

Construyendo mi Conocimiento - Herramienta Didáctica con Realidad Aumentada
para soportar el Aprendizaje Activo en el aula



Monografía presentada para la obtención del
Título de

Ingeniero de Sistemas

Edward Alexis Molina Rivera
Jorge Adrián Muñoz Velasco

Facultad de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones
Ingeniería de Sistemas
Departamento de Sistemas – Grupo de Investigación en Inteligencia
Computacional
Popayán, noviembre de 2016

Construyendo mi Conocimiento - Herramienta Didáctica con Realidad Aumentada
para soportar el Aprendizaje Activo en el aula



Monografía presentada para la obtención del
Título de

Ingeniero de Sistemas

Edward Alexis Molina Rivera
Jorge Adrián Muñoz Velasco

Director: PhD. Carolina González

Facultad de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones
Ingeniería de Sistemas
Departamento de Sistemas – Grupo de Investigación en Inteligencia
Computacional
Popayán, noviembre de 2016

DEDICATORIA

A Dios, por Su amor infinito, por hacer que mi vida tenga sentido.

A mi madre Damaris, por su amor incondicional, por dedicar su vida a cuidar nuestro hogar.

A mi padre Juan, por su respaldo continuo y formación en principios.

A mis hermanos Lizeth y Darwin, por ser mis amigos, mi motivación y mi apoyo.

A mi novia, Tatiana, por pintar de colores mi vida y llenarme de amor y alegría.

A Jhon de la Cruz y Magaly Cerón, por sus oraciones y su aporte en mi desarrollo integral.

A mis amigos Lucy Ruíz, Paula Cabezas, Cristian Martínez, Jorge Montenegro, Santiago Muñoz, Natalia Castrillón, Viviana Araujo, por su confianza, amistad y apoyo sincero.

A nuestra directora de tesis, Carolina González por creer en nosotros, por su dirección y respaldo.

A Pablo Pantoja, por su excelente colaboración en el área del Diseño Gráfico.

A mis compañeros de carrera Juan José, Diego Pinto, Andrés Gómez, Andrés Orozco, Cristian Fernández y Gabriel Rengifo por contribuir en mi desarrollo profesional y por todas las experiencias compartidas.

Y a todos aquellos quienes aportaron un granito de arena para que hoy esta meta se hiciera real.

Edward Alexis Molina Rivera

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita protección, bondad y amor.

A mi madre por su amor y apoyo incondicional durante todos estos años, gratitud especial para ti mi amada madre.

A mi padre por educarme en los caminos correctos y apoyarme constantemente.

A mi directora de tesis Carolina González por la confianza brindada, colaboración y guía.

A nuestro diseñador Pablo Pantoja Meneses por su calidad de trabajo y compromiso.

A mis hermanas Flor, Carolina, Lina y Sary por comprenderme y ayudarme constantemente con mis labores académicas.

A todos mis amigos y compañeros de la universidad, especialmente a Diego, Juan José, Cristhian, Andrés Gómez y Andrés Orozco con los cuales nos apoyamos mutuamente durante estos años.

A mis sobrinos Mariana y Alan porque por ellos vivo motivado para seguir trabajando estas temáticas.

A todos y cada una de las personas que estuvieron conmigo brindándome su apoyo y confianza, especialmente a Liliana, Eva Juliana, Natalia, Viviana, Cristhian y Alejandro.

Jorge Adrián Muñoz Velasco

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| CAPITULO I. INTRODUCCIÓN | 12 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 12 |
| 1.2. OBJETIVO GENERAL..... | 14 |
| 1.2.1. Objetivos específicos | 14 |
| 1.3. METODOLOGÍA..... | 15 |
| 1.3.1. Fase Proposicional y Analítica: | 15 |
| 1.3.2. Fase de Valoración: | 16 |
| 1.3.3. Fase de Documentación y Divulgación: | 17 |
| 1.4. PRODUCTOS..... | 17 |
| 1.5. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO..... | 18 |
| CAPITULO II. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE..... | 20 |
| 2.1. CONSTRUCTIVISMO..... | 20 |
| 2.1.1. Características del aprendizaje constructivista | 21 |
| 2.1.2. Aprendizaje significativo y aprendizaje activo..... | 22 |
| 2.1.3. El Constructivismo y las TIC..... | 23 |
| 2.2. REALIDAD AUMENTADA | 23 |
| 2.3. ESTADO DEL ARTE | 25 |
| 2.3.1. Contexto General..... | 25 |
| 2.3.2. Experiencias de uso de herramientas TIC en el aula | 25 |
| 2.3.3. Experiencias de uso de herramientas TIC con Realidad Aumentada en el aula..... | 28 |

| | |
|--|----|
| 2.3.4. Brechas existentes..... | 32 |
| 2.3.5. Conclusiones | 33 |
| CAPITULO III. CARACTERIZACIÓN DE NECESIDADES DE DOCENTES DE BÁSICA PRIMARIA Y SECUNDARIA EN EL USO E INCORPORACIÓN DE LAS TIC EN EL AULA | 34 |
| 3.1. FASE PREPARATORIA | 34 |
| 3.1.1. Problema | 34 |
| 3.1.2. Objetivo..... | 35 |
| 3.1.3. Diseño de Recolección de Datos | 35 |
| 3.2. TRABAJO DE CAMPO | 36 |
| 3.2.1. Selección de Participantes..... | 37 |
| 3.2.2. Datos Acumulados..... | 37 |
| 3.3. FASE ANALÍTICA..... | 37 |
| 3.3.1. Codificación de transcripciones | 38 |
| 3.3.2. Redes de conceptos | 39 |
| 3.3.3. Tabla de coocurrencia de Conceptos | 40 |
| 3.3.4. Resultados..... | 42 |
| 3.4. FASE INFORMATIVA..... | 47 |
| 3.5. CONCLUSIONES | 49 |
| CAPITULO IV. HERRAMIENTA DIDÁCTICA CON REALIDAD AUMENTADA PARA SOPORTAR EL APRENDIZAJE ACTIVO..... | 50 |
| 4.1. SPRINT 1. | 51 |
| 4.1.1. Sprint Planning | 51 |
| 4.1.2. Análisis. | 51 |

| | |
|--|-----|
| 4.1.3. Diseño..... | 63 |
| 4.1.4. Implementación del prototipo inicial. | 67 |
| 4.1.5. Sprint Review (Evaluación interna)..... | 67 |
| 4.1.6. Sprint Retrospective..... | 68 |
| 4.2. SPRINT 2. | 69 |
| 4.2.1. Implementación del prototipo final. | 69 |
| 4.2.2. Sprint Review (Evaluación interna)..... | 71 |
| 4.2.3. Sprint Retrospective..... | 72 |
| 4.3. FUNCIONALIDADES..... | 72 |
| 4.3.1. Planeación de una clase..... | 73 |
| 4.4. CONCLUSIONES | 81 |
| CAPÍTULO V. evaluación del prototipo..... | 83 |
| 5.1. EVALUACIÓN EXTERNA - FASE 1. | 83 |
| 5.1.2. Instrumentos de Evaluación..... | 84 |
| 5.1.3. Ejecución | 86 |
| 5.1.4. Resultados..... | 91 |
| 5.2. EVALUACIÓN EXTERNA - FASE 2. | 95 |
| 5.2.1. Ejecución. | 95 |
| 5.2.2. Resultados..... | 99 |
| 5.3. CONCLUSIONES | 101 |
| CAPITULO VI. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO | 104 |
| 6.1. RESULTADOS | 104 |
| 6.2. CONCLUSIONES | 105 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 6.3. TRABAJO FUTURO | 108 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 109 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1. Enfoques constructivistas en educación [23]. | 21 |
| Ilustración 2. Codificación de la transcripción. | 38 |
| Ilustración 3. Lista de relaciones permitidas en Atlas.ti. | 39 |
| Ilustración 4. Fragmento de la Red de Conceptos. | 40 |
| Ilustración 5. Tabla de co-ocurrencia. | 41 |
| Ilustración 6. Necesidades de estudiantes en el aula de clase. | 43 |
| Ilustración 7. Necesidades de los docentes en el aula de clase. | 44 |
| Ilustración 8. Búsqueda y finalidad de herramientas TIC. | 45 |
| Ilustración 9. Red de conceptos completa | 46 |
| Ilustración 10. Inicio de sesión y registro. | 58 |
| Ilustración 11. Colmenas de conocimiento. | 58 |
| Ilustración 12. Áreas de conocimiento | 59 |
| Ilustración 13. Temáticas. | 59 |
| Ilustración 14. Objetivos de aprendizaje. | 60 |
| Ilustración 15. Panal de conocimientos. | 60 |
| Ilustración 16. Explorar | 61 |
| Ilustración 17. Colaborar. | 61 |
| Ilustración 18. Jugar. | 62 |
| Ilustración 19. Reporte de participación en misión Jugar. | 62 |
| Ilustración 20. Arquitectura de la herramienta didáctica. | 64 |
| Ilustración 21. Modelo de Bases de datos. | 66 |
| Ilustración 22. Estructura de contenidos del prototipo. | 69 |
| Ilustración 23. Ventana de ayuda para Áreas de conocimiento. | 70 |
| Ilustración 24. Informe de evaluación de estudiante. | 70 |
| Ilustración 25. . Ilustración aporte de Realidad Aumentada. | 71 |
| Ilustración 26. Interfaz de registro en la herramienta | 73 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 27. Colmena Primero A. | 74 |
| Ilustración 28. Área de conocimiento Ciencias Naturales. | 75 |
| Ilustración 29. Interfaz de creación de la Temática Seres vivos. | 75 |
| Ilustración 30. Temática Seres vivos e inertes creada. | 76 |
| Ilustración 31. Interfaz de creación de un Objetivo de aprendizaje. | 77 |
| Ilustración 32. Interfaz del Objetivo de aprendizaje. | 77 |
| Ilustración 33. Interfaz de la misión de Exploración. | 78 |
| Ilustración 34. Interfaz para realizar un aporte de conocimiento. | 79 |
| Ilustración 35. Interfaz para contestar una pregunta de la misión Jugar. | 80 |
| Ilustración 36. Socialización del prototipo a docente de Básica Secundaria. | 88 |
| Ilustración 37. Socialización del prototipo a docentes en ejercicio y docentes en formación. | 88 |
| Ilustración 38. Docente realizando un Aporte de conocimiento. | 89 |
| Ilustración 39. Docente interactuando con la misión Explorar. | 89 |
| Ilustración 40. Docente de Español evaluando el prototipo. | 90 |
| Ilustración 41. Docente de Dibujo Técnico evaluando el prototipo. | 90 |
| Ilustración 42. Socialización del prototipo a estudiantes de sexto grado. | 96 |
| Ilustración 43. Estudiantes interactuando con el prototipo. | 97 |
| Ilustración 44. Estudiante interactuando con la misión Jugar. | 98 |
| Ilustración 45. Estudiantes evaluando el prototipo. | 99 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Necesidades identificadas en el uso e incorporación de las TIC en el aula. | 47 |
| Tabla 2. Características a considerar en la solución de la problemática seleccionada..... | 48 |
| Tabla 3. Product Backlog o listado de requisitos priorizados..... | 52 |
| Tabla 4. Historia de usuario de aporte de elementos multimedia. | 56 |
| Tabla 5. Lista de control para la evaluación de criterios de utilidad, pedagógicos y técnicos..... | 84 |
| Tabla 6. Lista de control para la Evaluación Externa..... | 85 |
| Tabla 7. Resultados de la evaluación sobre criterios de utilidad, pedagógicos y didácticos, y técnicos, realizada por los docentes. | 93 |
| Tabla 8. Resultados de la Evaluación Externa realizada por los docentes..... | 94 |
| Tabla 9. Resultados de la evaluación sobre criterios de utilidad, pedagógicos y didácticos, y técnicos, realizada por los estudiantes..... | 102 |
| Tabla 10. Resultados de la Evaluación Externa realizada por los estudiantes. ... | 103 |

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Plan Decenal de Educación [1] considera que es fundamental la formación en Ciencia, Tecnología e Innovación y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para el mejoramiento de la calidad de la educación en Colombia. Sin embargo, la experiencia de incorporación de tecnología en los sistemas educativos de América Latina en los últimos años, ha demostrado poco efecto en la calidad de la educación [2].

El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Educación, ha realizado diferentes esfuerzos, orientados a promover el aprovechamiento de las TIC en el aula [3] [4], mediante la entrega de dispositivos con Recursos Digitales preinstalados y estrategias de formación de acompañamiento a docentes. Adicionalmente, se creó el Programa Todos a Aprender, con el objetivo de orientar y brindar a los docentes la posibilidad de mejorar sus prácticas en el aula [5].

En el ámbito educativo, diversas investigaciones se han enfocado en el uso de TIC en diferentes áreas de conocimiento, con el objetivo de mejorar el rendimiento académico de los estudiantes e incrementar su motivación e interés [6] [7] [8]. Sin embargo aún se evidencia la inadecuada utilización de los recursos educativos tecnológicos, al no existir claridad previa sobre los objetivos pedagógicos que se persiguen y las estrategias apropiadas para alcanzarlos [9] [10]. La mayoría de soluciones propuestas se enfocan en la tecnología como el fin único para el aprendizaje, sin considerar las necesidades de los profesores y estudiantes [11], orientadas a (i) estimular procesos de comprensión, (ii) construcción y no

transferencia de conocimiento, (ii) procesos de colaboración y (iv) participación activa.

Desde el punto de vista de los profesores, la mayoría de herramientas TIC desarrolladas: (i) están siendo usadas bajo modelos convencionales de enseñanza [12]; (ii) no se adecuan a los contenidos educativos actuales y (iii) no se adaptan a las necesidades reales del profesor y de los estudiantes, generando falta de interés y desmotivación hacia el uso de herramientas tecnológicas en el aula, impidiendo demostrar sus posibilidades pedagógicas [13].

Por lo anterior, se evidencia que la integración de las TIC en el ámbito educativo, continúa presentándose como un proceso complicado, aún no logrado, que se convierte en un desafío que requiere ser abordado para lograr transformar las prácticas educativas en el aula [14]. En este sentido, se hace necesario contribuir al desarrollo de soluciones tecnológicas que soporten a los docentes en sus procesos de enseñanza, fomenten la participación activa de los estudiantes, permitan la construcción colaborativa de conocimiento y fomenten el aprendizaje en contexto. Como solución tecnológica educativa, la Realidad Aumentada (RA) ha sido una de las herramientas más prometedoras para la enseñanza y el aprendizaje a lo largo de los últimos años [15] [16], debido a los múltiples beneficios que tiene para la educación, los cuales se describen en [17]. De aquí la importancia de incorporarla en procesos educativos para promover la interacción con el medio, favorecer el aprendizaje dentro y fuera del aula, facilitar el proceso de enseñanza y fomentar la realización de experiencias de aprendizaje entretenidas y útiles, que favorezcan la interactividad.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, el presente proyecto plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo apoyar procesos de enseñanza que permitan la construcción colaborativa de conocimiento, fomenten la participación

activa de los estudiantes y promuevan la interacción con el contexto mediante soluciones tecnológicas basadas en Realidad Aumentada?

1.2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una herramienta didáctica mediante Realidad Aumentada, para apoyar procesos de enseñanza-aprendizaje en Básica Primaria y Secundaria¹.

