a la tabla de co-ocurrencia como filas y columnas. Los datos de la tabla de co-ocurrencia se describen en el ANEXO E, en la Tabla 1 se presenta una sección de esta.

Tabla 1. Sección de la tabla de co-ocurrencia de códigos

Conceptos	Actividades lúdicas	Aula de clase	Ausencia de padres	Áreas	Baja situación económica
Ausencia de padres	0	0	0	0	0,22
Baja situación económica	0	0	0,22	0	0
Bajos niveles de aprendizaje	0	0	0,13	0	0
Caracterización de estudiantes	0	0	0,71	0	0,75
Comunicación y lenguaje	0	0	0	0,75	0
Comunidad y naturaleza	0	0	0	1	0
Condición regular	0	1	0	0	0
Contenido educativo	1	0	0,33	1	0
Contexto familiar	0	0	0,5	0	0,75

Resultados

Los resultados que se obtuvieron con respecto a la red de códigos y la matriz de co-ocurrencia dependieron de la calidad en cuanto a la abstracción de conceptos realizada en el proceso de codificación del documento de entrevistas.

Es importante mencionar que la herramienta Atlas.ti fue utilizada para la construcción de la red, pero la identificación de cada una de las asociaciones entre códigos se hizo a partir de la observación. A continuación se describen los hallazgos encontrados a partir de la red de códigos.

En la Figura 5 podemos observar una sección de la red de códigos relacionada con el contenido educativo. Se evidenciaron algunas problemáticas que manifestaron los docentes entrevistados con respecto a sus estudiantes, dentro de las principales problemáticas se encuentra la falta de atención, los bajos niveles de aprendizaje y la falta de compromiso con las actividades en el aula.

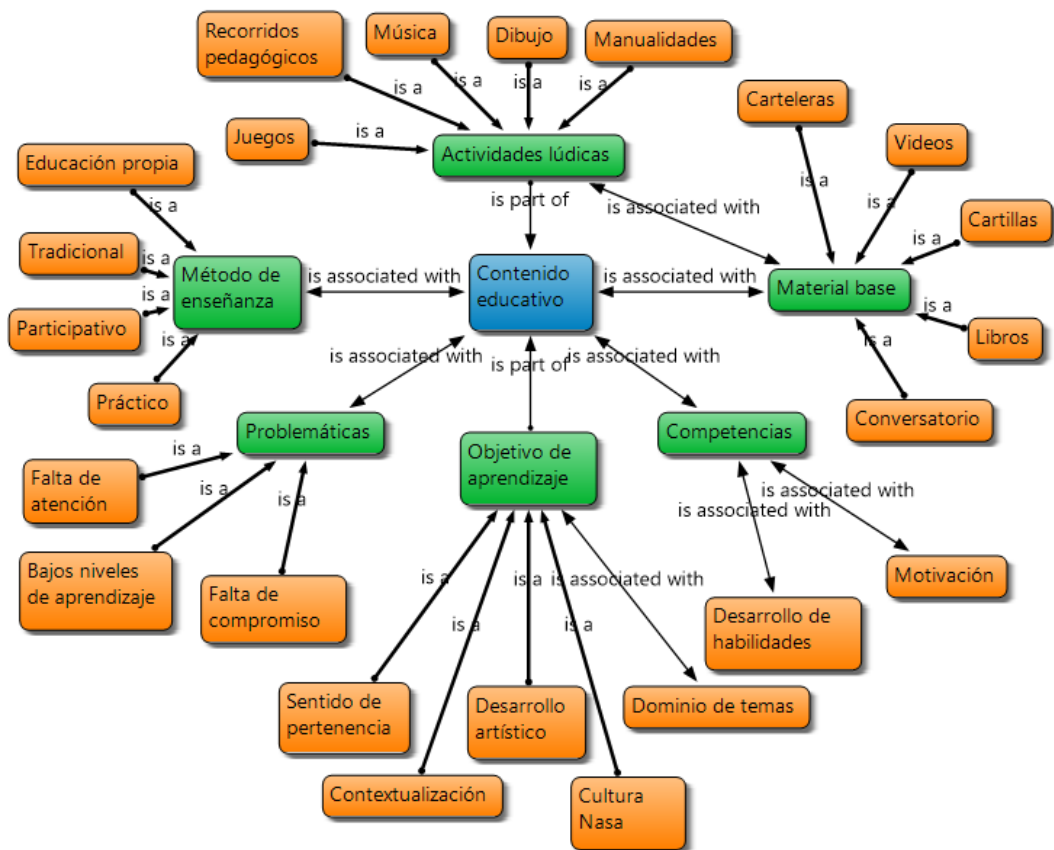


Figura 5. Contenido educativo que imparten los docentes

Los docentes buscan desarrollar en los estudiantes un sentido de pertenencia por su cultura, un desarrollo de habilidades artísticas y una mayor motivación. Dentro de los materiales base utilizados para la enseñanza se encuentra los libros, videos, cartillas, destacando también el uso de juegos, recorridos pedagógicos y conversatorios. Utilizan el método de enseñanza tradicional, incluyendo la participación del estudiante y el componente teórico. Es importante destacar que dentro del proceso de enseñanza se incorpora la educación indígena propia, modelo educativo pertinente a las culturas, intereses y necesidades de los pueblos indígenas [61].

En la Figura 6 se puede observar la sección de la red de códigos asociada al entorno educativo, en cuanto al desarrollo de la clase, los docentes buscan que los estudiantes se sientan motivados por aprender y participar en los conversatorios, logrando fomentar y reforzar sus conocimientos sobre la cultura que los rodea. Aunque la sede educativa cuenta con una sala de sistemas y acceso a internet, la infraestructura física de las aulas no es lo suficientemente óptima para asegurar un óptimo desempeño y uso de estas tecnologías.

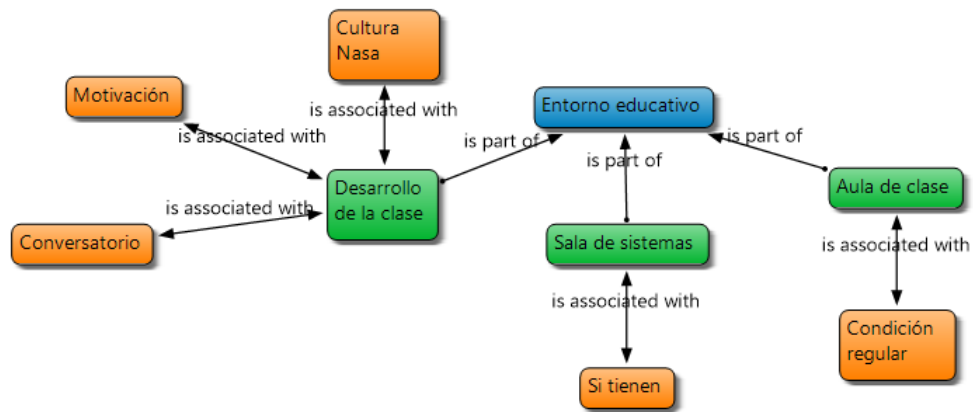


Figura 6. Entorno educativo de los estudiantes

Finalmente, en la Figura 7 se describe sección de la red de códigos referente a la caracterización de los estudiantes. Dentro de las características principales a mencionar, se destaca que son niños pertenecientes a un pueblo indígena, que participan activamente en las actividades de la comunidad, sin embargo, también se observa un debilitamiento de la identidad cultural, una baja situación económica que puede deberse en muchos casos a la ausencia de los padres, ya sea por motivos laborales, viéndose obligados a buscar mejores oportunidades o a causa de la violencia social, que divide definitivamente a las familias. A pesar que los niños tienen acceso a dispositivos tecnológicos como computadores y celulares, desconocen acerca del uso correcto de las TIC, el uso de videojuegos para el aprendizaje y los aplicativos de la AR en el ámbito educativo.

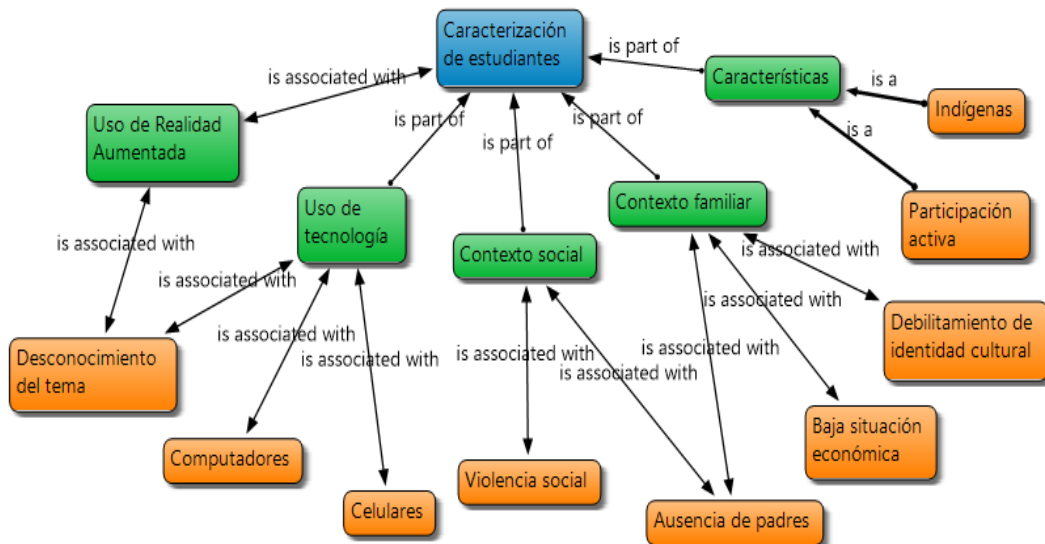


Figura 7. Caracterización de los estudiantes

3.1.4. Fase informativa

En esta fase se estructuraron los resultados obtenidos para su publicación. Con base en la metodología de investigación cualitativa se consideraron los resultados del análisis de la red de códigos y los datos arrojados por la tabla de co-ocurrencia para formular conclusiones acerca del estudio.

Inicialmente, durante el análisis de la red de códigos se identificaron las asociaciones implícitas entre conceptos, se definieron gráficamente y sirvieron como recurso para la construcción de la tabla de co-ocurrencia de códigos, con el fin de determinar las oportunidades de aplicación de los juegos de mesa con AR en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

De acuerdo con el análisis realizado, en la Tabla 2 se identificaron las siguientes oportunidades:

Tabla 2. Oportunidades identificadas a partir del análisis realizado

Problema	Consecuencias	Solución - Oportunidad
Ausencia de recursos educativos TIC que se adapten a las necesidades educativas del docente y sus estudiantes.	Falta de atención, baja motivación y participación	Recursos educativos TIC o juegos para el aprendizaje adaptables a las necesidades particulares en el aula.
Falta de formación en herramientas TIC, incorporación de TIC en la enseñanza.	Bajos niveles de aprendizaje, motivación y participación estudiantil y docente.	Recurso educativo que motive e involucre de forma activa al estudiante y al docente.
Desconocimiento de nuevas tecnologías para el aprendizaje, como los videojuegos educativos.	Bajos niveles de motivación y aprendizaje. Uso de métodos tradicionales de enseñanza.	Incorporación del docente en el diseño y creación de recursos TIC educativos ajustados a sus necesidades en el aula.

A partir de la tabla de oportunidades de aplicación identificadas en cuanto al uso e incorporación juegos de mesa con AR en el aula de clases y de acuerdo a las entrevistas realizadas a los docentes, se determinó que uno de los principales problemas es la ausencia de recursos educativos TIC que se adapten a las necesidades educativas del docente y sus estudiantes. Al ser un problema prioritario, este proyecto lo abordará teniendo en cuenta que la solución propuesta debe incorporar características que se identificaron como necesarias en el aula

por medio de las entrevistas. En la Tabla 3 se relaciona el problema, la solución y las características necesarias en la solución.

Tabla 3. Características a considerar en la solución de la problemática seleccionada

Problema	Solución	Características
Ausencia de recursos educativos TIC que se adapten a las necesidades educativas del docente y sus estudiantes.	Creación de recursos educativos TIC o juegos para el aprendizaje adaptables a las necesidades particulares en el aula.	Participación activa de los docentes en el diseño y creación del recurso.
		Involucrar a los estudiantes en el diseño y creación del recurso.
		Que incorpore el uso de nuevas tecnologías como los juegos de mesa con AR.
		Permitir el aprendizaje colaborativo.
		Permitir la interacción entre docente y estudiante.
		Involucrar el contenido educativo propio de la cultura.
		Que funcione sin conexión a internet.
		Que tenga un lenguaje apropiado
		Que involucre retos de aprendizaje.
		Que sea de acceso gratuito.
Que presente contenido de calidad		

3.2. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentó el proceso de investigación cualitativa desarrollado para la identificación de las oportunidades de aplicación de juegos de mesa con AR en el aula de clase. Las oportunidades identificadas fueron: (i) Recursos educativos TIC o juegos para el aprendizaje, adaptables a las necesidades particulares en el aula, (ii) Recursos educativos que motiven e involucren de forma activa al estudiante y al docente y la (iii) Incorporación del docente en el diseño y creación de recursos TIC educativos ajustados a sus necesidades en el aula. Con base en estas oportunidades se determinó que uno de los principales problemas es la ausencia recursos educativos TIC o videojuegos para el aprendizaje, adaptables a las necesidades particulares en el aula. Al ser un problema prioritario, el presente proyecto lo abordará teniendo en cuenta que la solución debe contener las características descritas en la Tabla 3.

CAPITULO IV. PROTOTIPO DE VIDEOJUEGO DE MESA EDUCATIVO CON REALIDAD AUMENTADA, SOPORTADO BAJO EL METODO CO-CREARGBL

Considerando las oportunidades de aplicación de juegos de mesa con Realidad Aumentada identificadas en el capítulo anterior y la carencia de recursos educativos co-creados con docentes que se ajusten a su contenido educativo, se desarrolla un prototipo de videojuego de mesa educativo con Realidad Aumentada. El presente capítulo describe el proceso de creación llevado a cabo para la realización del prototipo.

El prototipo de videojuego desarrollado permite al estudiante identificar, fortalecer y aprender los conceptos de la cultura Nasa, practicar y conocer la lengua Nasa Yuwe e incentivar el trabajo en equipo y la motivación, mediante el uso y experimentación de la Realidad Aumentada en un juego de mesa. El docente tiene la posibilidad de manejar el contenido curricular y tradicional de la cultura Nasa en forma de juego educativo, promoviendo en los estudiantes la adquisición de conocimientos mediante su uso.

El prototipo fue construido siguiendo la metodología de co-creación de juegos para el aprendizaje basado en juegos con Realidad Aumentada con docentes (Co-CreARGBL) definida por Tobar, Baldiris y Fabregat [62], la cual propone tres etapas: (i) Entrenamiento: compartir y preparar a los docentes en los conceptos de AR y GBL; (ii) Diseño iterativo: realizar la especificación, análisis, diseño y desarrollo del prototipo y (iii) Evaluación en aulas: implementar y evaluar el prototipo en aulas reales.

Co-CreARGBL propone una fase de desarrollo del software que viene después del diseño acordado entre los integrantes del equipo de trabajo. Para esta fase, el prototipo se desarrolló bajo el marco de trabajo iterativo e incremental SCRUM [63], definiendo las siguientes actividades: (i) Planificación del Sprint: selección de requerimientos a implementar por cada iteración, (ii) Ejecución del Sprint: implementación del incremento de software, de acuerdo a los requerimientos definidos, (iii) Revisión del Sprint: verificación de las funcionalidades del incremento realizado y (iv) Retrospectiva del Sprint: reflexión del proceso de desarrollo y aplicación de oportunidades de mejora. Como lenguaje de modelado se empleó UML (Unified Modeling Language) [64].

4.1. CO-CREARGBL

Para la construcción del prototipo se siguieron los tres etapas definidas en la metodología Co-CreARGBL: (i) Entrenamiento, (ii) Diseño iterativo y (iii) Evaluación, como se describe en la Figura 8.

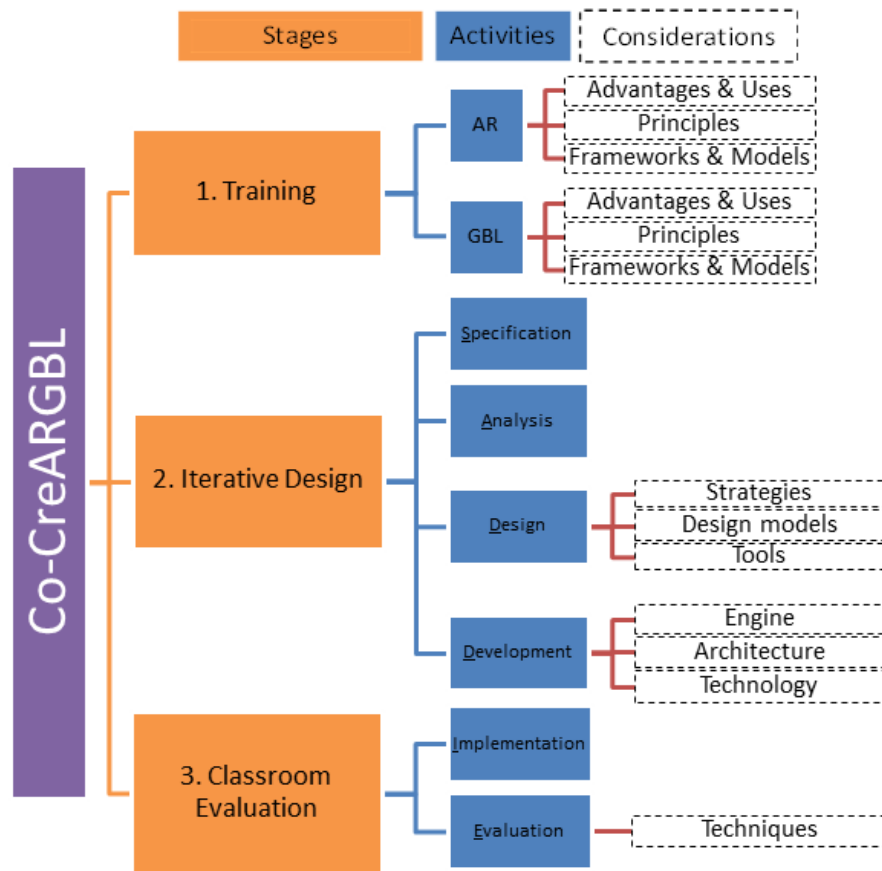


Figura 8. Metodología Co-CreARGBL

Fuente: Tobar, Baldiris y Fabregat [62]

De acuerdo con la metodología Co-CreARGBL se conforma el equipo de trabajo compuesto por los siguientes roles: (i) Líderes: Hendrys Tobar, Carolina Gonzales, (ii) Diseñador: Hendrys Tobar, (iii) Desarrolladores: Juan José Mosquera, Diego Pinto, Daniel Pérez, Juan Saiz, (iv) Investigadores: Hendrys Tobar, Laura Orozco y (v) Docentes: Carmen López, Jairo Chate, Liliana Velasco, Damaris Valencia.

4.1.1. Entrenamiento

Esta etapa define dos actividades enfocadas en el equipo de docentes. En la primera actividad se realiza una conceptualización sobre AR y GBL, se compartió con los docentes los principios básicos del co-diseño, las ventajas y usos de la AR y los videojuegos para los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula.



Figura 9. Docentes en sesión de entrenamiento

La segunda actividad se centró en la experimentación y la reflexión. Los docentes se convirtieron en jugadores, probaron videojuegos educativos y aplicaciones que hacen uso de AR, esto permitió el intercambio de experiencias y el reconocimiento de los beneficios y usos de los videojuegos como recurso educativo en el aula.

4.1.2. Diseño iterativo

Con base en los conocimientos adquiridos por los docentes en la etapa anterior, se trabajó colaborativamente para desarrollar el prototipo, siguiendo las actividades descritas a continuación.

4.1.2.1. Especificación

Durante la especificación, los docentes definieron el objetivo de aprendizaje, el equipo de trabajo soportó esta decisión pues no todos los videojuegos y tecnologías se aplican a cualquier tema y no todos los temas tienen una herramienta favorable en los videojuegos.

Adicionalmente, los docentes propusieron e identificaron: (i) Asignaturas involucradas: territorio y sociedad, comunidad y naturaleza, comunicación y lenguaje, matemáticas y producción, (ii) Contenido de aprendizaje: Nasa Yuwe, tradiciones, rituales y creencias, entre otros, (iii) Materiales de aprendizaje: tableros y fichas. El resultado detallado de esta actividad puede consultarse en el ANEXO F.

4.1.2.2. Análisis

Durante esta actividad, se concretó con los docentes la idea del videojuego. En esta actividad se consideraron: (i) Reconocimiento del objetivo del videojuego con AR como recurso educativo, (ii) Ideación del videojuego con AR y finalmente, (iii) Refinamiento y conclusiones.

Durante el reconocimiento del objetivo del videojuego, los docentes definieron: (i) Objetivo de aprendizaje: fortalecer los procesos educativos de apropiación de costumbres y valores de las familias Nasa, (ii) Estéticas: Curiosidad, imaginación, creatividad, (iii) Jugador: niños y niñas de 5 a 11 años, estudiantes de primaria, (iv) Contexto: niños que tienen relación constante con la naturaleza y tienen nociones de Nasa Yuwe y (v) Dinámicas: reconocer los lugares del resguardo Las Mercedes, imaginar mitos y formar palabras en Nasa Yuwe. En la Figura 10 se presenta la plantilla utilizada, propuesta por la metodología Co-CreARGBL. La evidencia de la plantilla diligenciada puede revisarse en el ANEXO G.

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:• 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 cuándo juegue el JRA?

Figura 10. Plantilla diligenciada por docentes durante la actividad de Análisis

Fuente: Tobar, Baldiris y Fabregat [65]

En la etapa de ideación del videojuego con AR, se realizó una lluvia de ideas con el fin de construir un concepto de videojuego con AR que permitiera alcanzar el objetivo de aprendizaje propuesto. Para ello, se proyectó la plantilla descrita en la Figura 11 y por medio de post-its los docentes plasmaron sus ideas, teniendo en cuenta el entorno, componentes, condiciones, reglas, AR e interfaz. Entre las ideas propuestas se destacaron: identificar palabras en Nasa Yuwe, personaje niño, niña y mayor, símbolos de chumbe, sonidos al presionar botones, entre otros. La evidencia completa de esta actividad puede consultarse en el ANEXO G.

2a. Lluvia de Ideas

En este marco de trabajo dispondremos los Post-its. Amarillos para las ideas de Juego y Azules si contienen ideas de Realidad Aumentada. A continuación se muestran las consideraciones que hay que tener para alimentar las ideas. Podemos pegar los post-its en cualquier parte, pero resultará más interesante si las ponemos cerca de la consideración que nos hizo pensar en la idea.

Entorno (Define los límites y espacio del Juego)

Tablero, Mapas, Cancha, Patio

Componentes (Objetos que el jugador y el juego mueven o manipulan)

Piezas, Personajes, Objetos, Herramientas, Símbolos

Condiciones

¿Qué sucede cuándo pasan ciertos eventos?
¿Cuándo se gana el juego?
¿Cuándo se pierde?
¿Cuándo se acaba?

Reglas

Qué límites, obstáculos, Roles, Información, Variables, Objetivos, Restricciones, Libertades, tiene el juego?

Realidad Aumentada

¿Qué se aumenta?
¿Por qué se aumenta?
¿Cuándo se aumenta?
¿Qué información virtual damos?
¿Qué es invisible que se vuelve visible al ser aumentado?

Interfaz

¿Cómo Juega el jugador.
¿Cómo usa el dispositivo (Tablet)?
¿Qué se ve en él?
¿Cómo se controla el juego?

Figura 11. Plantilla para la lluvia de ideas

Fuente: Tobar, Baldiris y Fabregat [65]

Posteriormente, el conjunto de ideas fueron clasificadas en 4 grupos: arte, tecnología, mecánicas e historia, clasificación propuesta por la metodología Co-CreARGBL. La plantilla se describe en la Figura 12.

Finalmente, durante el refinamiento y conclusiones, se concretó una idea en común, inicialmente se planteó diseñar un juego enfocado en la defensa del territorio indígena, en el cual el niño debería manejar una serie de recursos para proteger los territorios de los invasores que vendrían a destruirlos.

Esta idea sirvió como base para el hilo principal del juego, pues se continuó utilizando los territorios, aunque ahora los niños deberían acudir a estos para obtener recursos y poder cumplir así con los objetivos del juego.

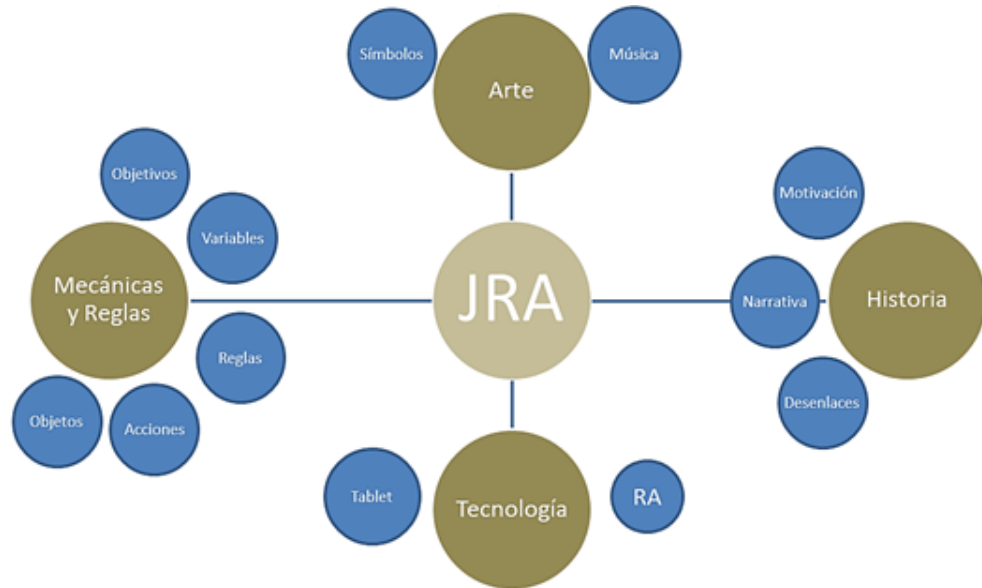


Figura 12. Plantilla para clasificación de ideas de Juegos con Realidad Aumentada (JRA)

Fuente: Tobar, Baldiris y Fabregat [65]

Posteriormente se definieron el objetivo del videojuego con AR y una descripción general, que incluye el nombre del videojuego, condición de victoria, derrota y fin. El resultado de esta actividad puede revisarse en el ANEXO G.



Figura 13. Docentes en sesión de análisis

4.1.2.3. Diseño

Esta actividad se centró en definir los elementos del videojuego como mecánicas, interfaces, acciones, reglas y elementos reales como personajes, lugares de trabajo, secciones del videojuego, entre otros. Para ello, se trabajó con los docentes en varias sesiones, dando como resultado la creación de tres documentos de diseño de juego. Los documentos generados se describen a continuación.

Pantallas de juego

El equipo de trabajo definió los prototipos de las pantallas que el juego incluiría, para esto, los docentes propusieron ideas que se plasmaron en bocetos y dibujos, utilizando lápiz y papel, esto para facilitar la actividad. Los dibujos y bocetos generados fueron fotografiados para anexarlos al documento de diseño de pantallas. La pantallas definidas en esta actividad fueron: (i) Pantalla de introducción: muestra el logo del videojuego y un mensaje de bienvenida, (ii) Prueba de cámara: muestra el logo del videojuego, la imagen de la cámara del dispositivo móvil y un mensaje de verificación, (iii) Menú de Juego: muestra el logo y las opciones que el jugador puede seleccionar y (iv) Aprende a Jugar, muestra un paso a paso con paneles de ayuda, textos e imágenes.

Flujo de juego

Este documento describe un paso a paso desde el momento en que el jugador inicia una partida nueva, se detallan los posibles caminos que puede tomar hasta finalizar la partida de juego. Adicionalmente se detallan algunas situaciones y eventos que suceden antes, durante y al finalizar. Se describen también, las distintas mecánicas de interacción con los marcadores de AR que incluye el videojuego.

Diseño de juego principal

Contiene una descripción más detallada de cada uno de los elementos del videojuego, sus funciones y características, incluyendo información relacionada con el contenido educativo que influye en los diferentes componentes y los efectos que estos tienen en el videojuego. Además, se describe el inventario detallado de los componentes, esto incluye número específico y prototipos en imágenes para facilitar su futura creación por parte del equipo de diseño gráfico.

Los documentos relacionados con esta actividad pueden ser consultados en el ANEXO H.

4.1.2.4. Desarrollo

Para el desarrollo del prototipo se decidió trabajar con la metodología ágil SCRUM [63], la cual permite desarrollar un prototipo funcional en corto tiempo, con altos estándares de calidad y garantizando buenas prácticas de trabajo.

Se siguieron las tres fases definidas en SCRUM: (i) *Pregame*: planificación y diseño del prototipo; (II) *Game*: planificación, ejecución, revisión y retrospectiva de los Sprints; (iii) *Postgame*: cierre; como se describe en la Figura 14.

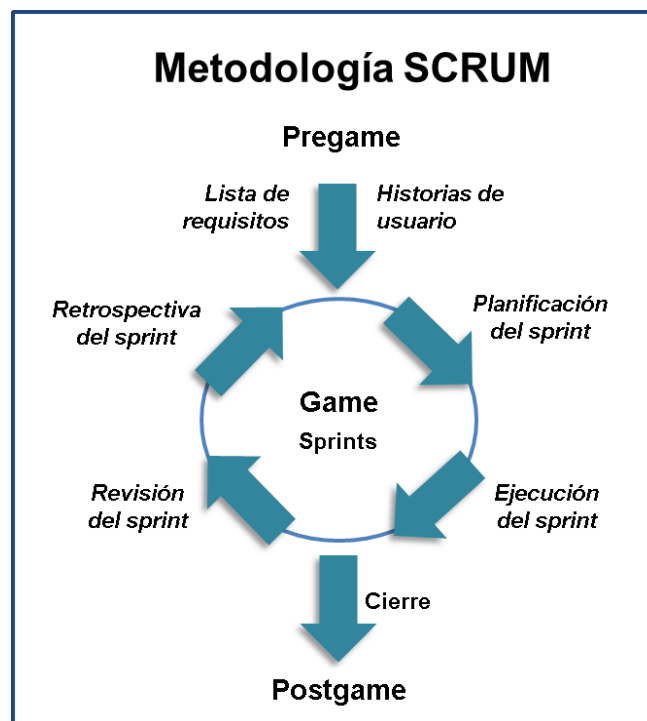


Figura 14. Metodología de trabajo SCRUM

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Schwaber [63]

1. Pregame

Dentro de la planificación del proceso de desarrollo con SCRUM, se definieron los siguientes elementos: (i) Roles, (ii) Product Backlog, (iii) Historias de usuario, (iv) Arquitectura, (v) Diagrama de clases y (vi) Duración y Sprints.

1.1. Roles

Con base en la metodología SCRUM y los roles ya definidos con Co-creARGBL, se especificaron los roles propios de SCRUM: (i) Scrum Master, líderes, (ii) Product Owner, docentes, (iii) Team, desarrolladores y diseñadores.

Para este proyecto dos líderes actuaron como Scrum Master, representaron la calidad del producto y el proceso de formación de los docentes. El Diseñador se encargó de analizar las ideas de los docentes para convertirlas en un ARBG. Además sirvió como guía a los docentes para apoyarlos en la proposición de buenas ideas de juegos con la tecnología disponible. El proyecto contó con 4 desarrolladores: 2 artistas y 2 programadores, estos ofrecieron sus ideas y plantearon algunas restricciones desde su perspectiva del desarrollo.

1.2. Product Backlog

A partir de la especificación, análisis y diseño descritos anteriormente, se construyó el Product Backlog, el cual representa la lista de objetivos/requisitos funcionales y no funcionales que debe cumplir el prototipo una vez terminado. En la Tabla 4 se presenta los requisitos más importantes ordenados por prioridad en función del valor que aporta al cliente y el coste estimado de esfuerzo para completarlo. El Product Backlog completo puede consultarse en el ANEXO I.

Tabla 4. Product Backlog resumido, ordenado por su estimación

ID	Descripción	Alias	Estimación (Fibonacci)	Prioridad	Responsable
1_DG	Las partes físicas del videojuego deben ser fáciles de llevar, llamativas y atractivas para los estudiantes.	Elementos para jugar	13	ALTA	Daniel Pérez
7_AR	Los estudiantes deben poder interactuar de manera fácil y divertida con la Realidad Aumentada.	Realidad Aumentada	13	MEDIA	Diego Pinto
4_DG	El videojuego debe tener 4 lugares de trabajo en donde los estudiantes pueden interactuar y aprender.	Lugares de trabajo	13	ALTA	Juan Mosquera
15_DS	Permitir que los estudiantes trabajen con los personajes en los diferentes lugares de trabajo.	Sistema de trabajo	13	ALTA	Juan Mosquera
1_CE	El videojuego debe tener un Sistema de Información que almacene el contenido educativo.	Sistema de información	8	ALTA	Juan Mosquera
2_CE	El videojuego debe tener un Sistema de Pronunciación que almacene audios en español y Nasa Yuwe.	Sistema de pronunciación	8	ALTA	Diego Pinto
3_DG	El videojuego debe tener 2 personajes, los cuales deben ser manipulados por los estudiantes.	Personajes	8	ALTA	Juan Saiz
2_DS	El videojuego debe tener un camino de la luna que controle el tiempo de juego.	Camino de la luna	8	ALTA	Diego Pinto

ID	Descripción	Alias	Estimación (Fibonacci)	Prioridad	Responsable
3_DS	El videojuego debe contar con una sección de Bodega donde los estudiantes almacenen todos los recursos que obtienen.	Bodega	8	ALTA	Juan Mosquera
4_DS	El videojuego debe contar con una sección de Trueque donde los estudiantes puedan intercambiar sus recursos.	Trueque	8	ALTA	Juan Mosquera
5_DS	El videojuego debe contar con una sección de Inventario donde los estudiantes almacenen todos los objetivos	Inventario	8	ALTA	Diego Pinto

1.3. Historias de usuario

A partir de los requisitos descritos en el Product Backlog se crearon las historias de usuario, éstas permitieron administrar de forma rápida los requisitos ya que se conoce en detalle las funciones, tareas, prioridad, riesgo y estimación de esfuerzo de cada requisito. La Tabla 5 muestra la historia de usuario que describe la Realidad Aumentada en los elementos del videojuego. Las historias de usuario pueden consultarse en el ANEXO J.