1.2.1. Objetivos específicos

1. Caracterizar las necesidades de los docentes de Básica Primaria y Secundaria en relación a la incorporación y uso de las TIC en el aula, para identificar las de mayor prioridad, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.
2. Diseñar y desarrollar un prototipo de herramienta didáctica que incorpore Realidad Aumentada, para fomentar la construcción colaborativa de conocimiento, la participación activa y la interacción con el contexto.
3. Evaluar la solución propuesta considerando criterios didácticos, técnicos y funcionales, por medio de un estudio de caso desarrollado en un área específica del conocimiento en el aula Smart School del Parque Informático de Ciencia, Arte y Tecnología Carlos Albán de la ciudad de Popayán.

¹ MEN, 2016. Educación Básica Primaria y Secundaria comprende desde del grado primero hasta el grado noveno.

1.3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto propuesto se seguirá la Metodología de Ingeniería de Software definida por Finkelstein [18]. Esta metodología contiene tres fases: (i) Fase Proposicional y Analítica, (ii) de Valoración, y (iii) de Documentación y Divulgación. Dentro de la Fase Proposicional y Analítica se utilizará el marco de trabajo Scrum [19] para la construcción del prototipo software; y dentro de Fase de Valoración se utilizará la Metodología de Evaluación de Software Educativo [20] para evaluar el prototipo construido.

A continuación se describen las fases de la Metodología de Ingeniería de Software y se relacionan con el marco de trabajo Scrum y la Metodología de Evaluación de Software Educativo.

1.3.1. Fase Proposicional y Analítica:

Durante esta fase se realizará un proceso de investigación cualitativa el cual incluirá: (i) fase preparatoria; (ii) trabajo de campo; (iii) fase analítica y (iv) fase informativa. Para la identificación de necesidades se llevará a cabo un proceso de recolección de datos, con el fin de documentar las opiniones y percepciones de los docentes sobre el tema en cuestión. Se realizarán entrevistas en profundidad, como método cualitativo de recolección de datos empleado por investigadores para 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. Para la realización de entrevistas se diseñará un protocolo de preguntas, y se sustentará con el aval del Comité de Ética de la Universidad del Cauca. Para el análisis de la información recolectada, se utilizarán métodos de visualización como diagramas y matrices para facilitar la presentación y explicación de los

hallazgos encontrados, permitiendo asociar a los análisis cualitativos métricas cuantitativas para soportar las conclusiones y resultados. Las tareas de análisis de la información recolectada, serán soportadas en la herramienta de análisis cualitativo AtlasTI. Finalmente, los hallazgos identificados, de análisis de red y arrojados por las tablas de coocurrencia, serán utilizados para el diseño y desarrollo de la estrategia didáctica propuesta en el Objetivo 2 de la presente propuesta.

El desarrollo del prototipo de herramienta software se soportará en el marco de trabajo iterativo e incremental Scrum, el cual define los eventos: (i) Sprint Planning, en el cual se seleccionan los requerimientos funcionales que serán implementados por cada iteración; (ii) Sprint Execution, en el que se implementará el incremento de software de acuerdo a los requerimientos definidos en el evento anterior, dando como resultado un incremento probado y funcional; (iii) Sprint Review, en el cual se revisará la funcionalidad del incremento realizado y (iv) Sprint Retrospective, que permitirá reflexionar en el proceso de desarrollo seguido bajo el marco de trabajo Scrum para identificar y aplicar oportunidades de mejora.

1.3.2. Fase de Valoración:

Se integrará a la Metodología de Evaluación de Software Educativo con el fin de probar principalmente con profesores la aproximación propuesta, realizando mejoras continuas según resultados encontrados en cada prueba realizada. La metodología considera tres (3) tipos de evaluación: (I) interna, (ii) externa y (iii) contextualizada.

Según [20], la *evaluación interna*, es realizada por el equipo responsable del desarrollo del software, considerándose una evaluación del proceso que permite realizar los ajustes necesarios antes de presentar el producto al usuario final. Para

realizar esta evaluación, se utilizarán, listas de control mediante plantillas y casillas de verificación, incluyendo no sólo preguntas cerradas, sino preguntas abiertas sobre diversos aspectos de la solución propuesta. Con estos resultados el equipo desarrollador podrá hacer todos los ajustes necesarios y convenientes.

La *evaluación externa* permitirá obtener las sugerencias de los profesores como usuarios potenciales del programa durante esta primera fase del proyecto. Para desarrollar este tipo de evaluación, se utilizarán listas de control y se realizará un grupo focal con docentes que interactúen con el software.

La *evaluación contextualizada* corresponde a la evaluación realizada en un contexto similar a aquel para el cual fue creado el software. En este sentido, los resultados de este tipo de evaluación son los más representativos, ya que dan cuenta de las reacciones de los potenciales usuarios ante el software y dan cuenta de la eficacia del producto. Sin embargo, para efectos del presente proyecto no se considerará debido al tiempo con el que se cuenta, pero se tendrá en cuenta en etapas posteriores.

1.3.3. Fase de Documentación y Divulgación:

Esta fase se abordará mediante de la generación de los productos derivados del proceso investigativo y la presentación de resultados por medio de informes de proyecto y generación de productos científicos como artículos de investigación.

1.4. PRODUCTOS

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

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. Un prototipo de herramienta con RA que soporte procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula.
3. Un artículo 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 que fundamentan la investigación y ejecución del proyecto.

Capítulo 3: Caracterización de necesidades de docentes de Básica Primaria y Secundaria en el uso e incorporación de las TIC en el aula. Este capítulo describe el estudio cualitativo desarrollado para identificar las necesidades de los docentes en cuanto a la incorporación y uso de las TIC en el aula.

Capítulo 4: Herramienta didáctica con Realidad aumentada para soportar el Aprendizaje activo. Este capítulo describe las actividades realizadas para el diseño e implementación del prototipo construido.

Capítulo 5: Evaluación del prototipo. En este capítulo se muestran los resultados de la evaluación realizada al prototipo teniendo en cuenta los criterios funcional, didáctico y técnico.

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 el contexto educativo, el modelo constructivista permite a los alumnos tener la oportunidad de ampliar su experiencia de aprendizaje por medio de la construcción de conocimiento a través de una combinación de experiencia, interpretación e interacciones estructuradas con compañeros de aula y profesores [21]. Sin embargo, la mayoría de las soluciones educativas basadas en TIC, se enfocan en traslado de información (reproductoras de esquemas y procedimientos), y carecen de modelos de aprendizaje que favorezcan la participación activa de los estudiantes y consideren sus ideas como parte del proceso de aprendizaje.

2.1. CONSTRUCTIVISMO

El Constructivismo es una orientación o enfoque que considera la estructura psicosocial del individuo tanto en los aspectos cognoscitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos [22], en la Ilustración 1 se observa los enfoques constructivistas en educación [23]. El principio básico de esta teoría es que el aprendizaje humano se construye, que la mente de las personas elabora nuevos conocimientos a partir de la base de enseñanzas anteriores. En el Constructivismo el aprendizaje es activo y cada individuo construye significados a medida que va aprendiendo [21]. En el contexto educativo, el enfoque constructivista busca promover procesos de crecimiento personal y grupal a través de actividades intencionales, planificadas y sistemáticas [24].

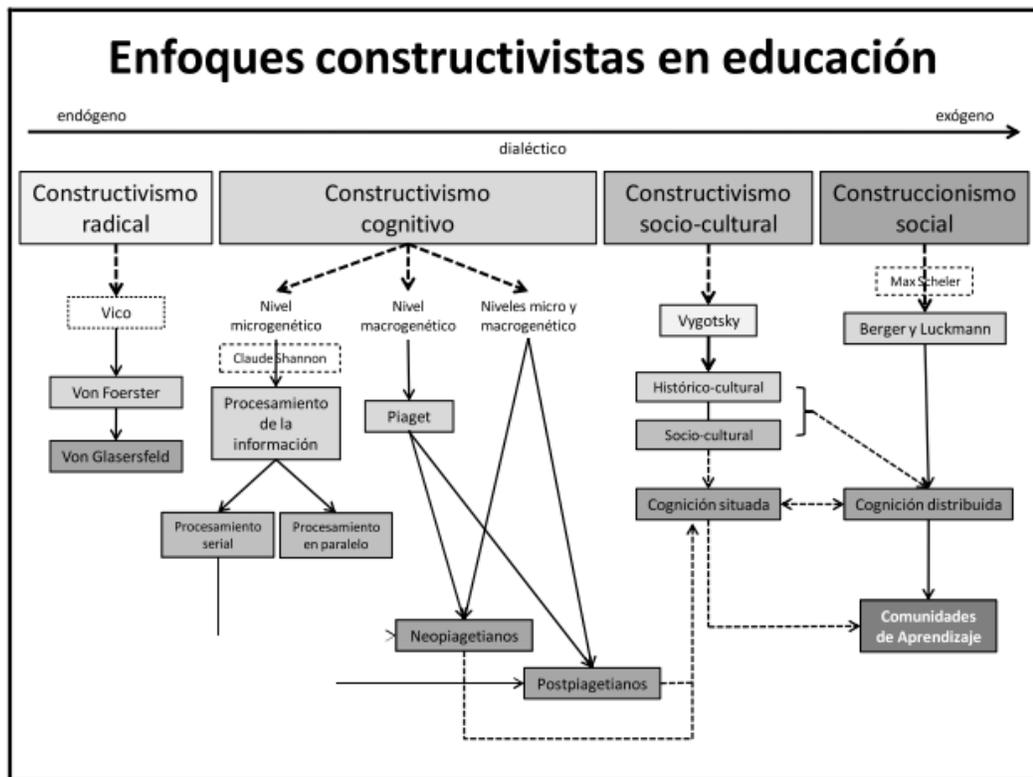


Ilustración 1. Enfoques constructivistas en educación [23].

2.1.1. Características del aprendizaje constructivista

En la concepción constructivista del aprendizaje se distinguen las siguientes características [25]:

- El constructivismo en el aprendizaje provee a las personas múltiples representaciones de la realidad.
- Se presenta la complejidad del mundo real.
- Se enfatiza en la construcción del conocimiento
- Se resaltan tareas auténticas de una manera significativa en el contexto evitando instrucciones abstractas fuera del mismo.

- El aprendizaje constructivista proporciona entornos de aprendizaje en el contexto.
- Entornos constructivistas fomentan la reflexión en la experiencia.
- Se permite el contexto y el contenido dependiente de la construcción del conocimiento.
- El aprendizaje constructivista apoya la construcción colaborativa de conocimiento y no de la competición entre alumnos.

2.1.2. Aprendizaje significativo y aprendizaje activo.

Ausubel, define el Aprendizaje Significativo como el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e información representadas en cualquier campo de conocimiento. En este proceso de aprendizaje, el nuevo conocimiento se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva de las personas [26]. Por otro lado, el aprendizaje significativo ocurre cuando los estudiantes construyen el conocimiento y los procesos cognitivos que se necesitan para una exitosa resolución de problemas [27].

El Aprendizaje Activo supone experiencias lingüísticas activas y significativas a través de la construcción de conocimiento por medio de una combinación de experiencia, interpretación e interacciones estructuradas con los integrantes del aula escolar [28][21]. Los alumnos participan en clases de manera activa, hablando de forma reflexiva, mirando con atención centrada, escribiendo con un fin determinado, leyendo de manera significativa y dramatizando de modo reflexivo [28].

2.1.3. El Constructivismo y las TIC.

El uso de nuevas tecnologías permite que el Constructivismo pueda ser soportado mediante herramientas que mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia los alumnos, ya que se construye conocimiento sin necesidad de contar con materiales que se encuentren físicamente en su entorno [21]. La integración de las TIC al proceso educativo facilita la comunicación, permitiendo que el estudiante exponga sus opiniones y experiencias a un amplio grupo de personas de forma local y global, al mismo tiempo que el estudiante tiene la oportunidad de pensar libremente y usar su creatividad para afrontar problemas reales de su entorno.

2.2. REALIDAD AUMENTADA

La Realidad Aumentada (RA), es la combinación de entornos virtuales y reales que permiten al usuario interactuar en tiempo real, a través de objetos virtuales generados por computador [29] [30], los cuales se superponen a la realidad física a través de diferentes dispositivos tecnológicos como: PDA, móviles, tabletas, computadores, entre otros [31][32]. La interactividad que proveen estos sistemas puede ser usada para diseñar mejores experiencias de aprendizaje, definiendo el término experiencias de aprendizaje de Realidad Aumentada (ARLE, por sus siglas en inglés) como experiencias de aprendizaje facilitadas por la tecnología de Realidad Aumentada [33].

El uso de Realidad Aumentada aporta diversos beneficios para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los siguientes beneficios han sido recopilados por Chi-Yin *et al.* en [17]. La Realidad Aumentada:

- Tiene el potencial para incentivar, estimular y motivar a los estudiantes a explorar materiales de clase desde diferentes ángulos.
- Ayuda a enseñar materias en donde los estudiantes no podrían tener una experiencia de primera mano con el mundo real.
- Mejora la colaboración entre estudiantes y profesores, y entre estudiantes.
- Fomenta la creatividad y la imaginación en los estudiantes.
- Ayuda a los estudiantes a tomar el control de su aprendizaje a su propio ritmo y forma y crea un auténtico ambiente de aprendizaje apto para diferentes estilos de aprendizaje.

Adicionalmente, la incorporación de Realidad Aumentada en las aulas de clases incrementa el interés de los estudiantes en el aprendizaje y mejora su eficiencia y concentración. Posibilita además la creación de soluciones de aprendizaje para áreas del conocimiento abstractas difíciles de entender [34]. A nivel educativo, Lara y Benítez en [32] proponen describir la Realidad Aumentada como una tecnología que propicia el enfoque constructivista porque motiva a que el estudiante pueda construir sus propios artefactos. Esto lo muestran por medio de dos experiencias de clase constructivistas que utilizan la Realidad Aumentada para motivar la búsqueda de información en estudiantes de primer semestre de la Universidad de La Sabana en Colombia. En las cuales, los estudiantes manifestaron en general que les gustó la metodología porque es poco convencional y que disfrutaron mucho realizando las auras (videos o imágenes superpuestas sobre otra imagen que funcione como disparadora) respectivas a sus actividades.

En este sentido, por medio de experiencias de aprendizaje de Realidad Aumentada es posible implementar métodos de enseñanza constructivistas tales como el aprendizaje basado en el descubrimiento, el cual se puede aplicar, por

ejemplo, por medio de aplicaciones que muestren información superpuesta de un lugar del mundo real [17]. También posibilita la implementación del método constructivista del aprendizaje significativo [35].

2.3. ESTADO DEL ARTE

2.3.1. Contexto General

En los últimos años, las TIC han jugado un papel importante como herramientas de soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, [36] reúne y sistematiza diversas posibilidades de uso y aplicación de las TIC. A pesar de los beneficios de estas tecnologías en la educación, los docentes no han logrado integrarlas en las aulas de clase de forma exitosa, de tal forma que produzcan el impacto esperado en el proceso educativo.

Existen diferentes experiencias relacionadas con la incorporación y uso de las TIC y uso de herramientas con Realidad Aumentada en la educación. La mayoría de herramientas TIC utilizadas en estas experiencias se incorporan bajo modelos de enseñanza tradicionales, desaprovechando los beneficios de la tecnología para soportar procesos de enseñanza-aprendizaje dentro del aula.

2.3.2. Experiencias de uso de herramientas TIC en el aula

A nivel internacional, un estudio realizado por Morales en [36], reúne y sistematiza diversas posibilidades de uso y aplicación de las TIC en cursos de primaria y secundaria de instituciones mexicanas. El estudio consideró el uso de dos plataformas de aprendizaje virtual: (i) Enciclomedia [37] y (ii) Explora [38]. Los investigadores propusieron un conjunto de posibilidades de uso de estos recursos para el aprendizaje basados en la experiencia desarrollada en el aula. Sin

embargo, se evidenciaron las siguientes limitaciones: (i) no existencia de planeación por parte de los docentes; (ii) uso didáctico de las herramientas bajo enfoques metodológicos convencionales, evidenciando poca participación de los estudiantes, bajos niveles de colaboración y carencia de interacción con el contexto. Finalmente, los autores recomiendan fortalecer significativamente el trabajo con los docentes, y desarrollar soluciones tecnológicas que propicien interacciones directas entre profesores y estudiantes.

El grupo de Didáctica y Multimedia (DIM) de la Universidad Autónoma de Barcelona, realizó una investigación sobre la incorporación de las TIC en el aula para conseguir una innovación educativa a partir del uso reflexivo de las potencialidades de las TIC [39]. Esta investigación se realizó sobre diez (10) centros educativos de Cataluña y se centró en el uso de la Pizarra Digital, libros digitales y uso de Internet. Los resultados del estudio evidenciaron que, la mayoría de los docentes, consideran que la incorporación de las TIC propicia un aumento en la motivación y participación de los estudiantes, facilitan la comprensión y el aprendizaje en general, y aumentan la satisfacción, motivación y autoestima de los docentes. Sin embargo, el estudio resaltó la falta de personal de soporte en el uso de las TIC en el aula, la preocupación por el exceso de información y la calidad del contenido de los aplicativos TIC utilizados. Por último, el estudio concluye, que la mayoría de las soluciones didácticas existentes soportados en TIC no son eficientes para los profesores, ya que son difíciles de aplicar y no se ajustan a sus necesidades ni las de los estudiantes.

En Colombia, desde el Gobierno Nacional se están realizando diferentes esfuerzos para dotar de tecnología y para promover el aprovechamiento de las TIC dentro de las aulas de clase de instituciones educativas oficiales. Este es el caso del Programa de Formación de Docentes CREA-TIC, el cual pretende fortalecer las competencias de los docentes al usar las TIC en la educación [40].

Por su parte, Computadores para Educar [3] y Tabletas para Educar [4], buscan contribuir a la generación de oportunidades de desarrollo mediante el acceso, apropiación y aprovechamiento de las TIC en las sedes educativas oficiales; y al mejoramiento de la calidad educativa del país por medio de la entrega de computadores portátiles y tabletas, y de un acompañamiento educativo [3].

A pesar de las iniciativas mencionadas anteriormente, el Centro Nacional de Consultoría de Colombia describe en su estudio sobre el impacto de Computadores para Educar [41], que los docentes capacitados, a pesar de tener una mayor probabilidad de enseñar con TIC en los diferentes tipos de aulas, aún presentan dificultades en competencias digitales básicas y capacidades de apropiación y uso de tecnología en el aula, que les permitan avanzar hacia procesos de innovación educativa. Debido a lo anterior, la investigación sugiere encontrar nuevas metodologías de enseñanza apoyadas en TIC que sean replicables mediante pequeños pilotos y diversas soluciones que motiven en los docentes el uso y apropiación tecnológica, fáciles de usar, ajustadas al currículo y que fomenten la participación de los estudiantes.

En el marco del programa educativo Todos a Aprender [5], se diseñaron, elaboraron e implementaron actividades mediante el uso de las TIC para fortalecer la creación de estrategias didácticas en las áreas de Matemáticas y Lenguaje. Se consideró la inclusión del software educativo ActivInspire [42], el cual al ser poco usable, requirió mayor tiempo de capacitación para su comprensión por parte de los docentes, haciéndose necesario el soporte de un tutor para el manejo del software. A pesar de ser una actividad orientada al soporte didáctico, no se evidencia construcción colaborativa de conocimiento ni aprendizaje en contexto.

En [6] se presentan los resultados de una investigación que utilizó las bases del aprendizaje significativo y recursos TIC aplicados al área de Física para mejorar el

rendimiento académico de los estudiantes. El estudio realizó una investigación de tipo cuasi experimental en donde se trabajaron representaciones matemáticas de fenómenos naturales apoyados con, y sin TIC, en un grupo de control y experimental respectivamente. Los resultados de la investigación, evidenciaron que el uso de recursos TIC como foros, mapas conceptuales y plataformas virtuales, entre otros, incrementaron la motivación y mejoraron el rendimiento de los estudiantes. Además, se resalta la importancia de ampliar este tipo de investigaciones hacia diferentes áreas del saber, y hacia el desarrollo de herramientas didácticas orientadas a las necesidades reales de docentes y estudiantes.

En el contexto local, el proyecto Smart School [43], busca incorporar buenas prácticas de uso de TIC para soportar procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación, considerando principalmente las necesidades de estudiantes y profesores. En el marco de este proyecto surge el programa Maestros Creativos, cuyo objetivo es proveer a los profesores herramientas tecnológicas que, al ser utilizadas en el contexto de clase, faciliten los procesos de enseñanza y permitan a los estudiantes alcanzar aprendizajes significativos en el aula. Durante el desarrollo de este programa se ha evidenciado la necesidad de desarrollar soluciones soportadas en TIC que permitan plantear soluciones a problemáticas (reales o hipotéticas) en el aula, a través de actividades planificadas y sistemáticas que permitan la construcción colaborativa de conocimiento, faciliten la interacción y promuevan la participación de los estudiantes en los procesos de aprendizaje.

2.3.3. Experiencias de uso de herramientas TIC con Realidad Aumentada en el aula

Dentro de los esfuerzos que se han realizado para incorporar el uso de la RA en la educación, se encuentra el trabajo desarrollado por Paredes en [44], en donde los

autores presentan los resultados de un estudio experimental. En la experiencia se dictó el mismo curso a dos grupos diferentes. El grupo A (grupo control) tomó el curso de forma teórica, mientras que el grupo B (grupo experimental) tomó el curso en un ambiente con Realidad Aumentada. El estudio concluye que el grupo B obtuvo mejores resultados que el grupo A en un examen de conocimientos teóricos y prácticos, y que los estudiantes del grupo B manifestaron mayor interés por las asignaturas y mayor motivación por el aprendizaje. A pesar del éxito obtenido, los autores consideran que se hace necesario replicar la experiencia en otras áreas de conocimiento y con otro tipo de población para poder llegar a conclusiones que puedan ser generalizadas.

Incorporar RA en los procesos educativos del aula, requiere de una evaluación por parte de los docentes para validar su idoneidad. Por ejemplo, Cózar *et al.* en [45] se realiza una experiencia educativa con el uso de RA en la formación inicial de maestros en el área de ciencias sociales. El estudio registra la opinión de los futuros maestros que participaron en la experiencia e identifica el uso de la RA en educación. Se realizaron encuestas y entrevistas de tipo mixto (cuantitativo y cualitativo), se evidenció una valoración positiva del uso de las TIC con RA en términos de apreciación, uso y utilidad. Por otra parte, se utilizaron tres herramientas software, Autodesk 123d Catch [46] para crear objetos 3D, Aumentaty Author para crear objetos legibles de RA y Aumentaty Viewer [47] para visualizar objetos de RA, lo que incrementó la complejidad en el uso de esta tecnología, afectando directamente al docente. Por lo anterior, el estudio concluye que se hace necesario desarrollar soluciones para los docentes, que incluyan el componente de Realidad Aumentada pero que no requieran de parte del profesor conocimientos técnicos ni de programación para ser utilizadas en el contexto de clase.

Murat *et al.* en [48], investigan los efectos del uso de la Realidad Aumentada sobre las habilidades y actitudes de los estudiantes de primer semestre en el curso Laboratorio de Física General II en la Universidad de Kirikkale, Turquía. Se llevó a cabo un estudio experimental, utilizando dos grupos, el experimental, el cual usó un manual de laboratorio asistido por Realidad Aumentada; y el grupo control, quien usó un manual de laboratorio tradicional. El estudio concluyó, después de la aplicación de diferentes instrumentos de evaluación, que la tecnología de Realidad Aumentada mejoró las habilidades de laboratorio de los estudiantes y los ayudó a construir actitudes positivas sobre los laboratorios de Física. No obstante, se hace necesario potencializar el uso de la tecnología de Realidad Aumentada, pasando de su uso no solo con recursos convencionales de aprendizaje, sino vinculado a experiencias reales que generen mayor interacción con el contexto y permitan mayores procesos de experimentación de los fenómenos estudiados.

Los dispositivos móviles con RA han sido parte de la experiencia educativa actual, Jamali *et al.* en [49], desarrollan un prototipo software llamado HuMAR que utiliza RA como soporte al aprendizaje. Este software educativo está diseñado para la enseñanza y aprendizaje de la Anatomía Humana. HuMAR se basa en marcadores que permiten la interacción entre los estudiantes y el contexto. El estudio realizó una evaluación pre-test y post-test en un grupo de 30 estudiantes donde se identificó que HuMAR mejoró la comprensión sobre el tema, aumentó la motivación en el proceso de aprendizaje e incrementó el aprendizaje del estudiante respecto al aprendizaje tradicional. Los investigadores están de acuerdo en que es necesario realizar más estudios sobre la motivación que generan los aplicativos móviles que utilizan RA para la educación. Además de ello, se evidencia la necesidad de proporcionar a los estudiantes tecnología que fomente la capacidad de involucrarse en su propio proceso de aprendizaje y construir su propio conocimiento.

A nivel nacional, en [50] se desarrolló una plataforma móvil para la enseñanza de Cálculo a estudiantes de la Universidad de la Costa, la cual presentaba información detallada de los tópicos de la asignatura, permitiendo mostrar gráficas de funciones utilizando Realidad Aumentada a partir de marcadores que contienen sus definiciones formales. Este estudio aplicó una evaluación a estudiantes antes y después de utilizar la plataforma, por medio de la cual resaltó una mejoría en los resultados académicos y en el aprendizaje de las temáticas. Se evidencia la importancia de integrar prácticas colaborativas y mejores esquemas de interacción que fomenten en los estudiantes mayor participación en la construcción de su propio conocimiento.

Otra experiencia relacionada con el uso de RA en el aula en Colombia, es presentada por [51], en donde se analiza, diseña e implementa una aplicación que utiliza técnicas de RA para apoyar las dinámicas de clase de grado quinto de básica primaria en una institución educativa de Medellín. El proyecto pretende motivar a los estudiantes a estar más dispuestos a atender, participar, colaborar y mejorar su desempeño en clase. La herramienta se construyó basada en las competencias específicas y los contenidos establecidos por el Ministerio de Educación. A pesar que se evidenció un incremento en el aprendizaje de la temática, los estudiantes solo se limitaron a la visualización de los objetos de RA proyectados en los dispositivos sin ir más allá de los conocimientos que se podrían generar gracias a las potencialidades ofrecidas por la RA. Cabe resaltar que este desarrollo se realizó para apoyar un tema puntual de enseñanza y no soporta al docente en otras temáticas, lo que hace necesario ampliar la evaluación de este software con otras áreas de conocimiento.

2.3.4. Brechas existentes

Teniendo en cuenta la revisión de la literatura presentada anteriormente se evidencia que existen varias falencias en el uso y aprovechamiento de las TIC en procesos pedagógicos y en especial, en la apropiación de la RA como soporte tecnológico para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje en aula.

Los docentes aprenden a manejar las TIC pero siguen utilizando los recursos educativos digitales en el marco de enfoques convencionales o bajo el soporte de un especialista en TIC, como se evidencia en [5]. De esta manera, la falta de utilización de enfoques o estrategias activas que involucren a las TIC como soporte innovador para la enseñanza-aprendizaje ha causado una pobre apropiación y aprovechamiento de las TIC en las aulas. Por lo anterior, se evidencia la necesidad de ampliar el uso adecuado de las herramientas tecnológicas junto a estrategias de aprendizaje en diferentes áreas del saber [52], así como probar, adaptar y evaluar otras propuestas realizadas por otros autores [53].

El uso de la RA como estrategia didáctica adolece de falta de estudios de investigación sobre su idoneidad, metodología y evaluación [54]. Además, aún faltan evidencias que permitan observar los resultados alcanzados de aplicar la RA en educación, como por ejemplo, el conocimiento adquirido por los estudiantes, lo cual puede verse en [55][45]. De igual forma es importante desarrollar aplicativos con RA que no requieran conocimientos de áreas como programación, diseño y modelado 3D por parte de los docentes, para la creación de sus contenidos de clase [56].

2.3.5. Conclusiones

Varias investigaciones han demostrado que el uso del enfoque constructivista en el aula ayuda al estudiante a empoderarse de su aprendizaje de manera activa y facilita la construcción colaborativa de conocimiento, lo cual le permite alcanzar experiencias significativas sobre las diferentes temáticas impartidas por el docente. La incorporación de las TIC a enfoques no convencionales de aprendizaje proporciona un medio apropiado para promover la creatividad, la comunicación y la responsabilidad de los estudiantes en el aula.

Por otro lado, las herramientas educativas con RA revisadas y las brechas identificadas durante el proceso de revisión documental, muestran que la mayoría de soluciones TIC propuestas se incorporan a las aulas de clases sin que se adapten a las necesidades reales de estudiantes y profesores. Además, el uso de algunos aplicativos de RA educativos es exclusivo a temas particulares y requieren que los docentes sean capacitados en su configuración y uso.

Lo anterior muestra que es necesario orientar las nuevas propuestas tecnológicas de acuerdo a los fines educativos que se desean alcanzar para apoyar efectivamente los procesos de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, se propone una herramienta didáctica de software que usando Realidad Aumentada, basada en las necesidades del aula y que apoye la labor docente, favorezca la construcción colaborativa de conocimiento entre profesores y estudiantes, permita interacciones con el contexto y facilite procesos de aprendizaje activo en el aula.

CAPITULO III. CARACTERIZACIÓN DE NECESIDADES DE DOCENTES DE BÁSICA PRIMARIA Y SECUNDARIA EN EL USO E INCORPORACIÓN DE LAS TIC EN EL AULA

En este capítulo se presenta el proceso de investigación cualitativa desarrollado para la identificación de las necesidades de los docentes de Básica Primaria y Secundaria en el uso e incorporación de las TIC en el aula de clase. Teniendo en cuenta las fases de investigación cualitativa descritas en [57]: fase preparatoria, trabajo de campo, fase analítica y fase informativa, se realizó el desarrollo de entrevistas en profundidad con participación de docentes en formación de la Facultad de Ciencias Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca, y de docentes de Básica Primaria y Secundaria de la Institución Educativa Técnico Industrial de la ciudad de Popayán. Posteriormente, mediante métodos de análisis de datos se identificaron los inconvenientes que presentan los docentes de Básica Primaria y Secundaria en el uso e incorporación de las TIC en el aula.