Tabla 5. Historia de usuario - Realidad Aumentada en los elementos del videojuego.

Historia de Usuario	
Número: 25	Usuario: Sistema
Nombre historia: Realidad Aumentada en los elementos del videojuego	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Media
Puntos estimados: 5	Iteración asignada: 1
Programador responsable: Diego Pinto - Juan Mosquera	
Descripción: Cada vez que el estudiante apunte con el dispositivo móvil a cualquier elemento del videojuego, éste debe aumentarse de forma que se proyecte: un botón de ayuda, un botón de pronunciación y un gráfico o modelo 3D del elemento. Cuando se presione el botón de ayuda se debe mostrar a Tay explicando el concepto o definición del elemento y cuando se presione el botón de pronunciación debe escucharse un audio con la pronunciación del elemento en español y Nasa Yuwe.	
Observaciones: Diseño de elementos virtuales: gráficos, paneles y botones.	

1.4. Arquitectura del prototipo

El prototipo se diseñó bajo el patrón de arquitectura de software MVC [66], este propone la construcción e interacción de tres componentes: (i) Modelo, lógica de negocio; (ii) Vista, interfaces de usuario y (iii) Controlador, gestiona los eventos y las comunicaciones entre los componentes; como se describe en la Figura 15.

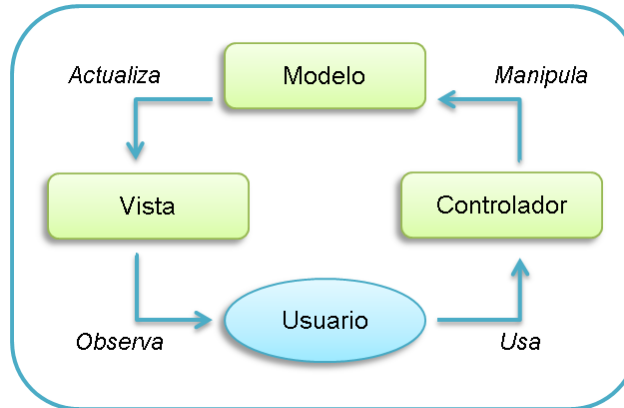


Figura 15. Patrón de arquitectura de software MVC
Fuente: Elaboración propia, adaptado de Deacon [66]

La arquitectura MVC fue seleccionada porque permite la reutilización, modularidad y mantenibilidad del código. La arquitectura del prototipo desarrollado se especifica en la Figura 16.

El diagrama de clases se realizó en UML a través de la herramienta de modelado PowerDesigner. Por cuestiones de espacio en la Figura 17 se presenta el diagrama de la capa del Modelo, se omitieron atributos y métodos auxiliares que no corresponden a la vista general del diseño. El diagrama representa el conjunto de clases definidas para el prototipo y las relaciones existentes entre ellas.

La clase más importante es el GameManager, encargada de gestionar todas las demás, por ejemplo, desde ella se cargan los personajes, lugares, contenido educativo, etc. A su vez, en la clase Personaje se definieron las características y acciones que tuvo cada personaje, en la clase Lugar. El diagrama de clases completo puede consultarse en el ANEXO K.

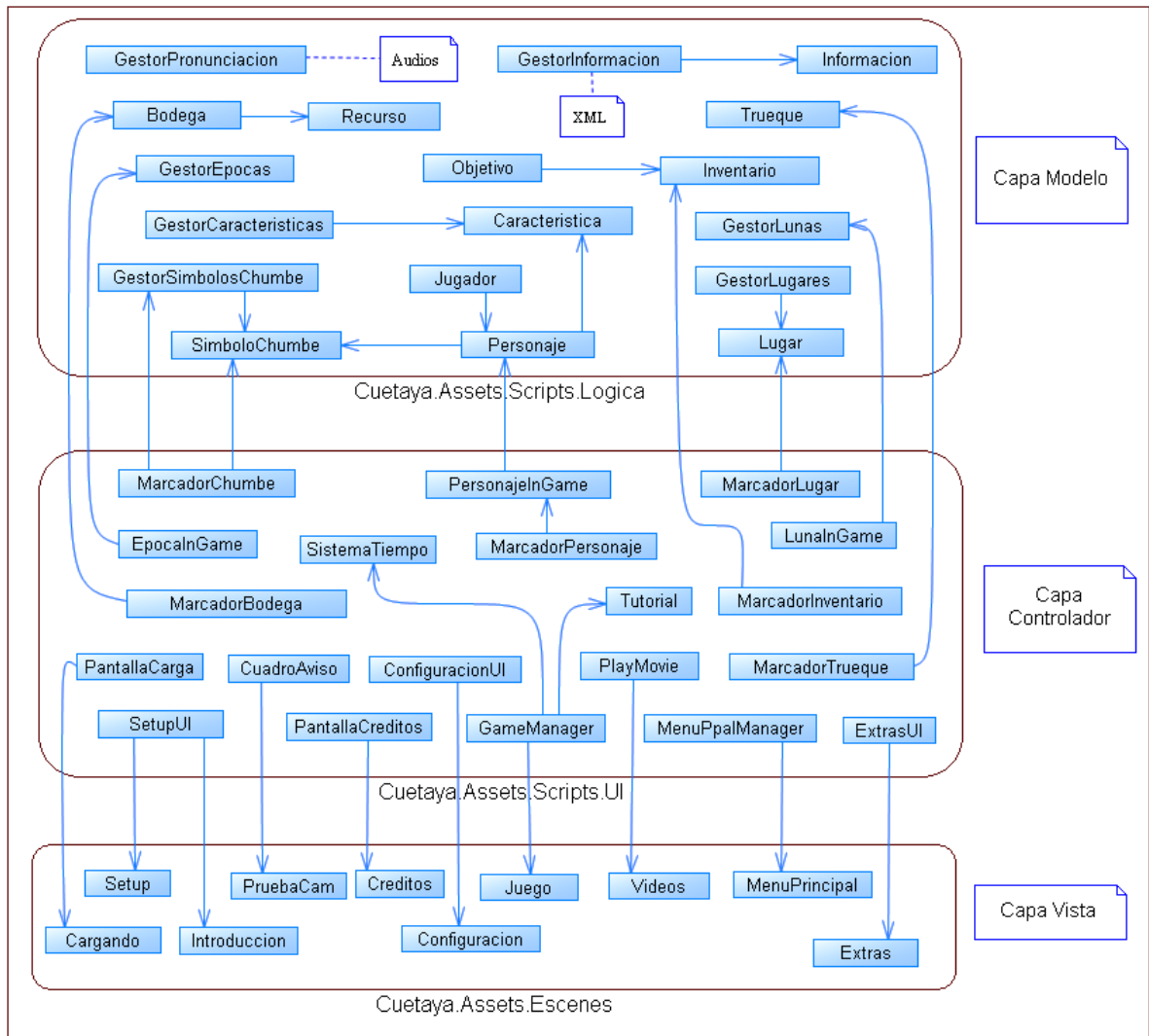


Figura 16. Arquitectura del prototipo

El Modelo es la capa que almacena las clases que representan la lógica del negocio. La Vista, en cambio, es la capa encargada de representar los datos y contenidos del Modelo en interfaces gráficas de usuario, por último, el Controlador, capa encargada de interpretar las instrucciones que realiza el usuario en la Vista, llamando a las clases necesarias del Modelo. Por ejemplo, cuando el estudiante interactúa con un lugar en la vista Juego, el controlador `MarcadorLugar` se comunica con la clase `Lugar` para obtener la información que se muestra en la vista al usuario.

1.6. Duración y Sprints

Para el desarrollo del prototipo se fijaron 2 meses como plazo para crear una versión funcional del videojuego. Con base en este tiempo se definen 2 Sprints, cada uno con una duración estimada de 4 semanas. La descripción detallada de los Sprints realizados se describe a continuación.

2. Game

2.1. Sprint 1

2.1.1. Planificación del Sprint

Para la planificación del primer Sprint, se realizó una reunión entre el equipo de trabajo. En esta reunión se definieron las tareas a realizar en este Sprint, se planeó seleccionar una lista de requisitos del Product Backlog, lista que se describe en la Tabla 6.

Tabla 6. Backlog del Sprint 1

ID	Requisito	Responsable	Horas estimadas
1_DG	Diseñar elementos para jugar	Daniel Pérez	126
1_DS	Pantallas de inicio	Diego Pinto	12
2_DG	Interfaz pantallas de inicio	Daniel Pérez	27
3_DG	Personajes del juego	Juan Saiz	45
1_AR	AR Personajes del juego	Diego Pinto	2
4_DG	Lugares de trabajo	Juan Mosquera	63
2_AR	AR Lugares de trabajo	Juan Mosquera	2
2_DS	Camino de la luna	Diego Pinto	27
3_AR	AR Camino de la luna	Diego Pinto	2
5_DG	Recursos del videojuego	Juan Mosquera	36
4_AR	AR Recursos del videojuego	Juan Mosquera	2
3_DS	Bodega	Juan Mosquera	27
4_DS	Trueque	Juan Mosquera	27
7_DS	Pantalla principal	Diego Pinto	9
1_CE	Sistema de información	Juan Mosquera	45
10_DS	Acceder sistema de información	Juan Mosquera	2
2_CE	Sistema de pronunciación	Diego Pinto	36
11_DS	Acceder sistema de pronunciación	Diego Pinto	2

ID	Requisito	Responsable	Horas estimadas
6_AR	AR Elementos del videojuego	Diego Pinto	4
14_DS	Configuración del videojuego	Juan Mosquera	9
15_DS	Sistema de trabajo	Juan Mosquera	36
16_DS	Recursos necesarios para trabajar	Juan Mosquera	4
17_DS	Requisitos de trabajo	Juan Mosquera	4
18_DS	Recompensa obtenida al trabajar	Juan Mosquera	3
19_DS	Dones del personaje	Diego Pinto	9
20_DS	Fases de la luna	Diego Pinto	18
22_DS	Épocas del calendario nasa	Diego Pinto	18
24_DS	Obtener recompensa en bodega.	Juan Mosquera	6
7_AR	Realidad Aumentada	Diego Pinto	27

2.1.2. Ejecución del Sprint

El prototipo se construyó sobre el motor de videojuegos Unity3D [67], en la versión 5.3.1f1 de 32 bits, para el Sistema Operativo Android 4.4.2 o superiores, dispositivo móvil de 5" o superior. Se utilizó el lenguaje de programación C# y Bitbucket [68] como servicio de alojamiento web.

Vuforia [69] fue seleccionado como Framework de Realidad Aumentada, debido a que cuenta con características técnicas y funcionales adecuadas para el desarrollo de videojuegos. Por ejemplo, Vuforia cuenta con 511 marcadores por defecto (frameMarker) y permite la creación de nuevos marcadores (imageTarget). Vuforia tiene compatibilidad con diferentes sistemas operativos y lenguajes de programación, renderización de objetos 2D y 3D que pueden ser almacenados localmente en el videojuego u obtenerse remotamente en ejecución, utilizando la plataforma que proporciona Vuforia. Adicionalmente, Vuforia cuenta con una extensión para Unity, la cual debe adicionarse al proyecto, permitiendo un mejor manejo del Framework.

Se usó Asana [70] para gestionar el desarrollo del prototipo. Asana es una aplicación diseñada para mejorar la comunicación y colaboración del equipo de trabajo, permitió asignar los 30 requisitos del Backlog del Sprint a los desarrolladores y diseñadores del equipo de trabajo.

2.1.3. Revisión del Sprint

Para la evaluación interna del prototipo, lo primero que se realizó fue una reunión entre el Scrum Master y el Team. Por medio de Asana y del Backlog del Sprint se verificó el cumplimiento de cada tarea asignada y se realizaron las observaciones

respectivas. Seguido de esto, se tuvo una reunión con los docentes, quienes vieron los diferentes elementos físicos del juego: tablero principal, bodega, trueque, inventario y personajes e interactuaron con el prototipo, manifestando sus observaciones y verificando el cumplimiento de sus expectativas.

La evaluación fue positiva ya que los docentes pudieron ver de manera objetiva los avances del prototipo y el Team pudo mostrar los requisitos completados. Sin embargo, como se observa en la Tabla 7, esta evaluación dejó como resultado una lista de cambios, modificaciones y adaptaciones a realizar.

Tabla 7. Revisión del Backlog del Sprint 1

ID	Requisito	Responsable	Estado	Horas estimadas	Horas reales	Observación
1_DG	Diseñar elementos para jugar	Daniel Pérez	En proceso	126	180	<u>Se debe modificar</u>
1_DS	Pantallas de inicio	Diego Pinto	Terminado	12	18	Se realizó correctamente
2_DG	Interfaz pantallas de inicio	Daniel Pérez	En proceso	27	27	<u>Se debe modificar</u>
3_DG	Personajes del juego	Juan Saiz	Terminado	45	63	Se realizó correctamente
1_AR	AR Personajes del juego	Diego Pinto	Terminado	2	2	Se realizó correctamente
4_DG	Lugares de trabajo	Juan Mosquera	Terminado	63	54	Se realizó correctamente
2_AR	AR Lugares de trabajo	Juan Mosquera	Terminado	2	2	<u>Se detectó un error</u>
2_DS	Camino de la luna	Diego Pinto	Terminado	27	27	Se realizó correctamente
3_AR	AR Camino de la luna	Diego Pinto	Terminado	2	2	Se realizó correctamente
5_DG	Recursos del videojuego	Juan Mosquera	Terminado	36	36	Se realizó correctamente
4_AR	AR Recursos del videojuego	Juan Mosquera	Terminado	2	2	Se realizó correctamente
3_DS	Bodega	Juan Mosquera	Terminado	27	27	Se realizó correctamente
4_DS	Trueque	Juan Mosquera	Terminado	27	27	Se realizó correctamente
7_DS	Pantalla principal	Diego Pinto	Terminado	9	18	Se realizó correctamente
1_CE	Sistema de información	Juan Mosquera	Terminado	45	63	Se realizó correctamente
10_DS	Acceder sistema de información	Juan Mosquera	Terminado	2	2	Se realizó correctamente

ID	Requisito	Responsable	Estado	Horas estimadas	Horas reales	Observación
2_CE	Sistema de pronunciación	Diego Pinto	Terminado	36	45	Se realizó correctamente
11_DS	Acceder sistema de pronunciación	Diego Pinto	Terminado	2	2	Se realizó correctamente
6_AR	AR Elementos del videojuego	Diego Pinto	Terminado	4	5	Se realizó correctamente
14_DS	Configuración del videojuego	Juan Mosquera	Terminado	9	9	Se realizó correctamente
15_DS	Sistema de trabajo	Juan Mosquera	Terminado	36	63	<u>Se detectó un error</u>
16_DS	Recursos necesarios para trabajar	Juan Mosquera	Terminado	4	4	Se realizó correctamente
17_DS	Requisitos de trabajo	Juan Mosquera	Terminado	4	4	Se realizó correctamente
18_DS	Recompensa obtenida al trabajar	Juan Mosquera	Terminado	3	3	<u>Se debe modificar</u>
19_DS	Dones del personaje	Diego Pinto	Terminado	9	9	Se realizó correctamente
20_DS	Fases de la luna	Diego Pinto	Terminado	18	18	Se realizó correctamente
22_DS	Épocas del calendario nasa	Diego Pinto	Terminado	18	18	Se realizó correctamente
24_DS	Obtener recompensa en bodega.	Juan Mosquera	Terminado	6	6	Se realizó correctamente
7_AR	Realidad Aumentada	Diego Pinto	En proceso	27	36	Se realizó correctamente

2.1.4. Retrospectiva del Sprint

Finalizada la evaluación interna, se analizó el trabajo realizado durante el Sprint. Entre los aspectos analizados se destacan: (i) Mejorar la comunicación entre el Team, los diseñadores se limitaban a sus tareas por lo que desconocían en qué requisito se encontraba el prototipo. (ii) Continuar con las reuniones periódicas entre el Scrum Master y Team para mirar avances y dificultades en el desarrollo del prototipo. (iii) Seguir trabajando con Asana, permitió que cada integrante del Team conociera sus tareas y las fechas límites para cumplirlas.

2.2. Sprint 2

2.2.1. Planificación del Sprint

Para la planificación del segundo Sprint, se realizó una reunión entre el equipo de trabajo. En esta reunión se definieron las tareas a realizar durante el Sprint, los

responsables y la estimación de tiempo, que se describe en la Tabla 8. Se planeó corregir y mejorar algunos requisitos del primer Sprint con el objetivo de obtener la mejor versión del prototipo final.