3.1. FASE PREPARATORIA

Esta fase permitió entender la naturaleza del problema, definir el objetivo de la investigación y planificar las actividades para la recolección de los datos que permitieron identificar el conjunto de necesidades de docentes de Básica Primaria y Secundaria en el uso e incorporación de las TIC en el aula.

3.1.1. Problema

La integración de las TIC en el ámbito educativo continúa presentándose como un proceso complicado, aún no logrado, que se convierte en un desafío que requiere ser abordado para lograr transformar las prácticas educativas en el aula. La dificultad del uso e incorporación de las TIC en el aula, se produce entre otras,

porque la mayoría de herramientas TIC desarrolladas no se adaptan a las necesidades reales del profesor y de los estudiantes, generando falta de interés y desmotivación hacia el uso de herramientas tecnológicas en el aula e impidiendo aprovechar sus posibilidades pedagógicas. Esta situación implica que las nuevas soluciones tecnológicas deberían estar basadas en características que solucionen un conjunto prioritario de las necesidades de los docentes en el uso y apropiación de TIC en el aula.

3.1.2. Objetivo

Identificar las necesidades de docentes de Básica Primaria y Secundaria en el uso e incorporación de las TIC en el aula para construir una solución tecnológica apropiada.

3.1.3. Diseño de Recolección de Datos

La recolección de datos se llevó a cabo por medio de entrevistas en profundidad y con el fin de documentar las opiniones y percepciones de docentes en formación de la Facultad de Ciencias Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca, y de docentes de Básica Primaria y Secundaria de la Institución Educativa Técnico Industrial, acerca del uso e incorporación de las TIC en el aula.

Las entrevistas en profundidad [58] 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. Una de las principales ventajas de las entrevistas en profundidad es la facilidad y efectividad del método para recolectar información en poco 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 necesidades de los docentes de Básica Primaria y Secundaria en el uso e incorporación de las TIC en el aula de clase.

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

El proceso de investigación cualitativa seguido fue desarrollado con autorización del Comité de Ética de la Universidad del Cauca, quien aprobó el protocolo de preguntas aplicado durante el desarrollo de la actividad y el consentimiento informado firmado por los participantes. El Consentimiento informado aprobado se describe en el ANEXO B.

3.2. TRABAJO DE CAMPO

El protocolo definido para guiar las entrevistas en profundidad fue aplicado a los participantes seleccionados 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.

3.2.1. Selección de Participantes

Para la realización de las entrevistas se realizó una selección de participantes de diferentes niveles de conocimiento y experiencia, teniendo en cuenta a docentes en formación y docentes en ejercicio, con el objetivo de obtener diferentes puntos de vista que aportaran en la identificación de las necesidades de los docentes de Básica Primaria y Secundaria en el uso e incorporación de las TIC en el aula de clase. Todos los participantes de la actividad autorizaron mediante un consentimiento informado la grabación de sus opiniones y el uso de este material para la presente investigación.

3.2.2. Datos Acumulados

La grabación de las intervenciones fue almacenada en medios digitales. Adicionalmente, se realizaron transcripciones a partir de las opiniones contenidas en la grabación de la discusión. Las transcripciones realizadas se pueden consultar en el ANEXO C.

3.3. 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.

3.3.1. Codificación de transcripciones

Empleando 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 Ilustración 2.

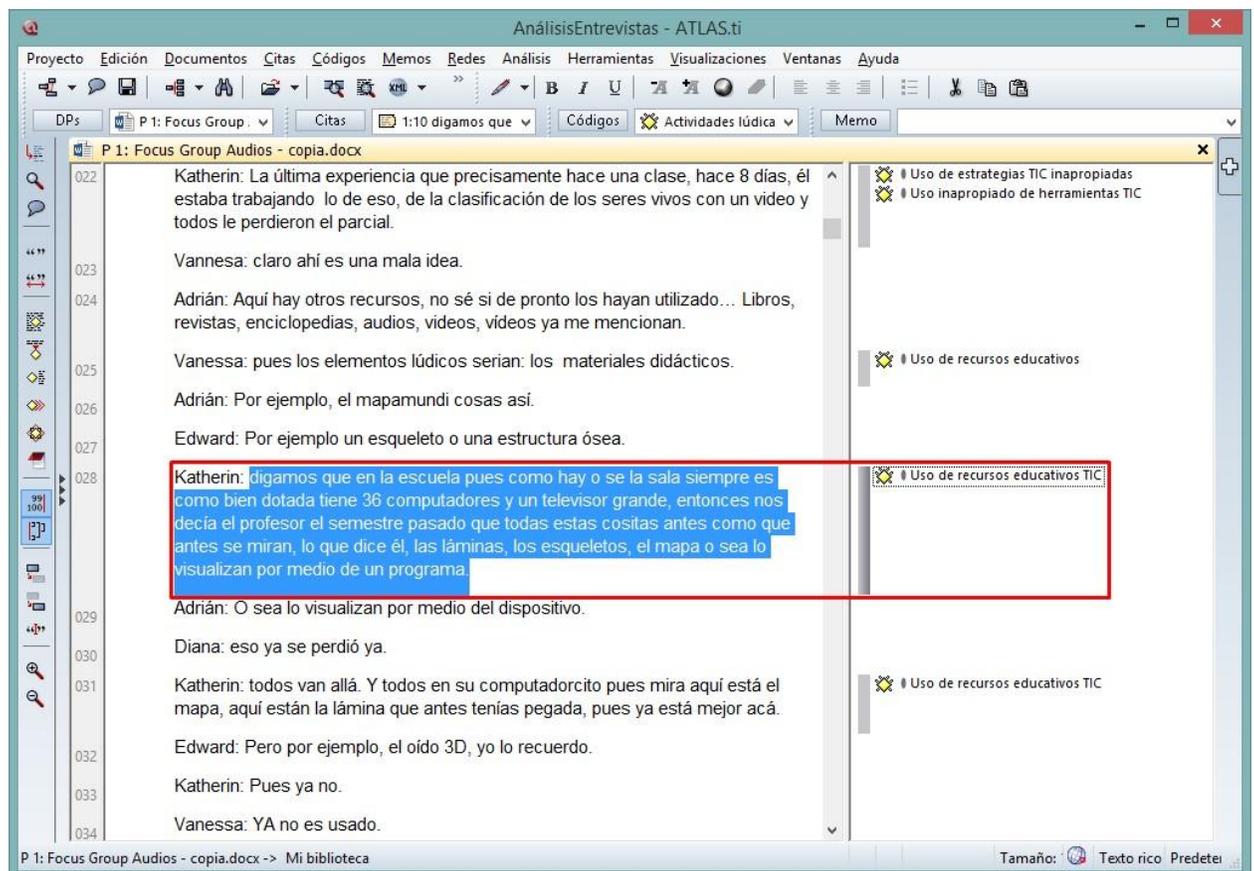


Ilustración 2. Codificación de la transcripción.

Cada concepto debe describir y/o resumir el contenido de la cita seleccionada y adicionalmente, éste debe contener información relevante asociada al tema que se investiga. Por otro lado, cada cita seleccionada durante el proceso de codificación puede estar asociada a más de un concepto y un concepto a más de una cita.

Durante el proceso de codificación, los conceptos son creados por los investigadores y dependen directamente de su capacidad de abstracción para definir la cantidad de conceptos y citas que codificaran al documento. En el ANEXO D se describe el documento codificado en esta investigación.

3.3.2. Redes de conceptos

Los conceptos generados durante el proceso de codificación y las asociaciones existentes entre ellos conformaron las redes de conceptos sobre las que se realizó un análisis gráfico para descubrir relaciones implícitas.

En esta investigación, se desarrolló una red, en la que se incluyeron todos los conceptos creados para codificar la transcripción de la entrevista en profundidad. Dichos conceptos fueron relacionados entre sí a través de las asociaciones básicas ofrecidas por la herramienta Atlas.ti, las cuales se pueden observar en la Ilustración 2.

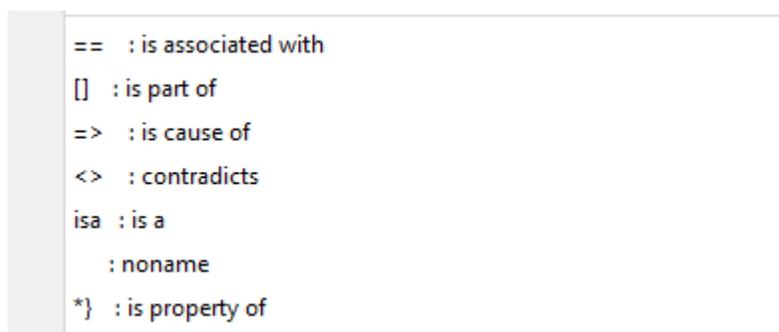


Ilustración 3. Lista de relaciones permitidas en Atlas.ti

La red de conceptos construida incluye 34 conceptos y se describe de forma completa en el ANEXO D. A continuación, en la Ilustración 4 se muestra un pequeño fragmento.

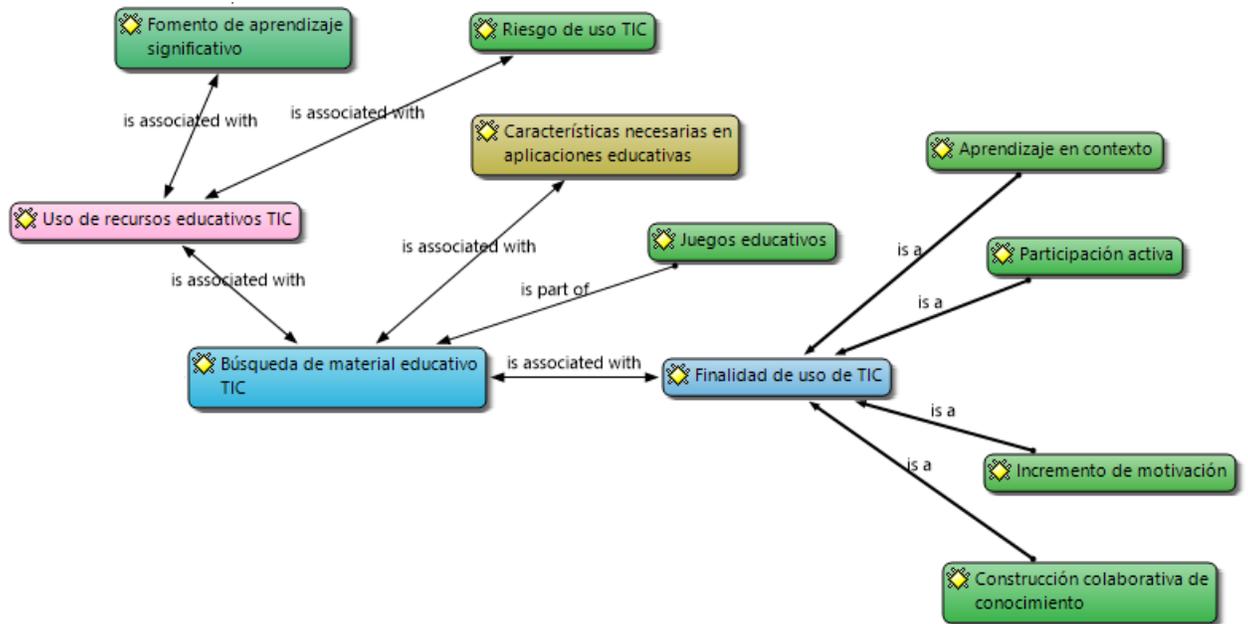


Ilustración 4. Fragmento de la Red de Conceptos.

3.3.3. Tabla de coocurrencia de Conceptos

La tabla de co-ocurrencia de conceptos fue construida para determinar cuantitativamente la relación entre los conceptos que codifican el documento. Esta relación está dada por un valor entre 0.0 y 1.0. Un concepto c_1 está estrechamente relacionado a un concepto c_2 si el valor de intersección para estos dos conceptos en la tabla de coocurrencia es cercano a 1. Para determinar este valor, Atlas.ti analiza la cantidad de veces que los dos conceptos han sido empleados para codificar un conjunto de citas, de tal manera que si un concepto c_1 es usado en las mismas citas que el c_2 , se estaría hablando del mismo

concepto (o algo muy cercano) 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 34 conceptos que fueron agregados a la tabla de coocurrencia como filas y columnas.

Los datos de la tabla de coocurrencia se describen en el ANEXO D, a continuación en la Ilustración 5 se describe un fragmento.

| | Actividades lúdicas | Aprendizaje en contexto | Bajo aprendizaje | Búsqueda de material educativo | Características necesarias en aplicaciones educativas | Carencia de recursos educativos | Carencia de recursos TIC | Carencia de recursos tecnológicos | Conocimiento de modelo de construcción colaborativa | Contexto social | Desconocimiento del uso de TIC | Desmotivación | Déficit de atención | Experiencias de aprendizaje |
|---|---------------------|-------------------------|------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---|-----------------|--------------------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|
| Actividades lúdicas | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | 1 - 0,04 | 1 - 0,0 |
| Aprendizaje en contexto | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | 2 - 0,1 |
| Bajo aprendizaje | n/a | n/a | n/a | n/a | 1 - 0,06 | 4 - 0,29 | 3 - 0,17 | n/a | n/a | 5 - 0,45 | n/a | 6 - 0,46 | 5 - 0,21 | n/a |
| Búsqueda de material educativo | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | 1 - 0,1 |
| Características necesarias en aplicaciones educativas | n/a | n/a | 1 - 0,06 | n/a | n/a | n/a | 1 - 0,06 | n/a | n/a | n/a | n/a | 1 - 0,05 | 1 - 0,03 | n/a |
| Carencia de recursos educativos | n/a | n/a | 4 - 0,29 | n/a | n/a | 1 - 0,06 | n/a | 8 - 0,53 | n/a | 3 - 0,20 | n/a | 4 - 0,24 | 5 - 0,19 | n/a |
| Carencia de recursos TIC | n/a | n/a | 3 - 0,17 | n/a | n/a | n/a | 8 - 0,53 | n/a | n/a | 3 - 0,17 | n/a | 3 - 0,14 | 4 - 0,13 | n/a |
| Conocimiento de modelo de construcción colaborativa | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Contexto social | n/a | n/a | 5 - 0,45 | n/a | n/a | n/a | 3 - 0,20 | 3 - 0,17 | n/a | n/a | n/a | 5 - 0,46 | 5 - 0,21 | n/a |
| Desconocimiento del uso de TIC | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Desmotivación | n/a | n/a | 5 - 0,46 | n/a | n/a | 1 - 0,05 | 4 - 0,24 | 3 - 0,14 | n/a | n/a | 6 - 0,46 | n/a | 7 - 0,28 | n/a |
| Déficit de atención | 1 - 0,04 | n/a | 5 - 0,21 | n/a | n/a | 1 - 0,03 | 5 - 0,19 | 4 - 0,13 | n/a | n/a | 5 - 0,21 | n/a | 7 - 0,28 | n/a |
| Experiencias de aprendizaje | 1 - 0,07 | 2 - 0,15 | n/a | 1 - 0,13 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Falta de usabilidad en herramientas | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | 1 - 0,09 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Finalidad de uso de TIC | 1 - 0,02 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Fomento de aprendizaje significativo | n/a | n/a | n/a | n/a | 1 - 0,02 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Importancia de la indagación | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Incremento de motivación | n/a | n/a | n/a | n/a | 2 - 0,04 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |

Columna [0]: Características necesarias en aplicaciones educativas

Fila [0]: Déficit de atención

Row: Déficit de atención [21-2] - Column: Características necesarias en aplicaciones educativas [33-1]

Ilustración 5. Tabla de co-ocurrencia.