Tabla 8. Backlog del Sprint 2

ID	Requisito	Responsable	Horas estimadas
5_DS	Inventario	Diego Pinto	18
6_DG	Objetivos del videojuego	Diego Pinto	27
5_AR	AR Objetivo del videojuego	Diego Pinto	2
7_DG	Interfaz pantalla principal	Daniel Pérez	18
8_DS	Sistema tutorial	Diego Pinto	27
9_DS	Acceder sistema tutorial	Diego Pinto	2
3_CE	Videos educativos	Diego Pinto	9
12_DS	Acceder a los videos educativos	Diego Pinto	2
13_DS	Créditos del videojuego	Diego Pinto	9
21_DS	Efectos fases de la luna	Diego Pinto	10
23_DS	Efectos épocas del calendario	Juan Mosquera	10
25_DS	Símbolos de chumbe	Juan Mosquera	18
8_AR	AR Símbolos de chumbe	Juan Mosquera	2
26_DS	Asignar símbolos de chumbe	Juan Mosquera	4
27_DS	Ganar el videojuego	Diego Pinto	2
28_DS	Perder el videojuego	Juan Mosquera	2

2.2.2. Ejecución del Sprint

A nivel general, se mejoraron las interfaces del videojuego, se cambió la pantalla inicial y principal del videojuego. Se solucionó el problema que había en la detección del personaje en el lugar de trabajo.

Entre los requisitos que se debían realizar se destacan: (i) Sistema Tutorial, enseña al estudiante cómo jugar, las mecánicas y el flujo del juego; (ii) Asignación de símbolos de chumbe, incrementa las características de los personajes: fuerza, habilidad y sabiduría. (iii) Inventario, almacena los objetivos obtenidos durante el juego y (iv) Videos educativos, muestra a los estudiantes dos videos educativos.

2.2.3. Revisión del Sprint

Se llevaron a cabo las mismas reuniones de la Revisión del primer Sprint, los docentes verificaron que se implementaron las observaciones y modificaciones manifestadas en la primera evaluación, estuvieron interactuando con el prototipo,

miraron los videos educativos, siguieron el tutorial del videojuego, probaron el sistema de pronunciación, verificaron que el material educativo brindado estuviera acorde con los diferentes elementos del videojuego, asignaron los chumbes a cada personaje, trabajaron con los personajes en los lugares de trabajo, entre otros.

Sin embargo, durante esta prueba, se encontró que: (i) No funcionaba un paso del Sistema Tutorial, (ii) No se podía obtener un objetivo del inventario y (iii) Se debían modificar los créditos. Estos problemas fueron solucionados de forma fácil y rápida. La revisión de cada requisito se encuentra descrita en la Tabla 9.

Tabla 9. Revisión del Backlog del Sprint 2

ID	Requisito	Responsable	Estado	Horas estimadas	Horas reales	Observación
5_DS	Inventario	Diego Pinto	Terminado	18	18	Se realizó correctamente
6_DG	Objetivos del videojuego	Diego Pinto	Terminado	27	27	<u>Se detectó un error</u>
5_AR	AR Objetivo del videojuego	Diego Pinto	Terminado	2	2	Se realizó correctamente
7_DG	Interfaz pantalla principal	Daniel Pérez	Terminado	18	27	Se realizó correctamente
8_DS	Sistema tutorial	Diego Pinto	Terminado	27	36	<u>Se detectó un error</u>
9_DS	Acceder sistema tutorial	Diego Pinto	Terminado	2	2	Se realizó correctamente
3_CE	Videos educativos	Diego Pinto	Terminado	9	9	Se realizó correctamente
12_DS	Acceder a los videos educativos	Diego Pinto	Terminado	2	3	Se realizó correctamente
13_DS	Créditos del videojuego	Diego Pinto	Terminado	9	18	<u>Se debe modificar</u>
21_DS	Efectos fases de la luna	Diego Pinto	Terminado	10	10	Se realizó correctamente
23_DS	Efectos épocas del calendario	Juan Mosquera	Terminado	10	10	Se realizó correctamente
25_DS	Símbolos de chumbe	Juan Mosquera	Terminado	18	18	Se realizó correctamente
8_AR	AR Símbolos de chumbe	Juan Mosquera	Terminado	2	2	Se realizó correctamente
26_DS	Asignar símbolos de chumbe	Juan Mosquera	Terminado	4	5	Se realizó correctamente
27_DS	Ganar el videojuego	Diego Pinto	Terminado	2	1	Se realizó correctamente
28_DS	Perder el videojuego	Juan Mosquera	Terminado	2	1	Se realizó correctamente

La evaluación resultó positiva ya que los docentes manifestaron su motivación y sorpresa por la rapidez con la que se desarrolló el prototipo, se cumplieron todas sus expectativas, quedaron a la espera de la ejecución de la evaluación externa en un aula de clase.

2.2.4. Retrospectiva del Sprint

Una vez finalizada la evaluación, se realizó la retrospectiva del sprint, de la cual se concluyó lo siguiente: (i) Mejoró la comunicación del equipo de trabajo, las acciones establecidas en el primer Sprint fueron efectivas. (ii) Terminación exitosa del Product Backlog, la asignación de tareas, entregas periódicas y la constante comunicación entre el equipo de trabajo garantizó el cumplimiento de todos los requisitos. (iii) Entrega satisfactoria del prototipo final gracias al seguimiento de la metodología de trabajo SCRUM.

3. Postgame

3.1. Cierre

Para el cierre del proceso, se crearon tres manuales, manual de uso, manual de instalación y manual de impresión. Los documentos mencionados pueden ser consultados en el ANEXO L respectivamente. Se crearon cinco paquetes de juego, cada paquete compuesto por tablero principal, bodega, trueque, inventario, dos personajes y 10 chumbes. Finalmente, el instalador del videojuego se subió a la Google Play [71], como aplicación educativa y gratuita.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

El prototipo desarrollado busca fortalecer los procesos de apropiación de la cultura indígena Nasa, el propósito es compartir con los estudiantes por medio de un videojuego con AR los valores y tradiciones de su cultura, así como el manejo y el reconocimiento de algunos vocablos en la lengua materna Nasa Yuwe. Para lo anterior el estudiante debe alcanzar el objetivo del videojuego: lograr que los personajes formen una familia Nasa tradicional. Para alcanzar este objetivo, el videojuego incentiva en los estudiantes la curiosidad, creatividad, imaginación y el trabajo en equipo, necesarios para lograr la meta y finalizar con éxito una partida.

Los estudiantes controlan dos personajes, quienes deben trabajar en cuatro lugares, para obtener recursos y alcanzar unos objetivos, que permiten lograr el objetivo de juego. Los lugares y personajes se ven afectados por el tiempo a medida que los estudiantes interactúen con el videojuego.

Para jugar es fundamental contar con todos los elementos necesarios para la sesión, paquete de juego y un dispositivo móvil con cámara trasera y sistema

operativo Android, versión 4.2 o superiores. El paquete de juego puede ser consultado en el ANEXO L.

Al iniciar el videojuego se presenta una pantalla de verificación, como se muestra en la Figura 18. Esta pantalla permite comprobar que la luz ambiente es adecuada y que la cámara del dispositivo detecte los marcadores de AR correctamente.



Figura 18. Pantalla de prueba AR

Menú principal: el estudiante puede elegir entre estas opciones (i) Iniciar: arrancar una nueva partida de juego, (ii) Extras: mostrar los videos culturales que contiene el videojuego, (iii) Créditos: mostrar los creadores y contribuidores en la creación del videojuego, (iv) Configurar: activar o desactivar música, videos y modo tutorial; (v) Salir: detener y cerrar el videojuego en el dispositivo; como se observa en la Figura 19.



Figura 19. Menú principal del prototipo

Tutorial: al iniciar un juego nuevo, se muestra al estudiante un video sobre la Creación del universo y el origen de la primera familia Nasa, luego, el Tutorial, donde Tay (Padre creador del universo en la cultura Nasa) [72] explica aspectos básicos para entender el funcionamiento del videojuego. De esta forma es posible para el estudiante conocer de manera rápida lo necesario para jugar correctamente.



Figura 20. Inicio del Tutorial de juego

Barra principal: el estudiante puede observar el contenido de la barra principal del videojuego en todo momento, aquí se encuentra la información de los personajes del juego y los botones del sistema para quitar/poner la música de fondo, reiniciar o salir de la partida.

Personajes: Son los 2 protagonistas del videojuego controlados por el estudiante: (i) un chico llamado Sol (Sek) y (ii) una chica llamada Alegría (Çxayu'çe). Cada personaje es un marcador de AR, al aumentarse proyecta un modelo en 3D, donde el estudiante puede observar algunas prendas tradicionales de su cultura. Los personajes tienen 3 características o dones: Fuerza, Habilidad y Sabiduría. Estas características influyen en el tiempo necesario para completar una labor. Equilibrar estas características para optimizar el tiempo de trabajo permite conseguir más recompensas en menos tiempo. El valor de estas características o dones puede modificarse asignando símbolos de chumbes a los personajes.

Chumbes: son 10 marcadores de AR, cada uno representa un símbolo, tradicionalmente cada símbolo que es usado en el chumbe para arrojar a los bebés, les brinda características o dones para el resto de su vida, en el videojuego, el estudiante puede aprender sobre los efectos que cada chumbe tiene sobre los protagonistas, debe reflexionar sobre la asignación de chumbes, máximo 3 símbolos por personaje, buscando un equilibrio en el valor de sus características. Cuando la cámara del dispositivo detecta un marcador de chumbe, se proyecta la imagen que lo identifica, el nombre en español y Nasa Yuwe, junto con botones para asignar a cada personaje el chumbe seleccionado.

Panel de épocas: el estudiante puede observar información sobre cada una de las veinte épocas del calendario Nasa y un ritual sagrado, junto con el efecto positivo o negativo que estos tienen sobre cada lugar de trabajo. Cuando la época del calendario cambia, el panel se ilumina con un efecto de luz, además, se actualiza la información que corresponde con cada época, su imagen, nombre, descripción e íconos de los lugares de trabajo con sus respectivos valores, estos afectan el tiempo de labor. Con el panel de épocas el estudiante puede aprender acerca de los efectos que ejercen las épocas del calendario nasa en la vida cotidiana de la comunidad.

Panel de lunas: el estudiante puede observar información de cada una de las ocho lunas del calendario Nasa, junto con el efecto positivo o negativo que estas tienen sobre las características de cada personaje. Al igual que el panel de épocas, el panel de lunas cambia con un efecto de luz y actualiza toda la información de la siguiente luna. Con este panel el estudiante puede aprender acerca de los efectos que cada luna ejerce sobre las personas y sobre las características o dones de los personajes del videojuego.

Camino de la luna: el estudiante puede apuntar con la cámara del dispositivo al marcador del camino de la luna, situado en el centro del tablero principal, se proyectarán 21 botones, uno por cada época del calendario nasa y se mostrará la imagen de la luna, que se moverá en torno al calendario en el transcurso de la partida, el juego termina cuando la imagen de la luna da una vuelta alrededor del calendario. Todos los botones o imágenes son seleccionables y despliegan información relacionada con su contenido educativo y cultural, incluyendo textos descriptivos, audios en español y Nasa Yuwe.

Lugares de trabajo: los lugares de trabajo son 4 marcadores de AR, ubicados en las esquinas del tablero principal, cada lugar representa un sitio de labor tradicional, la huerta, la montaña, el lugar para tejer y el lote. El estudiante puede hacer trabajar a los personajes del videojuego para conseguir los recursos que le permitan ganar. Cada uno de estos marcadores proyecta modelos en 3D relacionados con el sitio en cuestión, además, muestra los requisitos para poder trabajar, puntos para completar el trabajo, botones para pronunciación y descripción del elemento seleccionado. El estudiante aprenderá la importancia que cada uno de estos lugares tiene sobre la vida cotidiana en la comunidad.

Puntos de trabajo: el estudiante puede observar la información de puntos de trabajo junto al modelo 3D de cada lugar, los puntos de trabajo son 3 barras de progreso asociadas a las características o dones de cada personaje, su función es determinar cuándo se ha completado el trabajo en alguno de los 4 lugares. El estudiante puede ver estas barras para determinar el tiempo que toma una labor y aprender cuales son las labores que requieren más tiempo de trabajo.

Huerta: el estudiante puede hacer trabajar al personaje elegido en este lugar para obtener maíz y paja, el maíz sirve como moneda de intercambio y la paja sirve para tejer el sombrero y las jigras, en la huerta el personaje deberá arar, sembrar y cosechar, al finalizar el trabajo el estudiante también obtiene un sembradío como recompensa principal. Trabajando en la huerta el estudiante aprende y reconoce las labores básicas, el arado, el sembrado y la cosecha.

Montaña: el estudiante puede hacer trabajar al personaje elegido en este lugar para buscar recursos, obtener materiales de construcción para la casa y cabuya para tejer las jigras. Trabajando en la montaña el estudiante aprende que la naturaleza puede brindarle recursos importantes para la vida.

Lugar de tejido: el estudiante puede hacer trabajar al personaje elegido en este lugar para obtener recompensas principales como lo son las jigras y el sombrero, para trabajar en este lugar el jugador debe tener como requisito lana y cabuya. Para obtener un sombrero el jugador debe hacer trabajar al personaje hombre "Sol" o "Sek", y para obtener jigras debe hacer trabajar a "Alegría" o "Çxayu'çe". Aunque tradicionalmente no existe un lugar específico para esta labor, en el

videojuego el estudiante puede identificar y aprender que de esta actividad se generan recursos y artículos importantes para la vida en familia y para la comunidad.

Lote: el estudiante puede hacer trabajar al personaje elegido en este lugar para construir la casa, al estar trabajando el modelo en 3D se va completando hasta mostrar una casa tradicional nasa, que hace parte de las recompensas principales del videojuego. La casa es el elemento que más trabajo y recursos necesita para realizarse, esto refleja el esfuerzo y el tiempo que involucra conseguirla, el estudiante aprende que con trabajo y dedicación se puede construir la casa que será la morada de la futura familia.

Recompensas: el estudiante puede obtener diferentes clases de recompensas en el videojuego, el primer tipo de recompensa son los recursos o materiales para tejer o construir, en esta lista están, el maíz, los materiales de construcción, la lana, la paja y la cabuya, el segundo tipo de recompensas son requisitos para ganar el juego, están conformados por, 3 sembradíos, 3 jigras, 1 sombrero, y la casa. Cada uno de los anteriores se obtiene en un lugar determinado del tablero. El estudiante aprende a asociar los lugares donde trabaja y los recursos que este lugar le ofrece.

Bodega: es una sección independiente del tablero principal, contiene 5 marcadores de AR, cada marcador representa una recompensa o recurso diferente y proyecta el modelo 3D asociado a cada uno, junto con información de la cantidad almacenada por cada elemento. El estudiante aprende que todos los recursos que obtenga son almacenados y contabilizados, debe administrar el número de recursos que tiene para poder realizar las diferentes actividades en el videojuego.

Trueque: es una sección independiente del tablero principal, contiene 4 marcadores de AR, cada marcador representa al igual que en la bodega los diferentes recursos, exceptuando al maíz, pues éste es la moneda de intercambio principal, el estudiante puede cambiar el maíz que tiene en bodega, por otros recursos que necesite o no pueda conseguir trabajando, como la lana. En esta sección cada marcador proyecta un modelo 3D de cada recurso junto con la tarifa de intercambio que se cobrará. El estudiante aprende a administrar correctamente sus recursos para poder conseguir otros mediante el intercambio.

Inventario: es una sección independiente del tablero principal, contiene un marcador de AR en el centro y diferentes siluetas alrededor del marcador, cada silueta representa cada una de las recompensas principales del juego, el estudiante puede apuntar al marcador y las recompensas obtenidas se mostrarán en color, cada recompensa obtenida es a su vez un elemento seleccionable que desplegará información sobre cada uno de los elementos. Mediante el uso del

inventario el estudiante puede verificar el progreso en el juego, cada logro obtenido lo acerca a la victoria en el juego.

Configuración de videojuego: el estudiante puede modificar algunas configuraciones básicas del videojuego, como lo son: silenciar la música de fondo, omitir los videos y habilitar/deshabilitar el modo tutorial. Estos cambios afectarán la partida.

Créditos: el estudiante puede observar el listado de personas que trabajaron y aportaron para que el proyecto “Cuetaya: Tierra de colores” sea una realidad.

Extras: el estudiante puede observar 2 videos sobre la cultura Nasa, el video sobre el origen de la primera familia Nasa, y el video del ritual de casorio Nasa. Este contenido fue autorizado para el uso en el videojuego por parte de sus autores.

4.3. CONCLUSIONES

Este capítulo describió el proceso llevado a cabo durante la implementación de la metodología Co-CreARGBL, en las etapas de entrenamiento y diseño iterativo, realizando la especificación, análisis y diseño del videojuego, hasta el desarrollo y descripción del prototipo. El prototipo está basado en las características identificadas en el proceso de caracterización de las oportunidades de aplicación de este tipo de recursos, descritas en la Tabla 3 del capítulo 3. El concepto del juego, su contenido educativo, mecánicas, reglas y objetivos contaron con la participación activa y la aprobación por parte de los docentes. Con base al Pregame, Game y Postgame propuesto por la metodología de trabajo SCRUM se desarrolló el videojuego de mesa educativo con Realidad Aumentada utilizando el motor de videojuegos de Unity y el framework de Vuforia para AR. Las interfaces, ilustraciones y contenido multimedia están basadas en la simbología, tradiciones y cultura del pueblo Nasa.

La extensión del framework de Vuforia se integró de manera sencilla y rápida con el motor de Unity, permitiendo aumentar diferentes elementos del videojuego de forma estable. Por otro lado el uso del servicio de alojamiento de Bitbucket y la gestión de tareas en la aplicación web Asana, permitieron llevar a cabo una mejor sincronización del equipo y sus responsabilidades en el proyecto.

El desarrollo del prototipo culminó exitosamente, se pudo hacer uso de la Realidad Aumentada, ilustraciones, videos, audios y textos en Nasa Yuwe.

CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

Una vez finalizado el desarrollo del prototipo bajo la metodología Co-CreARGBL, se continuó con el tercer objetivo propuesto: evaluación en el aula de clase. El presente capítulo pretende dar respuesta a la pregunta de investigación, a través del desarrollo de un proceso metodológico para evaluar el prototipo, que permita cumplir con el tercer objetivo específico. El capítulo está dividido en dos secciones. La primera describe el diseño metodológico explicando cómo se llevó a cabo el proceso de evaluación en el aula de clase, justificando la elección de métodos y técnicas, considerando el objetivo de evaluación propuesto. La segunda presenta el análisis de los resultados obtenidos en la ejecución del proceso de evaluación.

Para el proceso metodológico se siguieron los métodos de diseño de estudio de caso de Yin [73] y Shaw [74]. Adicionalmente, se realizó el reporte *Postmortem* [75], en el cual se plantearon aspectos positivos y negativos encontrados en el proceso de evaluación, sugerencias y aspectos a corregir para proyectos futuros.

La evaluación se realizó con estudiantes de la comunidad indígena Nasa, pertenecientes al centro docente rural mixto Miravalle, municipio de Caldono, Cauca. Los resultados obtenidos permitieron concluir que a través de “Cuetaya: Tierra de Colores” se utilizó la tecnología y dispositivos móviles para apoyar procesos de enseñanza-aprendizaje en las aulas, esto permitió a los docentes diseñar, crear y evaluar su propio recurso y enseñar el contenido educativo tradicional a través de una experiencia de juego.

Cuetaya hizo posible que los estudiantes reconocieran los conceptos y las tradiciones de la cultura Nasa, relacionando los conceptos vistos a través del juego con lo que experimentan en su vida cotidiana.

5.1. MÉTODO DE DISEÑO DE ESTUDIO DE CASO

Para la evaluación del videojuego, se combinó el proceso metodológico de Yin y Shaw, dando como resultado las siguientes fases: (i) Selección de la muestra: descripción de la población participante, (ii) Unidades de análisis: tipología de la unidad a analizar, (iii) Preguntas de investigación: interrogantes a resolver mediante la evaluación (iv) Recolección de la información: definición y aplicación de instrumentos utilizados y (v) Análisis de la información: solución a las preguntas de investigación planteadas a partir de los resultados obtenidos; como se describe en la Figura 21.



Figura 21. Procedimiento metodológico para la evaluación del videojuego

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Yin [73] y Shaw [74]

5.1.1. Selección de la muestra

La muestra de la población seleccionada para evaluar el prototipo, fueron niños del pueblo indígena Nasa del municipio de Caldoño, departamento del Cauca. El pueblo indígena Nasa, es el segundo grupo indígena más grande de Colombia. Su población se estima en 186.178 habitantes y representa el 13,37% de la población indígena colombiana según datos del DANE [76]. El pueblo Nasa se encuentra distribuido geográficamente en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Tolima, Caquetá, Putumayo, Huila y Meta [77], como se observa en la Figura 22.

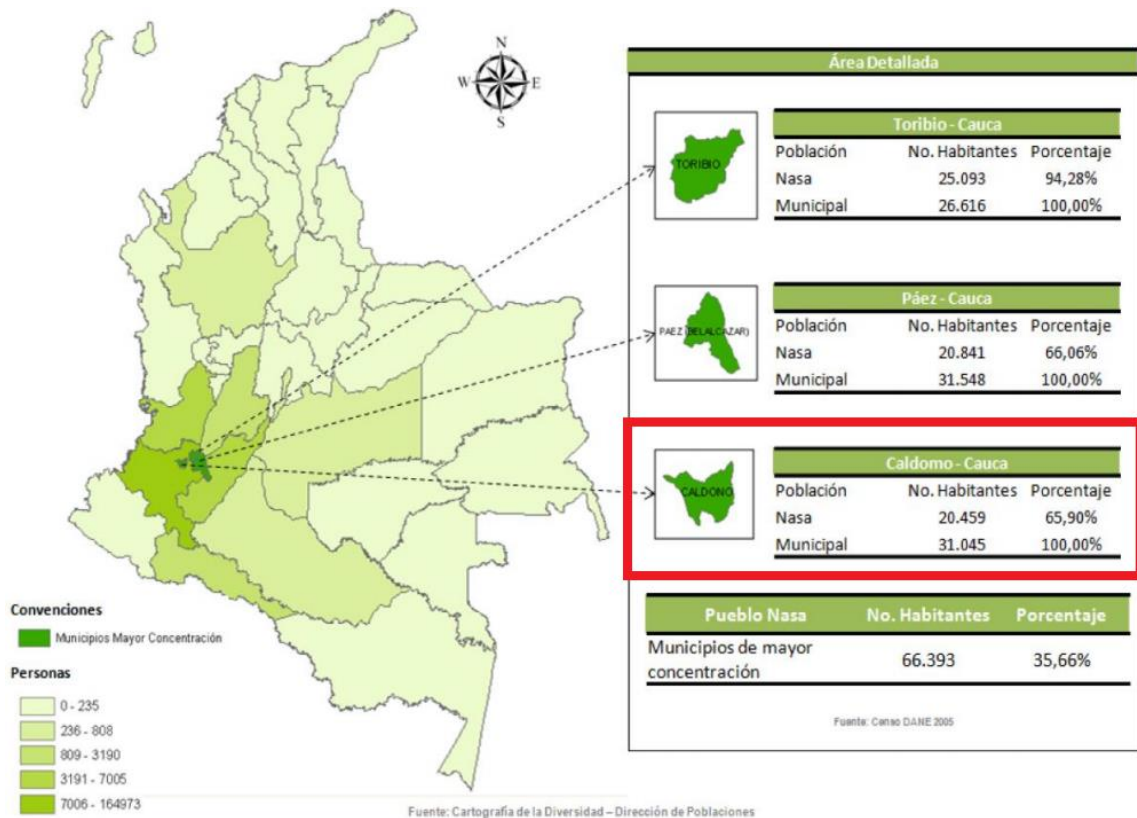


Figura 22. Selección de la muestra–Pueblo indígena Nasa, Caldono-Cauca

Fuente: Tomado de [76]

El Nasa Yuwe, la lengua nativa del pueblo Nasa, es hablada únicamente por el 41,9% de la población, lo cual evidencia un posible riesgo de extinción [76]. La comunidad está compuesta principalmente de familias de pocos recursos económicos, ubicadas en lugares apartados de las principales zonas urbanas.

Los niños Nasa se han visto influenciados por los procesos de globalización y las costumbres occidentales que llegan a las comunidades, afectando el sentido de su ser indígena, sus relaciones con la madre tierra y las tradiciones familiares. “*Son niños que han perdido de vista su origen y cuestionan su identidad al confrontarse con las contradicciones entre su vida indígena y la vida no indígena*” [78].

5.1.2. Unidades de análisis

Para llevar a cabo la identificación de las unidades de análisis, la metodología propone una tipología descrita en la Tabla 10, en ella se establece cuatro tipos básicos de unidades, clasificadas con base en el número de casos y los diferentes niveles de análisis.

Tabla 10. Unidades de análisis

Unidad	Caso único	Casos múltiples
Simple	Tipo 1	Tipo 2
Múltiple	Tipo 3	Tipo 4

De acuerdo a esto, se definió el Tipo 1 como unidad de análisis ya que el elemento estudiado de la muestra fue un grupo de 20 estudiantes, con una edad promedio de 10 años y desviación estándar de 0.86, pertenecientes los grados cuarto y quinto del centro docente rural mixto Miravalle, ubicado en el resguardo las Mercedes, municipio de Caldon, departamento del Cauca.

5.1.3. Preguntas de investigación

A partir de la pregunta de investigación: *¿Cómo a través de videojuegos de mesa con Realidad Aumentada desarrollados con participación activa del docente, se puede contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje?* y teniendo en cuenta el tercer objetivo específico definido en el primer capítulo, se plantearon las siguientes preguntas:

- (i) ¿Cómo fortalecer el aprendizaje de conceptos y temáticas fundamentales sobre la cultura, lengua y tradiciones Nasa?
- (ii) ¿Cómo contribuir o fomentar la motivación de los estudiantes Nasa por el aprendizaje de su cultura?
- (iii) ¿Cómo apoyar los procesos de aprendizaje en la Cultura Nasa sin pensar en la tecnología?

5.1.4. Recolección de la información

Con el objetivo de evaluar el aprendizaje que tienen los estudiantes al interactuar con el videojuego, se definieron las siguientes actividades: (i) Evaluación diagnóstica, (ii) Evaluación formativa y (iii) Observaciones finales; como se describe en la Figura 23.

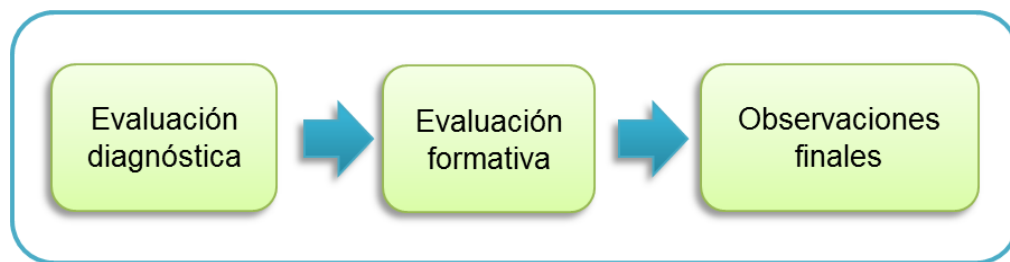


Figura 23. Actividades para evaluar el aprendizaje

Fuente: Elaboración propia

Evaluación diagnóstica

Durante esta actividad, se buscó determinar los conocimientos previos y carencias que tienen los estudiantes sobre su cultura: costumbres, tradiciones, valores, creencias y lenguaje; conocimientos que fortalecen su identidad como Nasa y que se relacionan con los saberes que adquieren en el contexto familiar y se refuerzan en los procesos educativos de la comunidad y escuela.

Para llevar a cabo el diagnóstico, se acordó la realización de un conversatorio, como un primer instrumento de evaluación. Este es un ejercicio de indagación donde el docente pregunta e intercambia ideas con sus estudiantes. Se definieron una serie de preguntas relacionadas con: el ser nasa, familia, costumbres, valores, creencias, tradiciones y lenguaje. La plantilla diagnóstica de preguntas se describe en la Tabla 11.

Tabla 11. Plantilla diagnóstica de preguntas para el conversatorio

N°	Pregunta
1	¿Quién eres? ¿Quiénes somos?
2	¿Qué es la familia? ¿Qué significa?
3	¿Qué es el maíz? ¿Por qué es importante?
4	¿Han participado del cultivo del maíz?
5	¿Cómo se cultiva el maíz?
6	¿Cuántas épocas tiene el calendario Nasa y cuántas fases de la luna?
7	¿Por qué es importante conocer el calendario Nasa y las fases de la luna?
8	¿Qué rituales incluye el calendario Nasa?
9	¿Quién de ustedes han participado en el Sakheluu?
10	¿Qué se hace y cuánto dura el Sakheluu?
11	¿Cuántos de aquí, hablan Nasa Yuwe? ¿Qué palabras hablan?
12	¿Qué es y para qué se usa un chumbe?

Evaluación Formativa

Una vez terminada la evaluación diagnóstica e interacción de los estudiantes con el videojuego, se planeó hacer una evaluación formativa. El objetivo de esta evaluación fue obtener el mayor número de información, que permita: (i) Determinar, comprender, analizar y concluir qué tanto los estudiantes aprendieron, motivaron e interesaron por el videojuego y (ii) Evidenciar las dificultades y problemas que se presentaron.

Para lograr lo anterior, se definió como segundo instrumento de evaluación la elaboración de cartelera, se determinó que los estudiantes a través del dibujo, desplegaran sus habilidades artísticas para expresar y demostrar lo que aprendieron, motivó e interesó después de interactuar con el prototipo. La actividad fue realizada en grupos de dos y tres estudiantes, al finalizar cada grupo expuso su trabajo realizado a la clase.

Observaciones finales

El docente manifestó las apreciaciones que tuvo de las dos evaluaciones, los resultados positivos y negativos que observó. En la Tabla 12 se describe la plantilla usada para plasmar los resultados de esta actividad y de las dos evaluaciones.

Tabla 12. Plantilla para la evaluación del aprendizaje

Estudiante	Evaluación diagnóstica	Evaluación formativa	Observaciones finales
Listar los estudiantes participantes	Transcribir las respuestas de cada estudiante durante el conversatorio, sus conocimientos previos y carencias.	Plasmar lo que cada estudiante dibujo o intentó representar en su cartelera, manifestando lo que aprendió, su interés, motivación y dificultades.	Escribir las apreciaciones que el docente tiene de toda la evaluación, resultados positivos y negativos.

Adicionalmente, se definió un protocolo que permitiera analizar la información obtenida en la Tabla 12; con el objetivo de cuantificarla y así, sacar resultados y conclusiones. El protocolo se describe a continuación.

Tabla 13. Protocolo para el análisis de la Plantilla para la evaluación del aprendizaje

Paso	Acción
1	Determinar un conjunto de categorías en las que se clasificará la información obtenida de cada estudiante para cada evaluación y observaciones finales.
2	Definir un plantilla.
3	Definir dos evaluadores, que lean toda la información obtenida y por cada estudiante la categoricen en la plantilla definida.
4	Integrar las dos evaluaciones, si hay diferencias se deben solucionar con acuerdos.
5	Hacer un reporte estadístico de los datos categorizados.

Con el objetivo de evaluar la motivación, se adaptó un test definido por Ryan [31], con preguntas acordes a la evaluación, agrupadas en tres categorías: (i) Interés y disfrute, (ii) Esfuerzo e importancia y (iii) Valor y utilidad. El objetivo del test fue conocer cómo se sintieron los estudiantes en dos escenarios propuestos. Para el primer escenario se creó una cartilla virtual en una página web que incluyó el contenido educativo proporcionado por los docentes, los estudiantes interactuaban con la cartilla a través de Tablets, seleccionaban un tema de interés y apreciaban imágenes, textos y audios sobre el ítem escogido. La cartilla virtual puede consultarse en el ANEXO M. Para el segundo escenario se utilizó Cuetaya, los estudiantes usaron las *Tablets* para interactuar con los diferentes elementos de AR, tableros y fichas.

Con este test se buscó determinar en cuál de los dos se presentaba mejores resultados con base en las categorías ya definidas. Para ello, cada pregunta se clasificó en una escala numérica del uno al cinco, para hacer el test más amigable y entendible al estudiante, se utilizaron imágenes asociadas a cada nivel de clasificación, rostros sonrientes para las notas más altas y viceversa. El estudiante puede guiarse con las imágenes para calificar cada pregunta de acuerdo a su concepto personal. Las preguntas están descritas en la Tabla 14, el test detallado puede consultarse en el ANEXO N.

Tabla 14. Listado de preguntas para el test de motivación

Categoría	Pregunta
Interés, Disfrute	Disfruté la actividad de...
	Fue divertida la actividad con...
	Fue aburrida la actividad con...

Categoría	Pregunta
	Es cierto que NO mantuvo mi atención...
	Crees que es Interesante...
	Crees que es disfrutable
	Mientras participabas de la actividad, pensabas que disfrutabas...
Esfuerzo, Importancia	Puse mis esfuerzos en la actividad con...
	Es cierto que No intenté realizar bien la actividad con...
	Me esforcé fuertemente en la actividad con...
	Fue importante para mí trabajar bien con...
	No le puse mucha energía a...
Valor, Utilidad	Creo que podría ser valioso para mí...
	Para aprender sobre la riqueza de la cultura Nasa es muy útil...
	Creo que es importante porque puede ayudarme a reconocer la riqueza de la cultura Nasa...
	Porque es muy útil, me gustaría volver a usar...
	Me ayuda a valorar la riqueza de la cultura Nasa...
	Es bueno para mí...
	Es importante para mí...

De la misma forma, en que se determinó el protocolo que se describe en la Tabla 13; se definió un protocolo para analizar la información suministrada en los test de motivación. Dicho protocolo se describe a continuación.