3.3.4. Resultados

Los resultados obtenidos en el análisis de la red de conceptos y la matriz de co-ocurrencia dependen principalmente de la calidad de la abstracción realizada en el proceso de codificación. En esta investigación la construcción de la red se realizó sobre la herramienta Atlas.ti. Sin embargo, la identificación de las relaciones implícitas de la red fue identificada a partir de la observación.

A continuación, se describen los principales hallazgos observados en la red de conceptos.

En la Ilustración 6 se puede observar un segmento de la red de conceptos en el que se evidencia que las principales necesidades de los estudiantes en el aula son déficit de atención, bajo aprendizaje, carencia de aprendizaje significativo y desmotivación.

También se observa que, al usar inapropiadamente las TIC en el aula, puede producirse aún más desmotivación hacia el aprendizaje y se dificulta el desarrollo del aprendizaje significativo en los estudiantes, las cuales son causadas en este contexto, respectivamente, por la falta de usabilidad de las herramientas tecnológicas y el desconocimiento del uso de TIC por parte de docentes.

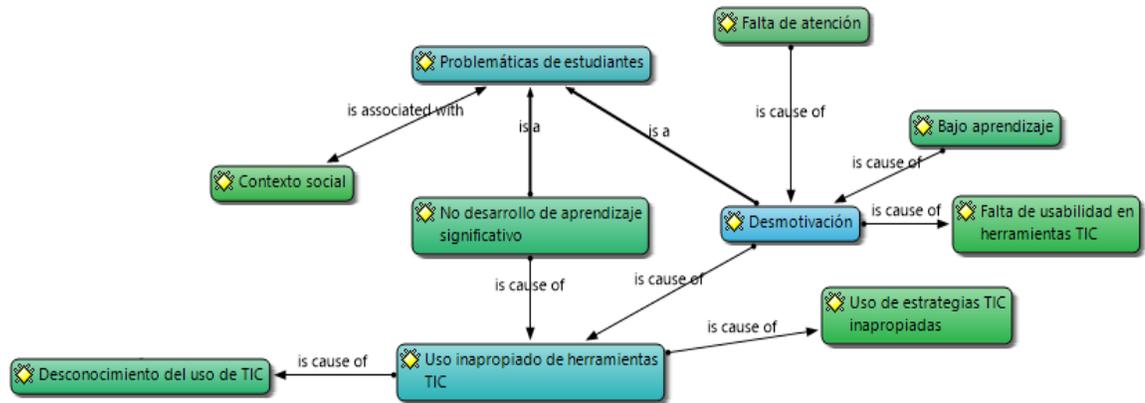


Ilustración 6. Necesidades de estudiantes en el aula de clase.

En la Ilustración 7 se identifica que las necesidades de docentes están asociadas a la carencia de recursos educativos, la búsqueda de nuevos enfoques pedagógicos, la carencia en formación TIC, la búsqueda de material educativo, la planeación de clases y al uso de recursos educativos TIC.

Dentro de las necesidades de los docentes, una de las más relevantes es la búsqueda de material educativo TIC, la cual se da por la gran cantidad de recursos TIC existentes (juegos, aplicaciones, plataformas virtuales, etc) que pueden usarse en el aula. Como se describió anteriormente, hay un uso inapropiado de las TIC en el aula, lo cual permite inferir que esta búsqueda no ha dado resultados exitosos, bien sea porque no hay recursos que se adapten a las necesidades reales del aula, o por el desconocimiento de uso por parte de docentes.

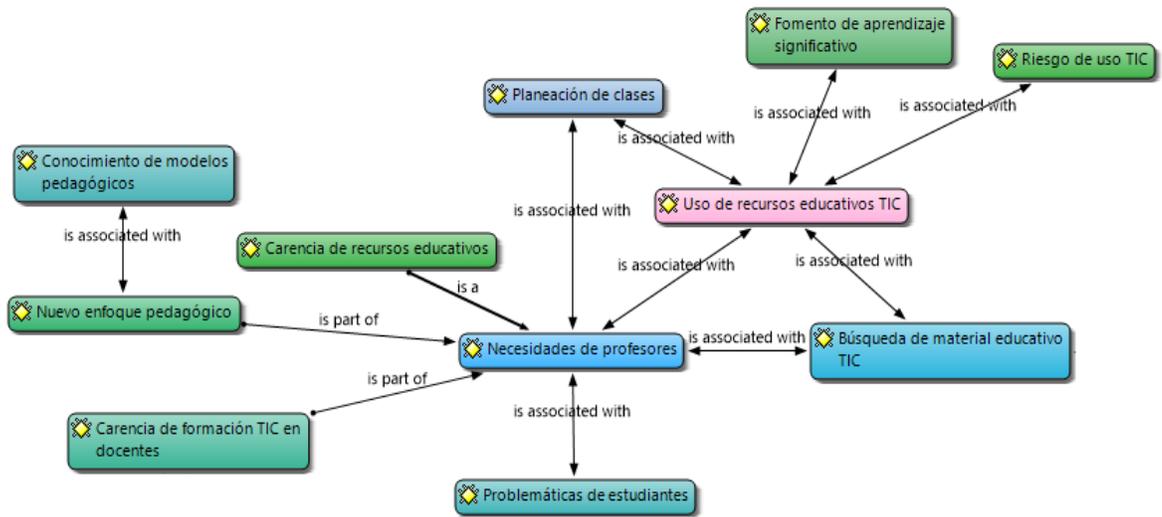


Ilustración 7. Necesidades de los docentes en el aula de clase.

En la Ilustración 8 se evidencia que las principales finalidades que los docentes persiguen al utilizar las TIC en el aula son incentivar el aprendizaje en contexto, la participación activa, la construcción colaborativa de conocimiento, e incrementar la motivación.

Por otro lado, puede verse que los docentes buscan material educativo TIC, que contenga ciertas características que ellos consideran necesarias. Dentro de éstas cabe resaltar las siguientes, obtenidas a partir de la entrevista a los docentes: visualmente agradable, que involucre al niño en el aprendizaje, fácil de usar, gratuito, que involucre el mundo real, que permita el aprendizaje colaborativo, que tenga un lenguaje apropiado, que funcione sin conexión a internet, que realice seguimiento a los estudiantes, que involucre retos de aprendizaje, y que presente contenido de calidad.

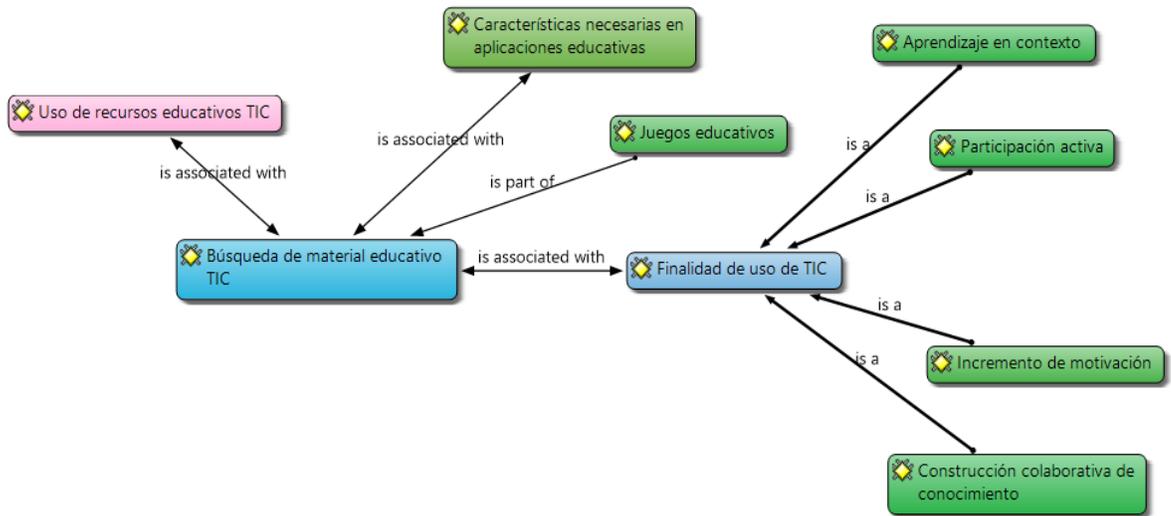


Ilustración 8. Búsqueda y finalidad de herramientas TIC.

En la Ilustración 9 se puede apreciar la red de conceptos completa.

3.4. FASE INFORMATIVA

En esta fase se estructuraron los hallazgos identificados en la fase anterior con el fin de realizar la publicación de éstos. De acuerdo a la metodología de investigación cualitativa seguida, en esta fase se consideraron los resultados del análisis de la red y los datos arrojados por la tabla de coocurrencia para describir las conclusiones del estudio. En este sentido, durante el análisis de la red de conceptos de la fase anterior se identificaron las relaciones implícitas existentes entre los conceptos, las cuales fueron identificadas gráficamente en la red de conceptos y soportadas con los datos arrojados por la tabla de coocurrencia de conceptos construida, con el fin de determinar las necesidades de los docentes de Básica Primaria y Secundaria en el uso e incorporación de las TIC en el aula.

Teniendo en cuenta lo anterior, las necesidades identificadas en cuanto al uso e incorporación de las TIC en el aula de clases, son listadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Necesidades identificadas en el uso e incorporación de las TIC en el aula.

| Problema | Consecuencia(s) | Solución - Necesidad |
|--|---|---|
| Carencia de recursos educativos TIC que se adapten a las necesidades reales del aula | Bajo aprendizaje y desmotivación | Recursos educativos TIC adaptables a las necesidades particulares de un aula de clase |
| Carencia de recursos educativos TIC con buena usabilidad | Desmotivación hacia el uso del recurso TIC y el aprendizaje; bajo aprendizaje | Recursos educativos TIC usables |
| Déficit de atención al | Bajo aprendizaje | Recurso educativo que |

| | | |
|---|----------------------------------|--|
| usar recursos TIC | | motive e involucre de forma activa al estudiante |
| Desconocimiento de uso de TIC por parte de docentes | Uso inadecuado de TIC en el aula | Formación en TIC a docentes |

A partir de la tabla de necesidades identificadas en cuanto al uso e incorporación de las TIC en el aula de clases y de acuerdo a las entrevistas realizadas a los docentes, se determinó que uno de los problemas prioritarios del contexto es la carencia de recursos educativos TIC que se adapten a las necesidades reales del aula. Al ser un problema prioritario, el presente proyecto lo abordará teniendo en cuenta que la solución debe contener algunas características que se identificaron como necesarias en el aula por medio de la entrevista. En la Tabla 2 se relaciona el problema, la solución y las características necesarias en la solución.

Tabla 2. Características a considerar en la solución de la problemática seleccionada.

| Problema | Solución - Necesidad | Características necesarias en la solución | Se abordará en el presente proyecto |
|---|---|---|-------------------------------------|
| Carencia de recursos educativos TIC que se adapten a las necesidades reales del | Recursos educativos TIC adaptables a las necesidades particulares de un aula de | Visualmente agradable | Sí |
| | | Que involucre al niño en el aprendizaje | Sí |
| | | Fácil de usar | Sí |
| | | Gratuito | Sí |
| | | Que involucre el mundo real | Sí |
| | | Que permita el | Sí |

| | | | |
|------|-------|---|----|
| aula | clase | aprendizaje colaborativo | |
| | | Que tenga un lenguaje apropiado | Sí |
| | | Que funcione sin conexión a internet | No |
| | | Que realice seguimiento a los estudiantes | Sí |
| | | Que involucre retos de aprendizaje | Sí |
| | | Que presente contenido de calidad | No |

3.5. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentó el proceso de investigación cualitativa desarrollado para la identificación de las necesidades de los docentes de Básica Primaria y Secundaria en el uso e incorporación de las TIC en el aula de clase. Las necesidades identificadas se consignaron en la Tabla 1, las cuales son: Recursos educativos TIC adaptables a las necesidades particulares de un aula de clase, recursos educativos TIC usables, recurso educativo que motive e involucre de forma activa al estudiante, formación en TIC a docentes. A partir de estas necesidades identificadas se determinó que uno de los problemas prioritarios del contexto es la carencia de recursos educativos TIC que se adapten a las necesidades reales del 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 2.

CAPITULO IV. HERRAMIENTA DIDÁCTICA CON REALIDAD AUMENTADA PARA SOPORTAR EL APRENDIZAJE ACTIVO

Considerando las necesidades del aula identificadas en el capítulo anterior, y el problema central a abordar, la carencia de recursos educativos TIC que se adapten a las necesidades reales del aula, se describe a continuación el diseño e implementación de un prototipo software que incorpora las características identificadas y descritas en la Tabla 2 del Capítulo 3. El prototipo de herramienta didáctica fue construido siguiendo el marco de trabajo iterativo e incremental Scrum [19], el cual define los eventos: (i) Sprint Planning, en el cual se seleccionaron los requerimientos que fueron implementados por cada iteración; (ii) Sprint Execution, en el que se implementó el incremento de software de acuerdo a los requerimientos definidos en el evento anterior, dando como resultado un incremento probado y funcional; (iii) Sprint Review, en el cual se revisó la funcionalidad del incremento realizado y (iv) Sprint Retrospective, que permitió reflexionar en el proceso de desarrollo seguido bajo el marco de trabajo Scrum y aplicar oportunidades de mejora. Como lenguaje de modelado se empleó UML (Unified Modeling LanguageLenguaje Unificado de Modelado).

La herramienta didáctica desarrollada le permite al docente promover en el aula de clase la participación activa, el aprendizaje en contexto y el aprendizaje colaborativo haciendo uso de la Realidad Aumentada. El docente tiene la posibilidad de manejar las temáticas definidas de acuerdo a los lineamientos curriculares de su(s) materia(s) y promover en los estudiantes la adquisición de conocimiento de manera autónoma, colaborativa y divertida, al aportar al cumplimiento de los objetivos curriculares. La adquisición de conocimientos se realiza por medio del proceso Explora + Colabora + Juega, el cual es un proceso de aprendizaje propuesto en el presente proyecto e incorporado en la solución. En

las secciones siguientes se describirá el diseño e implementación del prototipo, los cuales fueron desarrollados durante dos Sprints con un tiempo de 4 semanas cada uno.

4.1. SPRINT 1.

4.1.1. Sprint Planning

Para el primer Sprint se planeó realizar y refinar la Product Backlog por medio de prototipos de interfaz de usuario, además realizar el diseño software de la solución, implementar y probar un prototipo inicial.