Tabla 15. Protocolo para el análisis del test de motivación

Paso	Acción
1	Definir una plantilla donde se guarde el código y nombre de cada estudiante, junto con la valoración de cada pregunta.
2	Digitalizar en la plantilla toda la información obtenida de los test de motivación, teniendo en cuenta, que la valoración de cada pregunta debe cuantificarse del 1 al 5.
3	Calcular el promedio y desviación estándar por cada categoría.
4	Hacer un reporte estadístico de dichos cálculos.

Como instrumento adicional para evaluar el aprendizaje y motivación, se determinó realizar entrevistas. A través de ellas, se buscó que los estudiantes expresaran lo que aprendieron, disfrutaron y los motivó después de realizar todas las actividades propuestas. El listado de preguntas se agrupó en tres categorías: motivación, disfrute y aprendizaje, como se describe en la Tabla 16.

Tabla 16. Listado de preguntas para la entrevista

Categoría	Pregunta
Motivación	¿Ya conocías el juego de Cuetaya?
	¿Querías jugarlo hoy? ¿De nuevo?
	¿Qué te gustó? ¿Por qué te gustó?
	¿Qué te llamó más la atención, el juego o la cartilla?
	¿Qué tiene el juego que no tenga la cartilla?
Disfrute	¿Te divertiste?
	¿Ah sí? ¿Por qué? / ¿Ah no? ¿Por qué?
	¿Qué te pareció divertido? / ¿Qué te pareció aburrido?
	¿Te divertiste más con el juego o con la cartilla?
Aprendizaje	¿Aprendiste algo con el juego?
	¿Qué aprendiste?
	¿El juego te enseñó algo que ya sabías?
	¿Qué cosa? ¿Cómo te lo enseñó?

Con el objetivo de encontrar cuáles son las motivaciones que los estudiantes tienen al jugar, sus sentimientos sobre lo que puede haber aprendido y disfrutado en la sesión realizada; se creó un protocolo similar al definido en la Tabla 13, el cual se describe a continuación.

Tabla 17. Protocolo para el análisis de las entrevistas

Paso	Acción
1	Mirar repetidamente los videos de las entrevistas realizadas a los estudiantes con el objetivo de familiarizarse con ellos.
2	Determinar un conjunto de categorías en las que se clasificará las respuestas de cada estudiante.
3	Definir un plantilla.
4	Definir un evaluador, que categorice cada respuesta por cada estudiante en la plantilla definida.
5	Hacer un reporte estadístico de los datos categorizados.

Tabla 18. Plantilla para el análisis de las entrevistas

Estudiante	Categoría	Especificación	Temas
Nombre del estudiante	Motivación	Preguntas relacionadas con motivación	Temas evidenciados
	Disfrute	Preguntas relacionadas con disfrute	
	Aprendizaje	Preguntas relacionadas con aprendizaje	

Preparación de la clase

Una vez definido los instrumentos de evaluación y protocolos de análisis, se procedió con la preparación de la clase, en la cual se definieron los siguientes pasos:

1. Realizar un breve sondeo de conocimientos previos y carencias, puede tener una duración aproximada de quince minutos. En esta actividad el docente explora conceptos del contenido educativo del videojuego, de esta manera, comprueba que tan apropiados se tienen algunos términos que los estudiantes encontrarán a través del videojuego.
2. Contar con el paquete de juego, el cual está conformado por: (i) tablero principal, (ii) sección de trueque, (iii) sección de bodega, (iv) sección de inventario, (v) dos fichas de personajes y (vi) diez fichas de chumbe. Dicho paquete puede encontrarse en el ANEXO L.
3. Conformar grupos, preferiblemente parejas, con el objetivo de fomentar el trabajo cooperativo, el manejo de los diferentes componentes y del dispositivo móvil con el que se realiza la experiencia.
4. Repartir los paquetes del juego a cada grupo.
5. Compartir con los estudiantes el funcionamiento básico de la AR y cómo se usa en el videojuego.
6. Realizar una serie de recomendaciones para facilitar la detección de los marcadores, por ejemplo: realizar la sesión de juego en un ambiente con buena iluminación, evitar obstruir de alguna forma los marcadores, apuntar al marcador completo, sin cortar ningún borde, pues el dispositivo no lo podrá reconocer.

7. Iniciar la sesión de juego, con la supervisión del docente ante cualquier inquietud que presenten los estudiantes. La sesión puede tener una duración aproximada de entre los veinte a treinta minutos, tiempo suficiente para que los estudiantes completen el videojuego, explorando, practicando y aprendiendo.
8. Conformar grupos para la realización de carteleras, donde dibujen lo que aprendieron, disfrutaron e interés del videojuego y de toda la actividad, para finalmente, exponerlo a sus compañeros de clase.

Ejecución de la evaluación

La evaluación se realizó con 20 estudiantes de grado cuarto y quinto del centro rural mixto Miravalle, ubicada en el resguardo de las Mercedes, municipio de Caldon, departamento del Cauca. La finalidad de esta actividad fue evaluar el aprendizaje y motivación de los estudiantes después de interactuar con el videojuego.

El grupo de estudiantes y la docente a cargo se desplazaron hacia un lugar tranquilo en medio de la naturaleza para realizar un corto conversatorio, como se observa en la Figura 24. La docente realizó una serie de preguntas definidas en la Tabla 11, los estudiantes respondieron, mencionando aspectos culturales sobre la familia Nasa, las épocas, las lunas y demás conceptos incorporados en el juego.



Figura 24. Docente y estudiantes en el conversatorio

Finalizada esta parte y de regreso al aula, los estudiantes se dividieron en grupos de tres, se dio una Tablet a cada grupo para que interactuaran con una cartilla virtual, en la cual se muestran todos los conceptos culturales que contiene el videojuego, pero de una forma más tradicional. Para esta actividad se destinaron 15 minutos, tiempo después, los estudiantes perdieron interés en seguir explorando.



Figura 25. Estudiantes interactuando con la cartilla virtual educativa

Acto seguido, se procedió con la sesión de juego, usando el prototipo realizado “Cuetaya: Tierra de Colores”, a cada grupo se le asignó un paquete de juego. Los estudiantes interactuaron con el videojuego: (i) Sembrando maíz, (ii) Recolectando recursos, (iii) Tejiendo las jigras y sombrero, (iv) Construyendo la casa, (v) Intercambiando recursos, (vi) Leyendo el contenido educativo, (vii) Escuchando los audios, entre otros. Al transcurrir aproximadamente veinticinco minutos, todos los grupos habían logrado que los personajes formaran una familia tradicional Nasa, dando por finalizado el videojuego. Sin embargo, los estudiantes manifestaban su deseo por continuar jugando y seguir explorando el videojuego, lamentablemente, por cuestión de tiempo, eso no fue posible y se continuó con la evaluación.



Figura 26. Estudiantes interactuando con "Cuetaya: Tierra de Colores"



Figura 27. Estudiantes jugando con "Cuetaya: Tierra de Colores"

Terminada la sesión de juego, la docente utilizó pliegos de cartulina, colores, témperas y demás materiales para que los estudiantes plasmaran en las cartulinas lo que más les había impactado del juego, lo que habían aprendido usándolo. Al final se obtuvieron carteleras en las cuales los estudiantes dibujaron elementos significativos del videojuego, por ejemplo las jigras o los chumbes.



Figura 28. Cartelera de evaluación de aprendizaje

En la jornada de la tarde se procedió a realizar el test de motivación de forma individual, en el cual, se compararon los niveles de motivación de los estudiantes cuando usaron la cartilla versus cuando usaron el videojuego, estos dos con el mismo contenido educativo seleccionado por los docentes. Se orientó a los estudiantes en cada pregunta del test, para que contestaran de forma correcta y resolvieran algunas dudas sobre las preguntas, en caso de presentarse.



Figura 29. Estudiantes realizando el test de motivación

Al finalizar el test de motivación, se grabaron entrevistas de los estudiantes, con el fin de evaluar el videojuego usando sus apreciaciones luego de las actividades realizadas. Se organizaron en parejas y cada entrevista tuvo una duración aproximada de cinco minutos, el listado de preguntas que se hicieron se describen en la Tabla 16.



Figura 30. Entrevista a estudiantes para evaluar el videojuego

Transcripción de la información

Inmediatamente, después de ejecutar la evaluación con los estudiantes, se procedió a transcribir la información recolectada. Se diligenció la plantilla descrita en la Tabla 12, los test de motivación fueron digitalizados y los videos de cada entrevista fueron transcritos. La plantilla diligenciada puede consultarse en el ANEXO O, las transcripciones del test en el ANEXO P y las entrevistas en el ANEXO Q.

5.1.5. Análisis de la información

Análisis profundo

Terminada la fase de recolección de la información, se continuó con la fase de análisis, teniendo en cuenta los protocolos previamente descritos. Se analizó información relacionada con el aprendizaje, motivación y entrevistas; como se describe a continuación.

Aprendizaje

Para analizar la información transcrita en la plantilla de la Tabla 12, se implementó el protocolo definido en la Tabla 13. El primer paso, fue definir un formato que permitiera clasificar mejor la información. El formato utilizado fue el siguiente:

Tabla 19. Formato para clasificar la información recolectada

Actividad	Formato		
	Categoría	Especificación	Tema
Evaluación diagnóstica	Conocimientos previos	Reconoce	30 temas
		Da importancia	
		Asocia	
		Se considera	
	Carencias	No reconoce	
		No da importancia	
		No asocia	
		No se considera	
Evaluación formativa	Aprendizaje	Reconoce	21 temas
		Da importancia	
		Asocia	
		Se considera	
	Interés	Hay interés	
		No hay interés	
	Motivación	Hay motivación	
		No hay motivación	
	Dificultad	No reconoce	
		No da importancia	
		No asocia	
		No se considera	
Observaciones finales	Resultado positivo		15 temas
	Resultado negativo		

Como se observa, a través de este formato se buscó que la información recolectada, se clasificará en <Categoría>:<Especificación>:<Tema>. Entre los temas que se definieron se destacan: calendario Nasa, fases de la luna, familia, tradiciones, chumbes, rituales, Nasa Yuwe, entre otros.

Definido el formato de clasificación, se procedió a crear una plantilla en Excel, donde los dos evaluadores, clasificaron la información recolectada según su concepto u opinión. La plantilla utilizada se describe en la Tabla 20 y la información clasificada por evaluador puede consultarse en el ANEXO O.

Tabla 20. Plantilla del evaluador para clasificar la información recolectada

Estudiante	Actividad de evaluación	Evaluador			Concepto
		Categoría	Especificación	Tema	
Lista de estudiantes participantes	Por cada estudiante poner sus respuestas durante el conversatorio, lo que dibujo en la cartelera y la apreciación que tiene el docente de él.	Por cada estudiante, se debe clasificar la información recolectada teniendo en cuenta el formato ya definido.			Concatenación de la Categoría, Especificación y Tema.

El siguiente paso, fue llegar a un consenso entre la información clasificada por cada evaluador, para ello, se sacó una estadística que fiabilidad, descrita en la Figura 31, con el objetivo de ver el número de acuerdos y desacuerdos que había entre ambos. Las diferencias que se presentaron se solucionaron mediante acuerdos. La evaluación integrada puede consultarse en el ANEXO O.

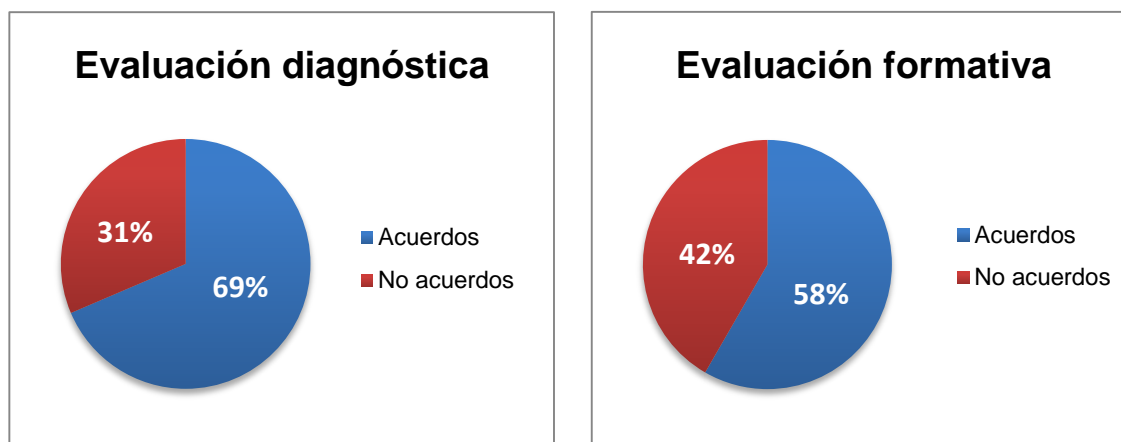


Figura 31. Estadísticas de fiabilidad

Posteriormente, se definió una matriz de concurrencia, con el objetivo de analizar los temas que sobresalían en la información clasificada, teniendo en cuenta la

categoría y especificación asociada. La matriz se describe en la Tabla 21 y la información que almacena puede consultarse en el ANEXO O.

Tabla 21. Matriz de co-ocurrencia para analizar la información recolectada

Actividad de evaluación	Categoría	Especificación	Temas			
			Tema 1	Tema 2	...	Tema N
Evaluación Diagnóstica	Conocimientos previos y carencias	Reconoce, da importancia, asocia, se considera, etc.	Se cuenta el número de coincidencias que hay en la información clasificada por cada estudiante.			
Evaluación Formativa	Aprendizaje, dificultad, motivación e interés					
Observaciones Finales	Resultados positivos y negativos					

Con base en la matriz de concurrencia, se pudo analizar que en la evaluación diagnóstica, los estudiantes manifestaron tener conocimientos previos de temas como: Nasa, Nasa Yuwe, naturaleza, familia. Sin embargo, se evidenció carencias en los siguientes temas: calendario nasa, fases de la luna y rituales. Los resultados más importantes de esta evaluación se describen en la Tabla 22.

Tabla 22. Resultados de la evaluación diagnóstica

Categoría	Especificación	Temas						
		Calendario Nasa	Fases luna	Nasa	Nasa Yuwe	Naturaleza	Naturaleza y Familia	Rituales
Conocimientos previos	Reconoce	0	3	0	7	14	0	4
	Da importancia	0	0	0	0	0	0	0
	Asocia	0	0	0	0	0	15	0
	Se considera	0	0	15	0	0	0	0
Carencia	No reconoce	15	14	0	0	0	0	8
	No da importancia	0	0	0	0	0	0	0
	No asocia	0	0	0	0	0	0	0
	No se considera	0	0	0	0	0	0	0

Para la evaluación formativa, se observó que los estudiantes, mediante la realización y exposición de carteleras, apropiaron algunos conceptos relacionados con los siguientes temas: la construcción de la casa, familia, luna, naturaleza, siembra del maíz y tradiciones; temas que los estudiantes fortalecieron al interactuar con el videojuego, por ejemplo: (i) Sembrando maíz en la huerta con Sek, (ii) Construyendo la casa para conseguir el último objetivo y (iii) Observando cómo los personajes del juego conformaban una familia al final del videojuego. En la Tabla 23 describen los resultados más destacados.

Tabla 23. Resultados de la evaluación formativa

Categoría	Especificación	Temas					
		Construcción de la casa	Familia	Luna	Naturaleza	Siembra del maíz	Tradiciones
Aprendizaje	Reconoce	0	0	0	0	0	0
	Da importancia	3	3	2	7	2	2
	Asocia	0	1	0	0	0	1
	Se considera	0	0	0	0	0	0
Dificultad	No reconoce	0	0	0	0	0	0
	No da importancia	0	0	0	0	0	0
	No asocia	0	0	0	0	0	0
	No se considera	0	0	0	0	0	0

Teniendo en cuenta la evaluación diagnóstica y formativa, el docente compartió sus observaciones finales, destacando resultados positivos en temas como: calendario nasa y rituales, carencias que estaban evidenciadas en la evaluación diagnóstica. De igual forma, el docente consideró fortalecidos temas como: chumbes, Nasa Yuwe, siembra del maíz y trueque.

Tabla 24. Resultados de las observaciones finales

Categoría	Temas					
	Calendario Nasa	Chumbes	Nasa Yuwe	Rituales	Siembra del maíz	Trueque
Resultado positivo	6	3	3	7	3	3
Resultado negativo	0	0	0	0	0	0
No hay resultado	0	0	0	0	0	0

Para mostrar de forma general los resultados anteriormente descritos, se presenta la siguiente tabla resumen, en la cual se describen los temas que sobresalieron en cada actividad.

Tabla 25. Resultados generales de la evaluación de aprendizaje

Evaluaciones	Formato de clasificación		
	Categoría	Especificación	Tema
Evaluación diagnóstica	Conocimientos previos	Reconocer	Familia, naturaleza, Nasa Yuwe, creencias y tradiciones.
	Deficiencias	No reconocer	Calendario Nasa, fases de la luna y rituales.
Evaluación formativa	Aprendizaje	Dar importancia	Construcción de la casa, familia, luna, naturaleza, siembra del maíz y tradiciones.
Observaciones finales	Resultados positivos		Nasa Yuwe, siembra del maíz, chumbes, trueque, calendario Nasa y rituales.

Motivación

Para evaluar la motivación, se analizó la información recolectada en los test, siguiendo el protocolo descrito en la Tabla 15. Se realizaron las siguientes actividades: (i) Creación de la plantilla en Excel, descrita en la Tabla 26, (ii) Digitalización de cada test en la plantilla, clasificando cada respuesta en una escala numérica del 1 al 5, (iii) Obtención de promedios de las respuestas por cada pregunta y con ello, se calculó el promedio y desviación estándar de cada categoría que se evaluó; finalmente, (iv) Realización de un gráfico de barras donde se compara el videojuego versus la cartilla virtual. El documento completo de este análisis puede consultarse en el ANEXO P.

Tabla 26. Plantilla para analizar los test de motivación

Estudiante	Interés/Disfrute	Esfuerzo/Importancia	Valor/Utilidad
Lista de preguntas del test por cada actividad a evaluar			
Código, nombres y apellidos, grado, edad y género, de cada estudiante	Lista de respuestas de cada estudiante, clasificadas en una escala numérica del 1 a 5, teniendo en cuenta: 5 = Carita feliz 4 = Carita algo feliz 3 = Carita normal 2 = Carita algo aburrida 1 = Carita aburrida		
Promedio y desviación estándar de la valoración por categoría del test			

La gráfica obtenida, descrita en la Figura 32, muestra que los estudiantes: (i) Disfrutaron y sintieron más interés usando el videojuego, la cartilla tuvo un promedio de 3.98 y el videojuego de 4.88, (ii) Dedicaron más esfuerzo e importancia, la cartilla obtuvo 3.84 y el videojuego 4.82; finalmente, (iii) Sintieron que fue más útil el videojuego que la cartilla virtual, con promedios de 4.79 y 4.24 respectivamente, aunque ambos tuvieran el mismo contenido educativo.

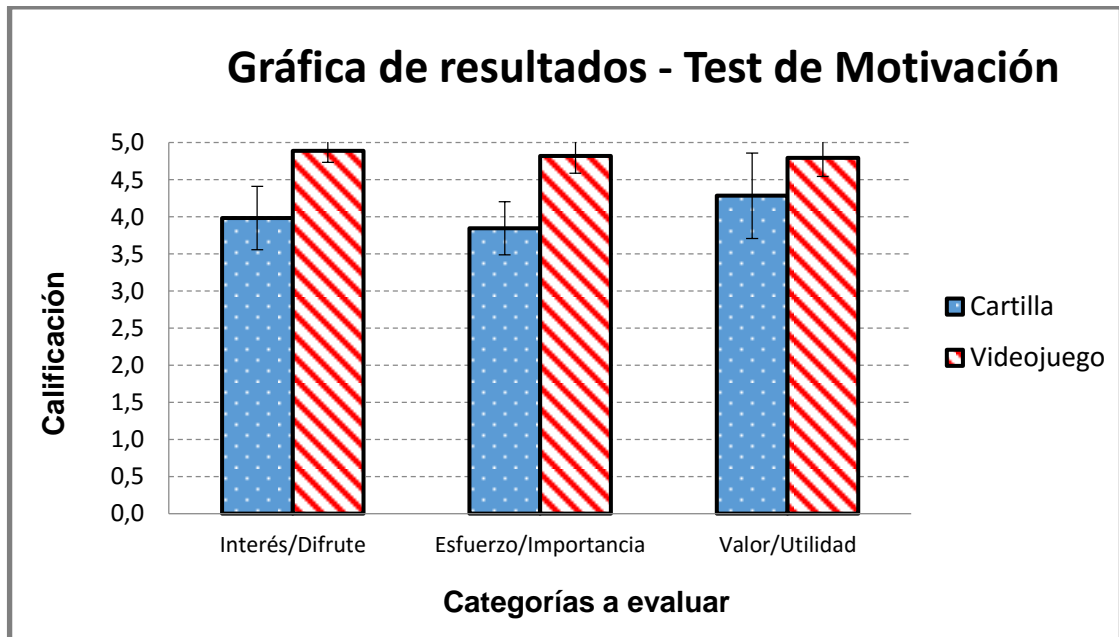


Figura 32. Resultados del test de motivación

Entrevistas

Para analizar las entrevistas, se usó el protocolo definido en la Tabla 17. Con base en este protocolo se realizaron los siguientes pasos: (i) Revisión de cada entrevista filmada, (ii) Definición de una plantilla en Excel para registrar las respuestas de cada estudiante, clasificadas con el formato: <Categoría>:<Especificación>:<Tema>, por último, (iii) Realización de un reporte estadístico por pregunta usando tablas dinámicas de Excel.

La plantilla utilizada se describe en la Tabla 18, un ejemplo de la tabla dinámica realizada puede observarse a continuación, la información diligenciada y el reporte estadístico completo puede consultarse en el ANEXO Q.

Tabla 27. Tabla dinámica de las respuestas a una pregunta de la entrevista

Pregunta	Conteo	Porcentaje
¿Qué aprendiste con el videojuego?		
Siembra del maíz	4	44,44%
Tejer	3	33,33%
Fases de la luna	1	11,11%
Seres mitológicos	1	11,11%
Total general	9	100%

El análisis del reporte estadístico, concluyó que las respuestas de cada estudiante correspondieron a los resultados obtenidos anteriormente. Es decir, la mayoría de estudiantes: (i) Manifestaron sentirse motivados al interactuar con el videojuego, (ii) Disfrutaron realizando acciones como la recolección de recursos y siembra del maíz, (iii) Aprendieron a usar los recursos obtenidos para construir su casa y tejer en el videojuego y finalmente, (iv) Fortalecieron el conocimiento previo sobre la siembra de maíz.

Análisis general

Una vez realizado el análisis detallado de la información recolectada, se procedió al análisis de cada una de las preguntas de investigación planteadas en la fase 3 de la metodología.

Para la primera pregunta, relacionada con el aprendizaje, se observó que a través del videojuego con AR, los estudiantes fortalecieron sus conocimientos en algunos conceptos de la cultura Nasa, a través de las relaciones que encontró entre el

contenido educativo del videojuego y su vida cotidiana, por ejemplo, el sembrado de maíz en la huerta o la práctica de vocablos en lengua Nasa Yuwe.

Con respecto a la segunda pregunta, relacionada con el interés y motivación, se evidenció altos niveles de motivación en las subescalas evaluadas, los estudiantes manifestaron gran interés y motivación, al experimentar con AR y modelos en 3D, textos y audios en Nasa Yuwe y contenido multimedia.

En cuanto a la última pregunta, relacionada con los procesos de aprendizaje sin tecnología, los docentes al conocer nuevos recursos, como los videojuegos educativos, pudieron desarrollar un plan de trabajo, orientado hacia la capacitación de los estudiantes en proyectos educativos y considerar la importancia de adquirir dispositivos tecnológicos que le permitan soportar estos aprendizajes.

5.2. REPORTE POSTMORTEM

Una vez analizado los resultados, se procedió a describir en detalle las actividades específicas que afectaron positiva y negativamente la evaluación del videojuego. Adicionalmente, se describieron algunas sugerencias y recomendaciones para futuros proyectos. El reporte se presenta a continuación.

Tabla 28. Reporte Postmortem

Campo	Descripción
Antecedente	
Título	“Cuetaya: Tierra de colores” – Videojuego de mesa educativo con AR
Estudio	Trabajo de Grado para la obtención del Título de Ingeniero de Sistemas
Género	Rol con AR
Plataforma	Dispositivos móviles con sistema operativo Android 4.4.2 o superiores, de 5” o superior, no requiere conexión a internet.
Antecedente	<p>“Cuetaya: Tierra de Colores” es un videojuego de mesa educativo con Realidad Aumentada diseñado con el propósito de ser usado en el aula como un recurso lúdico de aprendizaje.</p> <p>El objetivo educativo del juego consiste en compartir con los estudiantes valores y tradiciones de la cultura Nasa, así como el manejo y el reconocimiento de algunos vocablos en la lengua materna (Nasa Yuwe).</p>
Miembros del equipo	
Líderes: Hendrys Tobar, Carolina González Diseñadores: Daniel Pérez, Juan Saiz Desarrolladores: Juan José Mosquera, Diego Pinto Investigadores: Hendrys Tobar, Laura Orozco Docentes: Carmen López, Jairo Chate, Liliana Velasco, Damaris Valencia	
SIGN-OFFS	
Voces del videojuego: Jairo Chate, Maicol Yefrei Chate Material audiovisual: Colectivo Aica Films	
Efectos positivos	

<ol style="list-style-type: none"> 1. Trabajo cooperativo interdisciplinario, investigadores, desarrolladores, diseñadores gráficos y docentes. 2. Participación activa de los docentes en el diseño del videojuego. 3. Creación de recursos educativos ajustados a los contenidos educativos manejados por los docentes. 4. Desarrollo de videojuego para el fortalecimiento y apropiación de los conceptos de la cultura indígena Nasa. 5. Incorporación de audios y textos en lengua nativa Nasa Yuwe, ilustraciones y contenidos propios de la comunidad. 	
¿Cómo continuar así?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Trabajar en cooperación con expertos en diferentes ramas y disciplinas, para crear un recurso con calidad y utilidad. ✓ Crear herramientas en cooperación con los docentes, que incluyan un contenido educativo propuesto por ellos. ✓ Buscar oportunidades para la creación de recursos educativos similares, teniendo en cuenta la riqueza y diversidad de comunidades indígenas.
Efectos negativos	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se contó con una población de muestra pequeña. Los participantes fueron estudiantes del centro docente rural mixto Miravalle, ubicada en zona rural del municipio de Caldon, Cauca, aproximadamente a 2 horas de recorrido desde Popayán. 2. Debido a la ubicación geográfica, se presentaron dificultades para la comunicación vía internet y telefónica, entre el equipo de docentes y los demás integrantes. 3. Problemas en cuanto a sincronización de tiempos disponibles para reuniones presenciales, pruebas y viajes. 4. El equipo de docentes tuvo que cumplir con su labor docente y rendir cuentas ante las autoridades del resguardo indígena. Los gastos en cuanto a desplazamiento corrieron por parte de cada docente. 5. El presupuesto para el diseño, creación de tableros y demás recursos necesarios para el proceso fue limitado. 	
¿Cómo corregir?	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Usar “Cuetaya: Tierra de colores”, como antecedente para motivar cambios curriculares. ✓ Plantear el diseño de una herramienta educativa como parte de un proyecto escolar, con el fin de contar con disponibilidad de tiempo y horario para el trabajo exclusivo en el proceso. ✓ Buscar grupos de investigación universitarios y demás instituciones que apoyen este tipo de procesos y permitan un trabajo más eficiente, sin carencias o limitantes a la comunidad docente a la creación activa y cooperativa de herramientas educativas ajustadas a sus objetivos y contenidos.

5.3. CONCLUSIONES

Respecto al juego como estrategia didáctica para soportar el aprendizaje, los docentes consideraron el videojuego “Cuetaya: Tierra de Colores” como un apoyo importante para la enseñanza, el fortalecimiento y apropiación de la cultura Nasa, una herramienta educativa no tradicional, diferente, innovadora y motivante para ser usada en el aula de clase.

En cuanto al aprendizaje, no fue posible concluir un resultado definitivo, ya que la población de muestra fue baja y el número de sesiones de juego fueron pocas, por lo cual, no se puede generalizar los resultados obtenidos con base en los instrumentos de evaluación empleados. Sin embargo, la evaluación reveló resultados positivos respecto al fortalecimiento y apropiación de conceptos educativos incluidos en el juego, relacionados con las tradiciones Nasa, las tareas que el estudiante realiza y observa a diario en su comunidad, como el sembrado de maíz, el tejido y la recolección de recursos.

Con relación a la motivación, la evaluación mostró el interés y disfrute que los estudiantes sintieron al jugar “Cuetaya: Tierra de colores” en comparación con la cartilla virtual que tiene el mismo contenido educativo. Usando Cuetaya los estudiantes interactuaron con las fichas, los audios y textos en Nasa Yuwe, experimentaron con la AR y aún más importante, se sintieron motivados por haber hecho parte del proceso de creación, diseño y evaluación del videojuego.

El estudio realizado fue limitado porque se usó un instrumento de reporte subjetivo, aunque permitió evidenciar que la AR y los juegos para el aprendizaje pueden tener utilidad en este tipo de procesos educativos, cabe mencionar que este estudio benefició a los docentes y estudiantes, al tener un recurso tan específico para la población.

Finalmente, es importante resaltar lo manifestado por los estudiantes que participaron en esta experiencia, quienes consideraron la sesión con el videojuego como divertida, motivante y educativa, de igual forma, destacar la percepción que el docente observó de sus estudiantes, los cuales inicialmente, presentaron carencias en temas como el calendario Nasa y rituales sagrados, pero luego de la sesión de juego, el análisis reflejó resultados positivos en estos temas. Como trabajo futuro se podrían implementar métodos más objetivos de observación por parte de expertos.

CAPITULO VI. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este capítulo se describen los resultados y conclusiones obtenidos en el desarrollo de la investigación, además, se propone trabajo futuro que pueda realizarse a partir de la presente investigación.

6.1. RESULTADOS

- El presente documento, que incluye toda la información recopilada a través del proceso de investigación.
- “Cuetaya: Tierra de Colores”, es un prototipo de videojuego de mesa educativo con Realidad Aumentada diseñado con el propósito de ser usado en el aula como un recurso lúdico de aprendizaje. El objetivo educativo del juego consiste en compartir con los estudiantes valores y tradiciones de la cultura Nasa, así como el manejo y el reconocimiento de algunos vocablos en la lengua materna (Nasa Yuwe).
- Un artículo llamado “*Augmented Reality Board Game for supporting learning and motivation in an indigenous community*” [79], presentado en la V Conferencia Internacional en Videojuegos y Educación - CIVE, la cual tuvo lugar en Puerto de la Cruz, Tenerife, España, los días 6, 7, 8 y 9 de Junio de 2017.
- Un artículo llamado “*Cuetaya: Tierra de colores*” [80], el cual fue presentado en el VIII Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles – CAVA 2016, que tuvo lugar los días 31 de agosto, 1 y 2 de septiembre de 2016 en la Fundación Universitaria Tecnológica Comfenalco, en Cartagena de Indias, Colombia.

6.2. CONCLUSIONES

- Entre las experiencias encontradas que relacionan videojuegos educativos y AR durante el proceso de revisión documental se observa que a pesar de los beneficios que estas tecnologías brindan a la educación, no se han podido integrar de forma correcta en las aulas de clase, esto debido a que no se sigue una metodología de diseño que involucre las necesidades educativas de los docentes y su participación activa, sin producir el impacto esperado en el proceso educativo. Esto evidencia la necesidad de orientar las nuevas propuestas tecnológicas que permita a los docentes diseñar, crear y evaluar su propio recurso y enseñar el contenido educativo tradicional a través de una experiencia de juego. De acuerdo con esto, se propuso el prototipo de videojuego de mesa educativo con AR “Cuetaya: Tierra de colores”, co-creado con docentes.

- Se desarrolló el proceso de investigación cualitativa para la identificación de las oportunidades de aplicación de los juegos de mesa con AR durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las oportunidades identificadas se consignaron en la Tabla 2, las cuales son recursos educativos TIC o juegos para el aprendizaje adaptables a las necesidades particulares en el aula, recursos educativos que motiven e involucren de forma activa al estudiante y al docente, e incorporación del docente en el diseño y creación de recursos TIC educativos ajustados a sus necesidades en el aula. A partir de estas oportunidades identificadas se determinó que el problema principal estaba relacionado con la ausencia de recursos educativos TIC que adaptados a las necesidades educativas del docente y sus estudiantes. Al ser un problema prioritario, el presente proyecto lo abordó teniendo en cuenta las características descritas en la Tabla 3, dentro de las cuales se destacan el involucrar a los docentes y estudiantes en el diseño y creación del recurso, permitir el aprendizaje colaborativo y la interacción entre docente y estudiante.
- Se diseñó e implementó el prototipo de videojuego de mesa educativo con AR, “Cuetaya: Tierra de colores”, el cual cuenta con las características identificadas en el capítulo 3. La validación del *Product Backlog*, prototipos realizados, concepto del juego, contenido educativo, mecánicas, reglas y objetivos arrojaron conceptos muy positivos por parte de los docentes y la comunidad. Con base en esto se desarrolló el videojuego de mesa educativo con AR utilizando el motor de videojuegos de Unity3D y el framework de Vuforia para AR. Las interfaces, ilustraciones y contenido multimedia están basadas en la simbología, tradiciones y cultura del pueblo Nasa. La extensión del framework de Vuforia se integró de manera sencilla y rápida con el motor de Unity3D, permitiendo aumentar diferentes elementos del videojuego de forma estable. Por otro lado el uso del servicio de alojamiento de Bitbucket y la gestión de tareas en la aplicación web Asana, permitieron llevar a cabo una mejor sincronización del equipo y sus responsabilidades en el proyecto. El desarrollo del prototipo culminó exitosamente, se pudo hacer uso de la AR, ilustraciones, videos, audios y textos en Nasa Yuwe.
- El videojuego construido “Cuetaya: Tierra de Colores” es un apoyo importante para la enseñanza, el fortalecimiento y apropiación de la cultura Nasa, una herramienta educativa no tradicional, diferente, innovadora y motivante para ser usada en el aula de clase. En cuanto al aprendizaje, no fue posible concluir un resultado definitivo, ya que, la población de muestra y el número de sesiones de juego fueron limitadas, por lo cual, no se puede generalizar los resultados obtenidos con base en los instrumentos de evaluación empleados. Sin embargo, la evaluación reveló resultados positivos respecto al fortalecimiento y apropiación de conceptos educativos incluidos en el juego, relacionados con las tradiciones Nasa, las tareas que el estudiante realiza y

observa a diario en su comunidad, como el sembrado de maíz, el tejido y la recolección de recursos. Con relación a la motivación, la evaluación mostró el interés y disfrute que los estudiantes sintieron al jugar “Cuetaya: Tierra de colores” en comparación con la cartilla virtual que tiene el mismo contenido educativo. Usando Cuetaya los estudiantes interactuaron con las fichas, los audios y textos en Nasa Yuwe, experimentaron con la AR y aún más importante, se sintieron motivados por haber hecho parte del proceso de creación, diseño y evaluación del videojuego. El estudio realizado fue limitado porque se usó un instrumento de reporte subjetivo, aunque permitió evidenciar que la AR y los juegos para el aprendizaje pueden tener utilidad en este tipo de procesos educativos, cabe mencionar que este estudio benefició a los docentes y estudiantes, al tener un recurso tan específico para la población.