4.1.2. Análisis.

4.1.2.1 Construcción de la Product Backlog

A partir de las características que debe incorporar la solución, las cuales se describen en la Tabla 2, se construyó la Product Backlog (Tabla 3), la cual representa el conjunto de requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación. Los requisitos fueron priorizados en función del valor que estos aportan al cliente, requisitos obligatorios o básicos, necesidades de incremento lineal y requisitos que produjeran alto impacto inesperado por parte de clientes. A continuación, se listan los elementos de la Product Backlog:

Tabla 3. Product Backlog o listado de requisitos priorizados

| Identificador | Descripción | Alias | Esfuerzo (Fibonacci) | Prioridad | Responsable |
|---------------|---|--|----------------------|-----------|---------------|
| 1_RE | Permitir a los docentes y estudiantes registrarse con nombre, nombre de usuario, y contraseña. | Registro de docentes y estudiantes | 8 | ALTA | Adrián Muñoz |
| 2_RE | Permitir a los docentes y estudiantes iniciar sesión con nombre de usuario y contraseña. | Inicio de sesión docentes y estudiantes | 3 | ALTA | Adrián Muñoz |
| 3_RE | Permitir el registro mediante un botón. | Botón de registro | 2 | ALTA | Adrián Muñoz |
| 1_C | Permitir a los docentes crear, editar y eliminar cursos | Crear cursos | 13 | ALTA | Edward Molina |
| 1_M | Permitir a los docentes crear, editar y eliminar materias | Crear materias | 3 | ALTA | Edward Molina |
| 1_T | Permitir a los docentes crear, editar y eliminar temáticas | Crear temáticas | 3 | ALTA | Edward Molina |
| 1_OA | Permitir a los docentes crear, editar y eliminar objetivos de aprendizaje | Crear objetivos de aprendizaje | 3 | ALTA | Edward Molina |
| 1_NA | Permitir al docente configurar los espacios de exploración, colaboración y juego dependiendo del contexto y las necesidades de docentes y estudiantes | Configurar espacios de exploración, colaboración y juego | 21+ | ALTA | Adrián Muñoz |
| 2_NA | El juego debe contener mínimo 4 cuatro preguntas y opciones de respuesta | Especificaciones juego | 13 | ALTA | Adrián Muñoz |
| 1_AYUDA | Cada interfaz principal debe proveer un botón de ayuda en caso de dudas sobre la funcionalidad. | Botón de ayuda | 3 | ALTA | Edward Molina |

| | | | | | |
|------|--|---------------------------------|---|-------|---------------|
| 4_RE | Permitir al estudiante ingresar el código de su curso para matricularse, al momento de registrarse | Ingreso código de curso | 2 | MEDIA | Adrián Muñoz |
| 5_RE | Las interfaces gráficas de la herramienta deben ser visualmente agradables | Interfaces de inicio agradables | 3 | MEDIA | Edward Molina |
| 6_RE | La herramienta debe iniciar sesión rápidamente | Inicio de sesión rápido | 1 | MEDIA | Adrián Muñoz |
| 2_C | Cada curso debe estar identificado por un código de curso | Código de curso | 2 | MEDIA | Adrián Muñoz |
| 3_C | Confirmar la actualización de un curso, cuando el docente lo haga | Mensaje actualizar curso | 5 | MEDIA | Adrián Muñoz |
| 4_C | Al eliminar el curso se debe mostrar un mensaje de advertencia. | Mensaje eliminar curso | 5 | MEDIA | Adrián Muñoz |
| 2_M | Las interfaces gráficas de la herramienta deben ser visualmente agradables | Interfaz materias agradable | 5 | MEDIA | Edward Molina |
| 3_M | Confirmar la actualización de un curso, cuando el docente lo haga | Mensaje actualizar materia | 3 | MEDIA | Edward Molina |
| 4_M | Al eliminar el curso se debe mostrar un mensaje de advertencia. | Mensaje eliminar materia | 3 | MEDIA | Edward Molina |
| 5_M | Materias deben estar ordenadas | Orden materias | 5 | MEDIA | Edward Molina |
| 2_T | Cada temática debe contener el nombre de la temática y una descripción corta. | Descripción temática | 5 | MEDIA | Adrián Muñoz |
| 3_T | Cada temática debe contar con una imagen para familiarizar a los estudiantes con dicha temática. | Imagen temática | 8 | MEDIA | Adrián Muñoz |
| 4_T | La interfaz debe ser agradable para docentes y estudiantes | Interfaz temática agradable | 5 | MEDIA | Adrián Muñoz |

| | | | | | |
|------|--|---|-----|-------|---------------|
| 5_T | Confirmar la actualización de una temática, cuando el docente lo haga | Mensaje actualizar temática | 3 | MEDIA | Adrián Muñoz |
| 6_T | Al eliminar la temática se debe mostrar un mensaje de advertencia. | Mensaje eliminar temática | 3 | MEDIA | Adrián Muñoz |
| 2_OA | Cada objetivo de aprendizaje debe estar asociado con una descripción corta | | 2 | MEDIA | Edward Molina |
| 3_OA | La interfaz debe ser agradable para docentes y estudiantes | Interfaz objetivo aprendizaje agradable | 3 | MEDIA | Edward Molina |
| 4_OA | Confirmar la actualización de una temática, cuando el docente lo haga | Mensaje actualizar objetivo aprendizaje | 3 | MEDIA | Edward Molina |
| 5_OA | Al eliminar la temática se debe mostrar un mensaje de advertencia. | Mensaje eliminar objetivo aprendizaje | 3 | MEDIA | Edward Molina |
| 3_NA | Brindar espacios que promuevan la exploración, la colaboración y el juego. | Proceso colabora-explora-juega | 8 | MEDIA | Adrián Muñoz |
| 4_NA | Los estudiantes deben poder explorar con Realidad aumentada | Explorar con realidad aumentada | 13 | MEDIA | Adrián Muñoz |
| 5_NA | Los estudiantes deben poder aportar de manera colaborativa a través de elementos multimedia. | Aportes multimedia | 21+ | MEDIA | Edward Molina |
| 6_NA | Los estudiantes deben poder jugar de manera divertida y con Realidad aumentada | Juego realidad aumentada | 13 | MEDIA | Edward Molina |
| 7_RE | Permitir a los docentes y estudiantes cerrar sesión en cualquier momento. | Cerrar sesión | 5 | BAJA | Adrián Muñoz |

| | | | | | |
|------|--|--------------------------------------|----|------|---------------|
| 6_M | Permitir la creación de 10 a 12 materias | Número de materias | 8 | BAJA | Adrián Muñoz |
| 7_T | Se deben poder crear muchas temáticas | Número de temáticas | 8 | BAJA | Adrián Muñoz |
| 6_OA | Debe haber un incentivo para motivar al estudiante a continuar jugando y alcanzar la meta | Incentivo juego | 5 | BAJA | Edward Molina |
| 1_RP | Brindar un informe del juego de los estudiantes, el cual debe contener el nombre del estudiante y si acertó o no cada pregunta | Informe de evaluación | 13 | BAJA | Edward Molina |
| 2_RP | El informe debe ser por cada objetivo de aprendizaje. | Informe por objetivos de aprendizaje | 13 | BAJA | Edward Molina |
| 1_G | La herramienta debe contar con una guía en su primer uso para poder entender su funcionamiento | Guía funcionamiento | 5 | BAJA | Adrián Muñoz |

Fuente: Elaboración propia.

Requerimientos técnicos adicionales:

1. Aplicación móvil, sistema operativo Android, tabletas 10", requiere conexión a internet.

4.1.2.2. Creación de Historias de usuario

A partir de los requerimientos descritos en la Product Backlog se construyeron las historias de usuario, las cuales permitieron conocer en detalle el conjunto de tareas y funciones que debían garantizarse durante el proceso de desarrollo. La Tabla 3 muestra una historia de usuario que describe el aporte de elementos multimedia. Las historias de usuario se podrán ver en detalle en el ANEXO H.

Tabla 4. Historia de usuario de aporte de elementos multimedia.

| Historia de Usuario | |
|--|--------------------------------|
| Número: 10 | Usuario: Estudiante |
| Nombre historia: Aporte de elementos multimedia | |
| Prioridad en negocio: Alta | Riesgo en desarrollo: Media |
| Puntos estimados: 4 | Iteración asignada: 1 |
| Programador responsable: Edward Molina – Adrián Muñoz | |
| Descripción: El estudiante requiere aportar elementos de tipo: texto, audio, imágenes y objetos de Realidad Aumentada para ello, se contará con una interfaz que contendrá cuatro (4) botones asociados a cada uno de los tipos de aporte. Para cada tipo de aporte se desplegará la interfaz asociada y se permitirá confirmar o cancelar el aporte antes de agregarse a la base de datos. El aporte multimedia se debe cargar en el “panal del conocimiento” y deberá estar representado por un icono que simbolice el tipo de elemento que fue agregado. | |
| Observaciones: Diseño de piezas multimedia intuitivas. | |

4.1.2.3. Diseño de prototipos de interfaz de usuario

Este trabajo abordó el diseño de las interfaces educativas como un ítem importante que buscaba crear interfaces atractivas, usables y entendibles para docentes y estudiantes, las cuales promovieran la construcción colaborativa de conocimiento, el aprendizaje activo y la interacción en el contexto. El proceso de diseño estuvo soportado por Pablo Pantoja Meneses, estudiante de Diseño Gráfico de la Universidad del Cauca. Durante este proceso de concepción y diseño de los prototipos de interfaces, se trabajó de forma multidisciplinar con el fin de socializar y orientar el entendimiento de los requisitos definidos en la Product Backlog. De esta forma se logró la creación de una metáfora de aprendizaje propia basada en el trabajo de las abejas. Lo anterior, permitió definir también el nombre del aplicativo “Construyendo mi conocimiento”.

Las piezas como botones, imágenes y barras, se diseñaron con una gama de formas y colores muy llamativos orientados a representar la naturaleza y trabajo de las abejas. La metáfora de aprendizaje permite a los docentes configurar toda la estructura curricular como cursos, materias, temáticas y objetivos de aprendizaje. Además, los estudiantes cuentan con un espacio inspirado en los panales de abejas donde podrán aportar conocimiento a través de diferentes objetos multimedia como texto, imágenes, audio y video.

Las Ilustración 10 a la 18 muestran las interfaces principales del prototipo, el diseño completo de todas las interfaces se encuentra en el ANEXO E.



Ilustración 10. Inicio de sesión y registro.



Ilustración 11. Colmenas de conocimiento.



Ilustración 12. Áreas de conocimiento



Ilustración 13. Temáticas.

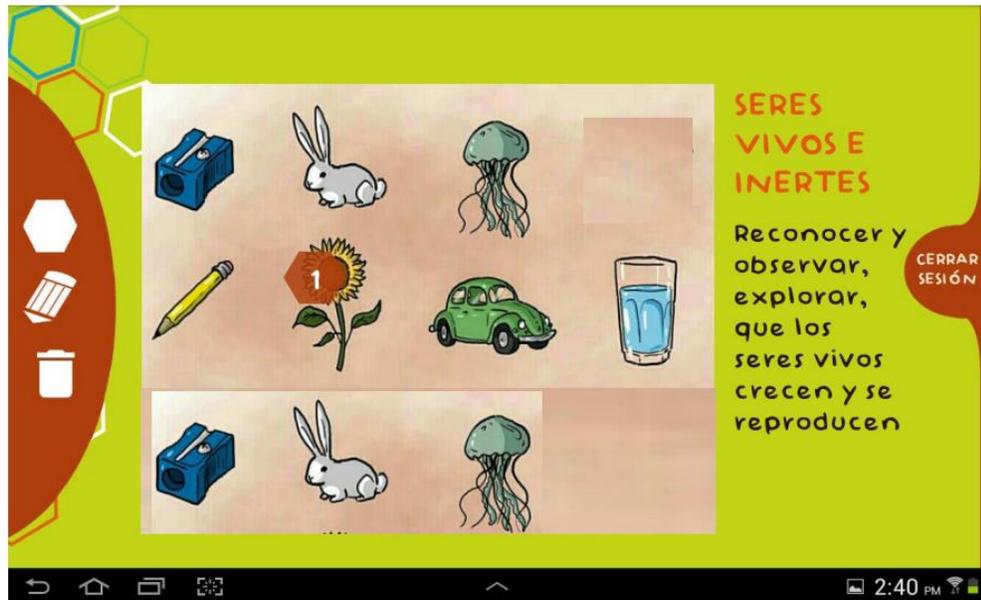


Ilustración 14. Objetivos de aprendizaje.



Ilustración 15. Panel de conocimientos.



Ilustración 16. Explorar



Ilustración 17. Colaborar.

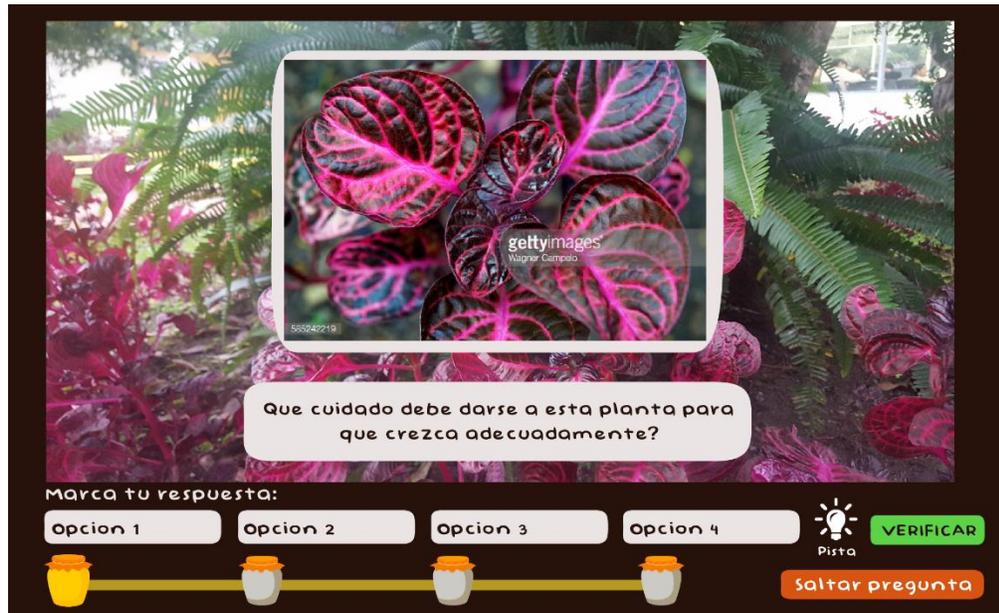


Ilustración 18. Jugar.

Reporte Mision Juego

| NOMBRE | PREGUNTAS | | | | | | | |
|-------------------------|-----------|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|
| | 1 | Num. Intentos | 2 | Num. Intentos | 3 | Num. Intentos | 4 | Num. Intentos |
| Daniel Felipe Benavides | ✓ | 1 | ✓ | 3 | ✗ | | ✓ | 1 |
| Lizeith Fernanda Lopez | ✗ | | ✓ | 1 | ✓ | 5 | ✓ | 2 |

Ilustración 19. Reporte de participación en misión Jugar.

4.1.2.4. Validación de Prototipos de interfaz.

Inicialmente se dio a conocer a un grupo de 7 docentes el problema a abordar y las características necesarias de la solución, las cuales se describen en la Tabla 2, con el fin de que tuvieran criterios para validar los prototipos de interfaz. Posteriormente se presentaron todos los prototipos de interfaz de usuario y por medio de ellos se describieron todas las funcionalidades de la solución. Por último, los docentes validaron los prototipos de interfaz de usuario por medio de una lista de control que les permitió verificar si se cumplían cada uno de los requerimientos de la Product Backlog. En el ANEXO F se encuentra la lista de control para la validación de los prototipos de interfaz de usuario.