- Los estudiantes que participaron en esta experiencia consideraron la sesión con el videojuego como divertida, motivante y educativa, de igual forma, se destaca la percepción que el docente observó de sus estudiantes, los cuales inicialmente, presentaron carencias en temas como el calendario Nasa y rituales sagrados, pero luego de la sesión de juego, el análisis reflejó resultados positivos en estos temas. Lo anterior permite concluir que “Cuetaya: Tierra de Colores” es una herramienta creada con la participación activa del docente, que contribuye al proceso de enseñanza y aprendizaje.

6.3. TRABAJO FUTURO

- Se propone considerar la herramienta desarrollada en este proyecto para ser aplicada en otros contextos educativos.
- Se propone la posibilidad de incorporar en la herramienta un modo de juego cooperativo, permitiendo jugar una misma partida utilizando 2 o más dispositivos interconectados.
- Buscar el apoyo de la comunidad indígena en general para que el contenido educativo cuente con información verídica y pertinente, además de ser actualizado en caso de que la comunidad lo vea necesario.
- Plantear el diseño de herramientas educativas como parte de proyectos escolares, con el fin de contar con disponibilidad de tiempo y horario para el trabajo exclusivo en el proceso.
- Buscar el apoyo de grupos de investigación universitarios y/o demás instituciones que apoyen este tipo de procesos y permitan un trabajo más eficiente para el desarrollo de recursos educativos que incorporen las TIC.

- Buscar oportunidades para la creación de recursos educativos similares, teniendo en cuenta la riqueza y diversidad de comunidades indígenas.
- Realizar más evaluaciones en el contexto real, que incluyan estudios con una muestra más numerosa y más sesiones de juego, que permitan obtener unos resultados más generalizables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. Johnson and R. Smith, *The 2010 horizon report, Edición en español*. 2010.
- [2] R. Azuma, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. Macintyre, "Recent Advances in Augmented Reality," *IEEE Comput. Graph. Appl.*, vol. 21, no. November, pp. 1–15, 2001.
- [3] H. K. Wu, S. W. Y. Lee, H. Y. Chang, and J. C. Liang, "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education," *Comput. Educ.*, vol. 62, pp. 41–49, 2013.
- [4] C. Steinkuehler and K. Squire, "Videogames and Learning," in *Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, Second., Keith Sawyer, Ed. New York, New York, USA, 2014.
- [5] S. De Freitas, "Learning in Immersive worlds," 2007.
- [6] 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.
- [7] ADeSe, "Anuario 2012 de la Industria del Videojuego," p. 98, 2012.
- [8] H. Tobar-Muñoz, S. Baldiris, and R. Fabregat, "Augmented Reality Game-Based Learning: Survey of Experiences, Applications and Design Approaches," *Unpubl. manuscript.*, vol. 4522, 2016.
- [9] N. Padilla-Zea, N. Medina-Medina, P. Paderewski, F. L. Gutiérrez, and J. R. López-Arcos, "Diseñando videojuegos para aprender de forma divertida: En busca del equilibrio perdido," *CEUR Workshop Proc.*, vol. 1196, pp. 78–90, 2014.
- [10] S. C. Yuen, G. Yaoyuneyong, and E. Johnson, "Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education," *J. Educ. Technol. Dev. Exch.*, vol. 4, no. 1, pp. 119–140, 2011.
- [11] C. H. Chen, C.-H. Ho, and J.-B. Lin, "The Development of an Augmented Reality Game-based Learning Environment," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 174, pp. 216–220, Feb. 2015.
- [12] D. Furió, M.-C. Juan, I. Seguí, and R. Vivó, "Mobile learning vs. traditional classroom lessons: a comparative study," *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 31, no. 3, pp. 189–201, Jun. 2015.
- [13] L. Gomes, V. F. Martins, D. C. Dias, and M. D. P. Guimaraes, "Music-AR: Augmented Reality in Teaching the Concept of Sound Loudness to Children in Pre-School," *2014 XVI Symp. Virtual Augment. Real.*, pp. 114–117, 2014.

- [14] V. Ferrer, A. Perdomo, H. Rashed-Ali, C. Fies, and J. Quarles, "How Does Usability Impact Motivation in Augmented Reality Serious Games for Education?," in *2013 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (Vs-Games)*, 2013.
- [15] Y.-S. Wang, C.-M. Chen, C.-M. Hong, and Y.-N. Tsai, "Interactive Augmented Reality Game for Enhancing Library Instruction in Elementary Schools," in *2013 IEEE 37TH ANNUAL COMPUTER SOFTWARE AND APPLICATIONS CONFERENCE WORKSHOPS (COMPSACW)*, 2013, pp. 391–396.
- [16] H. Tobar-Muñoz, S. Baldiris, and R. Fabregat, "Method for the Co Design of Augmented Reality Game-Based Learning Games with Teachers," in *CAVA2016*, 2016.
- [17] R. Goebel, *Advances in Computer Entertainment*, no. November. 2012.
- [18] T. Yamabe and T. Nakajima, "Playful training with augmented reality games: case studies towards reality-oriented system design," *Multimed. Tools Appl.*, vol. 62, no. 1, pp. 259–286, 2013.
- [19] E. Molla and V. Lepetit, "Augmented reality for board games," *2010 IEEE Int. Symp. Mix. Augment. Real.*, pp. 253–254, 2010.
- [20] H. Tobar-muñoz, S. Baldiris, and R. Fabregat, "Co-Design of Augmented Reality Game-Based Learning Games with Teachers using Co-CreaARGBL Method," in *ICALT: 2016 IEEE International Conference On Advanced Learning Technologies*, 2016.
- [21] L. Prieto, Y. Wen, D. Caballero, and P. Dillenbourg, "Review of Augmented Paper Systems in Education: An Orchestration Perspective.," *Educ. Technol. ...*, 2014.
- [22] J. Highsmith and A. Cockburn, *Agile software development: The business of innovation*, vol. 34, no. 9. Pearson International Edition, 2001.
- [23] J. M. Bakeman, R. & Gottman, *Observing Interaction An Introduction to Sequential Analysis (2nd ed.)*. March 1997, 1997.
- [24] Intrinsic Motivation Inventory, "Intrinsic Motivation Inventory (IMI)," *Intrinsic Motiv. Invent. Scale Descr.*, no. Imi, pp. 1–3, 1994.
- [25] N. Charlier, M. Ott, B. Remmele, and N. Whitton, "Not just for children : game-based learning for older adults," *Eur. Conf. Games Based Learn. 102-XX*, pp. 1–8, 2012.
- [26] J. G. Hogle, "Considering Games as Cognitive Tools: In Search of Effective 'Edutainment,'" p. 28, 1996.
- [27] M. A. Gómez-Martín, P. P. Gómez-Martín, and P. A. González-Calero,

- “Aprendizaje basado en juegos,” *Rev. ICONO14. Rev. científica Comun. y Tecnol. emergentes*, vol. 2, no. 2, p. 1, 2012.
- [28] Y.-T. Tsai, C.-W., & Fan, “Research trends in game-based learning research in online learning environments: A review of studies published in SSCI-indexed journals from 2003 to 2012,” *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 5, no. 44, 2013.
- [29] P.-H. Hwang, G.-J., & Wu, “Advancements and trends in digital game-based learning research: a review of publications in selected journals from 2001 to 2010,” *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 1, no. 43, 2012.
- [30] R. Azuma, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. Macintyre, “Recent Advances in,” no. December, 2001.
- [31] R. D. Buitrago, “Estado del arte: Realidad aumentada con fines educativos,” *Rev. Innovación e Investig. Ing.*, vol. 2, no. 3, pp. 50–59, 2013.
- [32] Niantic. tic, “Videogame Augmented reality Pokémon Go,” p. <http://pokemongo.nianticlabs.com/es/>, 2016.
- [33] M. Lens-FitzGerald, C. Boonstra, and R. van der Klein, “Layar,” p. <https://www.layar.com/>, 2009.
- [34] Thomas Alt Peter Meier, “Metaio,” p. <http://www.metaio.com/>, 2003.
- [35] M. Kato, H., Billinghurst, “Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system.,” *Proc. 2nd IEEE ACM Int. Work. Augment. Real. (IWAR 99)*, 1999.
- [36] “ATOMIC Authoring Tool,” p. <https://web.archive.org/web/20090627045532/http://>, 2009.
- [37] S. Tobar-Muñoz, H., Fabregat, R., & Baldiris, “Augmented Reality Game-Based Learning: A Review of Applications and Design Approaches. In Y. Baek (Ed.), *Game-Based Learning: Theory, Strategies and Performance Outcomes*,” *Nov. Publ.*, pp. 45–66, 2017.
- [38] I. Radu, “Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis,” vol. 18, no. 6, pp. 1533–1543, 2014.
- [39] 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.
- [40] R. Tobar-Muñoz, H., Baldiris, S., & Fabregat, “Augmented Reality Game-Based Learning: Enriching Students’ Experience During Reading Comprehension Activities,” *J. Educ. Comput. Res.*, no. 73563311668978, 2017.
- [41] P. Fotaris, P., Pellas, N., Kazanidis, I., & Smith, “A systematic review of Augmented Reality game-based applications in primary education,” *Conf.*

11th Eur. Conf. Games Based Learn., 2017.

- [42] B. Schmitz, R. Klemke, and M. Specht, "An Analysis of the Educational Potential of Augmented Reality Games for Learning," in *Proceedings of the 11th International Conference on Mobile and Contextual Learning 2012*, 2012, pp. 140–147.
- [43] A. J. Elliot and M. Covington, "Approach and Avoidance Motivation (chapter 1)," *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 13, no. 2, pp. 73–92, 2001.
- [44] R. E. L. D. Ryan, "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being," *Am. Psychol.*, vol. 55, no. 1, pp. 68–78, 2000.
- [45] R. Grolnick, W., & Ryan, "Autonomy in children's learning: An experimental and individual difference investigation," *J. Pers. Soc. Psychol.*, no. 52, pp. 890–898, 1987.
- [46] J. Ryan, R., & Connell, "Perceived locus of causality and internalization: Examining reasons for acting in two domain," *J. Pers. Soc. Psychol.*, no. 57, pp. 749–761, 1989.
- [47] D. Deci, E., Eghrari, H., Patrick, B., & Leone, "Facilitating internalization: The self-determination theory perspective," *J. Pers.*, no. 62, pp. 119–142, 1994.
- [48] K. Filak, V., & Sheldon, "Student psychological need satisfaction and college teacher-course evaluation.," *Educ. Psychol.*, no. 23, pp. 235–247, 2003.
- [49] D. M. Bressler and A. M. Bodzin, "A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game," *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 29, no. 6, pp. 505–517, 2013.
- [50] L. Stefan and F. Moldoveanu, "Game-Based Learning with Augmented Reality from technology's affordances to game design and educational scenarios," in *QUALITY AND EFFICIENCY IN E-LEARNING, VOL 2*, 2013, pp. 105–114.
- [51] A. S. Johnson and Y. Sun, "Exploration of Spatial Augmented Reality on Person," in *2013 IEEE VIRTUAL REALITY CONFERENCE (VR)*, 2013, pp. 59–60.
- [52] I. Maiorescu and G. C. Sabou, "Learning about heritage through Augmented Reality Games," in *QUALITY AND EFFICIENCY IN E-LEARNING, VOL 2*, 2013, pp. 87–92.
- [53] M. Martinez Zarzuela, F. J. Díaz Pernas, L. Barroso Martinez, D. González Ortega, and M. Anton Rodriguez, "Mobile Serious Game using Augmented Reality for Supporting Children's Learning about Animals," in *2013 International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education*,

2013.

- [54] M. Guenaga, I. Menchaca, O. Dziabenko, J. García-zubía, and M. Salazar, “Serious Games , Remote Laboratories and Augmented Reality to Develop and Assess Programming Skills,” in *Frontiers in Gaming Simulation*, S. A. Meijer and R. Smeds, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2014, pp. 29–36.
- [55] K. Teuber, “Los Colonos de Catán,” *Editorial: Kosmos y Devir Iberia en España*, 2011. [Online]. Available: <http://devir.es/producto/catan/>.
- [56] D. M. del P. B. L. Dr. Roberto Hernández Sampieri, Dr. Carlos Fernández Collado, “Metodología de la investigación cualitativa,” *Ediciones Aljibe*. p. 363, 1999.
- [57] D. I. Sjøberg, *Guide to advanced empirical software engineering*, vol. 1. Alemania: Springer, 2008.
- [58] “SmartSchool Popayán,” 2014. [Online]. Available: <https://smartschoolpopayan.weebly.com/>.
- [59] N. Mack, C. Woodsong, K. M. McQueen, G. Guest, and E. Namey, *Qualitative Research Methods: A data collector’s field guide*. 2011.
- [60] Scientific Software Development GmbH, “ATLAS.t: The Qualitative Data Analysis & Research Software,” 2002.
- [61] CONTCEPI, “Perfil del Sistema Educativo Indígena Propio SEIP,” p. 162, 2013.
- [62] H. Tobar-Muñoz, S. Baldiris, and R. Fabregat, “Method for the Co Design of Augmented Reality Game-Based Learning Games with Teachers,” *Cava2016*, pp. 1–9, 2016.
- [63] K. Schwaber, “Scrum development process,” *Proc. Work. Bus. ...*, no. April 1987, pp. 10–19, 1995.
- [64] G. B. J Rumbaugh, I Jacobson, “El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia.” pp. 1–552, 1999.
- [65] H. Tobar-Muñoz, S. Baldiris, and R. Fabregat, “Augmented Reality Game-Based Learning: Enriching Students Experience during Reading Comprehension Activities,” *J. Educ. Comput. Res.*, 2017.
- [66] J. Deacon, C. Systems, and J. Deacon, “Model-View-Controller (MVC) Architecture,” no. Mvc, pp. 1–6, 2005.
- [67] P. Patil and R. Alvares, “Cross-platform Application Development using Unity Game Engine,” *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Manag. Stud.*, vol. 7782, pp. 1–9, 2015.
- [68] Atlassian Support, “Bitbucket Cloud Documentation,” 2017.

- [69] V. Support, "Vuforia Developer Portal," 2017.
- [70] A. Support, "Asana Guide," 2017.
- [71] D. Pinto, J. Mosquera, and H. Tobar-Muñoz, "Cuetaya: Tierra de Colores - Android Apps on Google Play," 2017.
- [72] S. Cunda and D. Ruales, "Cosmovisión nasa: aprendiendo de nuestros ancestros a vivir en armonía con la naturaleza," 2000.
- [73] R. K. Yin, "Case Study Reserach - Design and Methods," *Clin. Res.*, vol. 2, pp. 8–13, 2006.
- [74] E. SHAW, "A Guide to the Qualitative Research Process: Evidence from a Small Firm Study," *Qual. Mark. Res. An Int. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 59–70, 1999.
- [75] G. A. Morales Urrutia, C. E. Nava López, L. F. Fernández Martínez, and M. A. Rey Corral, "Procesos de desarrollo para videojuegos," *CULCyT Cult. Científica y Tecnológica*, no. 36, pp. 25–39, 2010.
- [76] MinCultura, "Caracterización del pueblo Nasa," no. 18000, pp. 1–11, 2004.
- [77] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), "Colombia una nación multicultural," *Colomb. una nación Multicult. su Divers. étnica*, pp. 1–45, 2007.
- [78] C. López-Panesso, "Cuetaya: Tierra de Colores," *Coloq. Int. Educ.*, no. Dm, pp. 1–14, 2016.
- [79] 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.
- [80] S. E. T. Comfenalco, *Recursos educativos aumentados - Una oportunidad para la inclusión*. 2016.