El resultado de la validación fue satisfactorio, la mayoría de los docentes expresaron por medio de la lista de control, que los prototipos que observaron cumplían con los requerimientos descritos en la Product Backlog. Los docentes que marcaron algunos requerimientos como no cumplidos, lo hicieron porque no comprendieron el funcionamiento de los prototipos relacionados a ellos. Esto se observó al interactuar con los docentes después de que validaron los prototipos por medio de la lista de control.

4.1.3. Diseño

4.1.3.1. Arquitectura del Sistema.

Construyendo mi Conocimiento se diseñó bajo el estilo arquitectónico MVC [61], el cual es propio del framework de Android, el Sistema Operativo usado. Este define los niveles Modelo, Vista y Controlador, como puede apreciarse en la Ilustración 20. Esta arquitectura fue seleccionada debido a que separa los datos de la

aplicación, la interfaz de usuario y la lógica de negocio, facilitando la reusabilidad, mantenimiento, modularidad y escalabilidad del código fuente.

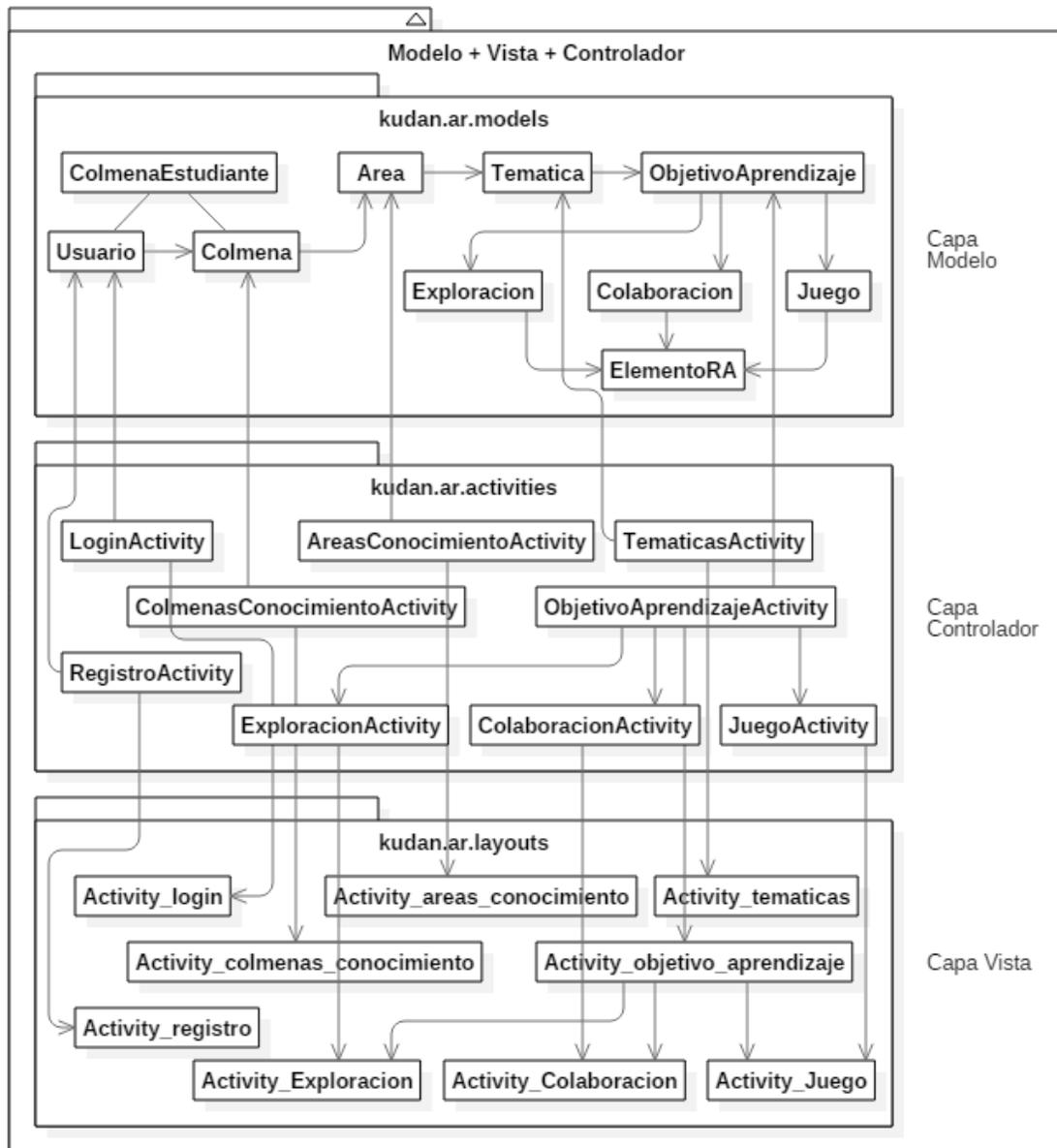


Ilustración 20. Arquitectura de la herramienta didáctica.

El nivel Vista se encarga de albergar toda la interfaz de usuario necesaria para la herramienta, los menús, entre otros. El nivel Controlador se encarga de recibir las peticiones de los usuarios por medio del nivel Vista y atiende dichas peticiones llamando a las clases involucradas del nivel Controlador. Por último, el nivel Modelo se encarga de toda la lógica de negocio concerniente a la herramienta. Construyendo mi Conocimiento presenta el contenido por medio de una estructura jerárquica, que define los siguientes componentes principales: Colmena, Área, Temática, Objetivo de aprendizaje y Misiones (de Exploración, Colaboración y Juego).

4.1.3.2. Diagrama de clases

El diagrama de clases del aplicativo contiene las clases modelo y sus respectivas asociaciones con las clases activity correspondiente a la última capa del modelo MVC. El diagrama fue realizado bajo el lenguaje de modelado unificado (UML) y puede consultarse completo en el ANEXO G.

4.1.4.3. Modelo de Bases de datos

Se desarrolló el modelo de bases de datos con el objetivo de garantizar la persistencia de los datos. La Ilustración 21 contiene todas las entidades y relaciones identificadas a través de los requerimientos e historias de usuario.

4.1.4. Implementación del prototipo inicial.

El software se construyó en el entorno de programación Android Studio, para el Sistema Operativo Android 4.1 o superiores, utilizando el lenguaje de programación Java. Se utilizó Parse Server [62] como servicio de base de datos en la nube.

Kudan [63] se seleccionó como Framework de Realidad Aumentada, debido a que cuenta con características técnicas y funcionales adecuadas para el desarrollo de la aplicación como: reconocimiento de más de diez (10) mil imágenes locales a través del uso de marcadores, integración del motor con cualquier proveedor de servicios, compatibilidad con diferentes dispositivos móviles, bajo consumo de memoria, seguimiento y reconocimiento de imágenes robusto, reproducción de videos, renderización de objetos 2D y 3D y acceso gratuito.

En este sentido, se escogió el framework Kudan debido al fácil manejo desde el lado del desarrollador y su sencillez para ser integrado al proyecto de Android Studio del aplicativo. El soporte constituyó otro factor clave, el framework cuenta con una plataforma web donde se encuentra acceso a documentación completa para iOS, Android y Unity con sus respectivas API. El acceso a un foro permanente y respuesta oportuna.

4.1.5. Sprint Review (Evaluación interna).

Durante este proceso de evaluación se realizó una prueba inicial con el primer prototipo funcional que se obtuvo tras el desarrollo en la fase de ejecución. Para ello se tomó como lista de chequeo la product backlog sobre la cual se verificaba cada funcionalidad programada y se realizaban observaciones si eran del caso. Se almacenaron datos de manera temporal en el servicio de datos en la nube y se

observaron si eran almacenados correctamente en términos de tipo de dato, fecha de ingreso, contenido, tamaño entre otros.

La evaluación obtuvo como resultado una lista de cambios, modificaciones y mejoras estructurales. Se consideró la evaluación en términos de los aspectos generales: técnicos, pedagógicos, y funcionales. A nivel técnico, se observaron el diseño de interfaces y su interacción con otras interfaces dentro del flujo normal del aplicativo, en términos generales y relevantes se concluyó que algunas interfaces debían ser modificadas para mantener una proporción con respecto al resto de interfaces y en otras mejorar su aspecto visual, como por ejemplo la interfaz de informe de evaluación. A nivel pedagógico, se observó que algunos nombres correspondientes a título, palabras y guías no eran adecuados para la comprensión de algunas interfaces. En el caso particular de las interfaces guías, se consideró como mejora la inclusión de dos interfaces de ayuda en cada interfaz del flujo principal que permitan al usuario comprender el funcionamiento del aplicativo y el significado de los botones en cualquier momento. Para los aspectos funcionales, se consideró que la metáfora empleada en el aplicativo facilitaba la comprensión del flujo didáctico. El formato de lista de chequeo para la evaluación interna se encuentra en el ANEXO F.

4.1.6. Sprint Retrospective.

Una vez finalizada la etapa de evaluación interna, se realizó la retrospectiva para el proceso Scrum del primer sprint, se encontraron algunas fallas de comunicación que no permitían una correcta sinergia y comprensión de los módulos desarrollados durante la fase de ejecución. Para la corrección de esta falla se acordó informar acerca de los avances sobre los módulos de manera inmediata, debido tiempo y naturaleza del proyecto para no ocasionar retrasos o trabajo incensario.

4.2. SPRINT 2.

Durante este sprint se realizaron las correcciones y modificaciones sobre interfaces, código y proceso con el fin de obtener una versión más estable y de fácil manejo para el público objetivo.

4.2.1. Implementación del prototipo final.

En términos generales se corrigieron aspectos relacionados con interfaces y funcionalidades, se incluyeron ayudas que explican la estructura del aplicativo como se observa en las Ilustración 22 y 23. Se cambió el uso y significado de los principales botones en todas las interfaces, se actualizaron la interfaces de informe de evaluación donde se incluyó una nueva cabecera que describe la cantidad de preguntas y su respectiva valoración y números de intentos, como puede verse en la Ilustración 24.



Ilustración 22. Estructura de contenidos del prototipo.



Ilustración 23. Ventana de ayuda para Áreas de conocimiento.

INFORME DE EVALUACIÓN

| Número | Nombres y apellidos | Pregunta 1 | | Pregunta 2 | | Pregunta 3 | | Pregunta 4 | |
|--------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Valoración | # Intentos |
| 1 | pepo perez salsedo | ✓ | 4 | ✓ | 0 | ✓ | 1 | ✓ | 0 |
| 2 | tato restrepo solis | ✓ | 0 | ✓ | 2 | ✓ | 3 | ✓ | 1 |
| 3 | Jorge Adrian Muñoz | ✓ | 0 | ✓ | 1 | ✓ | 2 | ✓ | 0 |
| 4 | Juan carlos martinez | ✓ | 0 | ✓ | 2 | ✓ | 0 | ✓ | 0 |

12:19 AM

Ilustración 24. Informe de evaluación de estudiante.

Se implementó la funcionalidad de recuperar contraseña en la interfaz de inicio de sesión mediante el ingreso del correo electrónico a una interfaz de recuperación

que posteriormente envía los datos de usuario y contraseña. El segundo prototipo incluye en sus interfaces una “miga de pan” o sitio de donde se encuentra el usuario para mejorar la comprensión de la estructura y ubicación dentro de la aplicación. Se incluyó un nuevo aporte de tipo RA que permite a estudiantes y profesores vincular marcadores y elementos multimedia como se observa en la Ilustración 25.



Ilustración 25. . Ilustración aporte de Realidad Aumentada.

4.2.2. Sprint Review (Evaluación interna).

Se verificaron las nuevas funcionalidades incorporadas y se probaron con datos temporales, el flujo de interfaces funcionó correctamente y el contenido pedagógico fue acorde al resto del aplicativo. Durante la prueba interna, ocurrieron inconvenientes de validaciones de datos al ingresar de datos reales, los cuales fueron controlados de manera inmediata. De igual forma, algunas funcionalidades

framework de RA no funcionaban correctamente, pero fueron solucionados por parte del equipo de soporte de Kudan vía email.

4.2.3. Sprint Retrospective

El ciclo de trabajo Scrum permitió cumplir satisfactoriamente la entrega de los prototipos, se logró articular los diferentes módulos programados y la comunicación mejoró de acuerdo a las normas establecidas en el equipo desarrollador.

4.3. FUNCIONALIDADES

La herramienta permite el manejo de dos roles, (i) estudiante y (ii) docente. Las funcionalidades que presenta, varían de acuerdo al rol con el que se esté usando. El docente utiliza la herramienta como soporte de planeación de la(s) temática(s) que vaya a tratar en su clase, para hacerlo, define los objetivos de aprendizaje para cada temática y por cada objetivo, define una misión de exploración, una de colaboración y otra de juego. Por su parte, los estudiantes utilizan la herramienta para aprender de forma colaborativa, activa y en contexto, realizando aportes de conocimiento para cumplir las misiones definidas por el docente.

Para comenzar a utilizar la herramienta, es necesario que tanto el docente como los estudiantes se registren en ella seleccionando su respectivo rol, lo cual pueden hacer por medio de la interfaz mostrada en la Ilustración 26.



Ilustración 26. Interfaz de registro en la herramienta

A continuación se describirá el proceso que lleva a cabo el docente para planear su clase, así como también el uso que le da el estudiante a la herramienta durante su proceso de aprendizaje.

4.3.1. Planeación de una clase

En *Construyendo Mi Conocimiento*, una *Colmena* representa un grupo de estudiantes; un *Área de conocimiento*, una asignatura; una *Temática*, un tema de una asignatura y un *Objetivo de aprendizaje*, un objetivo para el aprendizaje de un tema. De esta manera, lo primero que hace el docente es crear una *Colmena* y el *Área de conocimiento* que desea orientar, tal como puede verse en la Ilustraciones 27 y 28, respectivamente. Posteriormente, tal como lo haría para planear su clase, define la *Temática*, seleccionando el nombre de la misma, su descripción y una imagen representativa, para proceder con la definición de los *Objetivos de*

aprendizaje. En la Ilustración 29 puede verse la creación de la *Temática* y en la Ilustración 30, la *Temática* ya creada con su respectiva imagen representativa.



Ilustración 27. Colmena Primero A.

Se pueden crear diferentes *Objetivos de aprendizaje*, configurar su descripción y las tres misiones que cumplirán los estudiantes, de *Exploración*, de *Colaboración* y de *Juego*, como se observa en la Ilustración 31. La interfaz en la que los estudiantes interactúan con la herramienta para cumplir con las misiones se muestra en la Ilustración 32. En la Ilustración 33 puede observarse un estudiante interactuando con su contexto para cumplir la misión de *Exploración*.



Ilustración 28. Área de conocimiento Ciencias Naturales.



Ilustración 29. Interfaz de creación de la Temática Seres vivos.



Ilustración 30. Temática Seres vivos e inertes creada.

Para configurar la misión de *Exploración*, el docente asocia marcadores a uno o varios elementos multimedia que podrán ser desplegados por medio de Realidad Aumentada. El objetivo de esta misión es que los estudiantes interactúen con la Realidad Aumentada por medio de los marcadores definidos por el docente para contextualizar el *Objetivo de aprendizaje* que trabajarán, bien sea por medio de imágenes, textos, videos, o modelos 3D.

La misión de *Colaboración* incentiva a los estudiantes a realizar aportes de conocimiento por medio de una imagen, texto, pregunta, audio o realidad aumentada, los cuales pueden ser vistos por sus compañeros. Cada aporte debe apuntar a cumplir la misión de *Colaboración* definida por el docente y para que ésta se cumpla, los estudiantes, en conjunto, deben realizar un mínimo de aportes configurado por el docente. En la Ilustración 34 se muestra la interfaz en la que los estudiantes pueden hacer sus aportes.



Ilustración 31. Interfaz de creación de un Objetivo de aprendizaje.



Ilustración 32. Interfaz del Objetivo de aprendizaje.



Ilustración 33. Interfaz de la misión de Exploración.

Por último, la misión de *Juego* permite que el docente configure cuatro preguntas, para cada una definirá una imagen de apoyo, cuatro opciones de respuesta y cada una tendrá asignado un marcador. Para avanzar en el juego el estudiante deberá unir el marcador actual a los anteriores y así podrá responder a las siguientes preguntas. De esta manera, los docentes ubicarán cada marcador en cuatro estaciones definidas por ellos mismos, llamadas *Jardines*, en el aula de clase. Los estudiantes desplegarán por medio de Realidad Aumentada la pregunta y la imagen de apoyo, y la contestarán. Cada pregunta contestada llena un *Tarro de miel* y da un puntaje al estudiante. En la Ilustración 35 puede verse la interfaz que se despliega sobre un marcador de pregunta.

Cabe resaltar que las tres misiones mencionadas dan sentido a un proceso de aprendizaje propio denominado Explora + Colabora + Juega. En este sentido, por medio de la misión de *Exploración* los estudiantes contextualizan el *Objetivo de aprendizaje* que trabajarán por medio de la Realidad Aumentada y la interacción

con el contexto; en la misión de *Colaboración*, los estudiantes participan de forma activa, se interesan por su propio aprendizaje y aprenden de forma colaborativa al realizar aportes de conocimiento. Por último, en la misión Jugar, los estudiantes evidencian el aprendizaje de la temática de una forma divertida, buscando la respuesta a la pregunta definida por el docente en cada *Jardín*, llenando los Tarros de miel y acumulando el mayor puntaje posible.

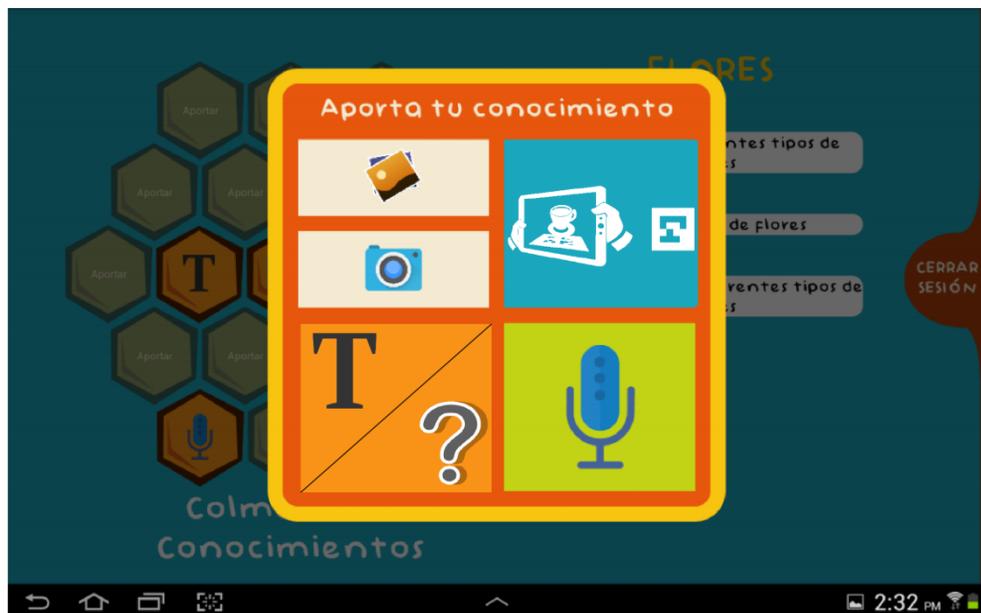


Ilustración 34. Interfaz para realizar un aporte de conocimiento.

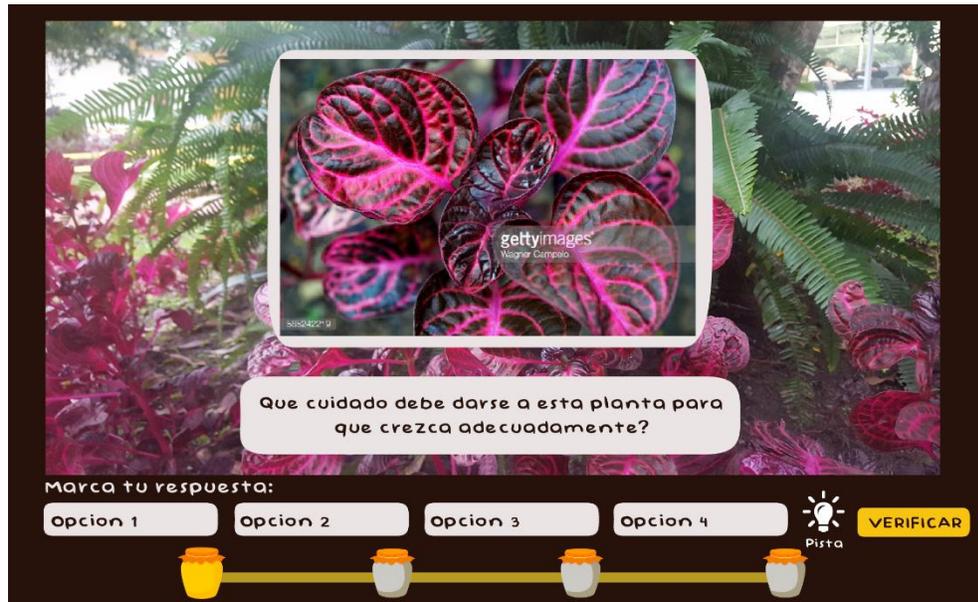


Ilustración 35. Interfaz para contestar una pregunta de la misión Jugar

Uso de la herramienta por el estudiante.

Al momento de registrarse, el estudiante ingresa el código de la *Colmena* que corresponda a su grupo de clase, el cual es facilitado por el docente. Una vez inicie sesión en la herramienta, tendrá acceso a las *Áreas de conocimiento* que su docente ha creado, a las *Temáticas*, y dentro de éstas, podrá visualizar los *Objetivos de aprendizaje* definidos por el docente.

Cuando el estudiante seleccione alguno de los *Objetivos de aprendizaje*, se desplegará la interfaz donde se encontrará la *Colmena de conocimientos* vacía y lista para ser llena. También visualizará la descripción de las misiones definidas por el docente y las celdas de la colmena donde pueden acceder a la misión de *Exploración, Colaboración y Juego*.

Finalmente, se espera que cada estudiante al vivir el proceso Explora + Colabora + Juega mencionado anteriormente, incremente su aprendizaje y su motivación por medio de la herramienta.

4.4. CONCLUSIONES

Este capítulo recopiló todo el proceso de desarrollo desde la priorización de los requerimientos, hasta el funcionamiento del prototipo. El prototipo está basado en las características identificadas en la Caracterización de necesidades, las cuales se describen en la Tabla 2 del capítulo 3. La validación de la Product Backlog y los prototipos arrojaron conceptos de aprobación muy positivos por parte de los docentes. En base a estos requerimientos validados, se desarrolló la herramienta didáctica utilizando Android Studio y el Framework de RA Kudan. Las interfaces están basadas en la metáfora de trabajo de las abejas, lo cual es muy llamativo para alumnos y profesores.

La integración de Kudan al entorno de programación se realizó de manera sencilla y rápida, aunque al principio tuvo fallas en el despliegue múltiple de imágenes, las cuales se solucionaron mediante el soporte ofrecido por el framework. Por otro lado, el uso del servicio de base de datos en la nube facilitó la carga de los elementos multimedia desde diferentes dispositivos móviles, generando una experiencia de conocimiento enriquecedora. Algunos docentes sugirieron durante la validación de prototipos que la aplicación pudiera funcionar sin conexión a internet. La implementación final del prototipo terminó de forma exitosa y el uso de la Realidad Aumentada se puede hacer mediante la proyección de Texto, Imagen o Video.

El prototipo construido permite la construcción colaborativa de conocimiento, fomenta la participación activa de los estudiantes y promueve la interacción con el

contexto, por medio de la incorporación de la tecnología de Realidad Aumentada dentro del proceso de aprendizaje propio Explora + Colabora + Juega. En la misión de *Exploración* los estudiantes despliegan los diferentes elementos de Realidad Aumentada configurados por el docente, cuyos marcadores están ubicados en puntos estratégicos del aula. Por medio de la interacción con los elementos de Realidad Aumentada, los cuales pueden ser de tipo texto, imagen o video, los estudiantes adquieren el conocimiento inicial de la temática a tratar, siendo partícipes de la adquisición de su propio conocimiento e interactuando con el contexto.

Después de adquirir el conocimiento inicial de la temática a tratar, los estudiantes realizan aportes de conocimiento para cumplir la misión de *Colaboración*. Dentro de los tipos de aporte que pueden realizar los estudiantes se encuentra el aporte de Realidad Aumentada. Al buscar el conocimiento necesario y realizar aportes, están construyendo colaborativamente el conocimiento relacionado a la temática.

Por último, en la misión *Juego* los estudiantes responden una serie de preguntas realizadas por el docente sobre la temática que trataron, las cuales se despliegan por medio de Realidad Aumentada. Al buscar los marcadores para desplegar y responder las preguntas, los estudiantes participan de forma activa en su proceso de aprendizaje y además, interactúan con su contexto.

CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

En el capítulo 4 se desarrolló una solución tecnológica que incorpora tecnología de Realidad Aumentada dentro del proceso de aprendizaje propio Explora + Colabora + Juega, para facilitar la construcción colaborativa de conocimiento, fomentar la participación activa de los estudiantes y promover la interacción con el contexto. Por otro lado, el presente capítulo presenta la Evaluación Externa realizada sobre el prototipo desarrollado considerando criterios didácticos, técnicos y funcionales por medio de la Metodología de Evaluación de Software Educativo definida por Cataldi [20]. Los criterios mencionados pretenden validar las características que se debían considerar en la solución tecnológica, las cuales están consignadas en la tabla 2 del capítulo 3. De esta manera, estas características contemplan aspectos didácticos, técnicos y funcionales.

La evaluación se realizó en dos fases. La primera de ellas se realizó con 16 docentes, tanto en ejercicio como en formación y permitió obtener sugerencias de cambio, las cuales fueron aplicadas sobre el prototipo. Por último, se realizó la evaluación con 32 estudiantes de grado sexto y se aplicaron sus sugerencias sobre el prototipo final. La evaluación concluye que Construyendo mi Conocimiento es una herramienta que soporta el aprendizaje activo en el aula y que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje.

5.1. EVALUACIÓN EXTERNA - FASE 1.

Al evaluar el prototipo presentado en el capítulo 5 considerando criterios didácticos, técnicos y funcionales por medio de la Metodología de Evaluación de Software Educativo definida por Cataldi, se obtuvo la percepción y sugerencias de los profesores sobre el uso de la herramienta para planificar sus clases. Los

resultados de la evaluación realizada con profesores, quienes son los usuarios principales a quienes está dirigida la solución, permitieron realizar los ajustes necesarios al prototipo final antes de ser evaluado por los estudiantes.

5.1.2. Instrumentos de Evaluación.

Inicialmente se adaptó la lista de control que define Cataldi con preguntas pertinentes sobre el prototipo, las cuales permiten evaluar la utilidad y aspectos tecnológicos y técnicos del mismo. Estas preguntas fueron valoradas por los profesores al utilizar el prototipo con una escala numérica del 1 a 5 de la siguiente forma: 5, excelente; 4, muy bueno(a); 3, bueno(a); 2, regular; 1, malo. O 5, muy adecuado; 4, bastante; 3, poco; 2, muy poco; 1, nada. Adicionalmente, una pregunta abierta permitió capturar sugerencias. En la Tabla 4 se relacionan las preguntas utilizadas con los criterios que se evaluaron.

Tabla 5. Lista de control para la evaluación de criterios de utilidad, pedagógicos y técnicos.

| Aspecto | Pregunta | Valoración |
|--------------------------|--|------------|
| Utilidad | 1. ¿Qué tan fácil le pareció utilizar la aplicación? | |
| | 2. ¿Considera que la aplicación puede ser utilizada por cualquier persona? | |
| Pedagógicos y didácticos | 3. ¿Cree que el contenido que presenta la aplicación es claro? | |
| | 4. ¿Cree que el contenido de la aplicación está actualizado? | |
| | 5. ¿Cómo percibió la navegación por las interfaces de la aplicación? | |
| | 6. ¿Qué tan motivado se sintió al usar la aplicación? | |
| | 7. ¿La aplicación es adecuada para la comprensión de temáticas educativas? | |

| | | |
|----------|--|--|
| | 8. ¿La aplicación es adecuada para el aprendizaje de temáticas educativas? | |
| Técnicos | 9. ¿Hay documentación y ayudas sobre la aplicación? | |
| | 10. ¿Son adecuados los recursos que necesita para funcionar? (P. ej. internet) | |

Además, se adaptaron las preguntas de la lista de control definida por Cataldi para realizar la Evaluación Externa. Estas preguntas fueron valoradas por los profesores por medio de la misma escala numérica que se usó para el instrumento descrito anteriormente. Esta lista de control también incluyó una pregunta abierta que permitió capturar sugerencias. La Tabla 5 muestra las preguntas utilizadas en este instrumento.

Tabla 6. Lista de control para la Evaluación Externa

| Pregunta | Valoración |
|---|------------|
| 1. ¿Considera adecuado el diseño general de la pantalla? | |
| 2. ¿Considera adecuado el uso de Ventanas? | |
| 3. ¿Considera adecuado el uso de Botones? | |
| 4. ¿Considera adecuado el uso de Colores? | |
| 5. ¿Considera adecuado el uso de Tipos de letras? | |
| 6. ¿Considera que el programa es interactivo? | |
| 7. ¿Considera las interfaces como amigables? | |
| 8. ¿Le da buena información acerca del recorrido por la aplicación? | |
| 9. ¿Considera adecuada la secuenciación de las pantallas? | |
| 10. ¿Es de fácil manejo? | |
| 11. ¿Considera que el uso de los íconos es correcto? | |
| 12. ¿Le resulta útil el uso de teclas rápidas? | |
| 13. ¿Considera adecuada la selección de los contenidos? | |

| | |
|---|--|
| 14. ¿Consideraría adecuado el uso de la aplicación en cualquier grado de Primaria o Secundaria? | |
| 15. ¿Quisiera que la aplicación lo guiara paso a paso, como un tutorial? | |
| 16. ¿Le facilita la comprensión acerca del tema? | |
| 17. ¿Ha despertado interés en usted? | |

5.1.3. Ejecución

Esta primera fase de la evaluación se realizó con 16 usuarios, entre los que se encontraban docentes en ejercicio y docentes en formación de Básica Primaria y Secundaria. Los docentes recibieron una socialización sobre las funcionalidades del prototipo construido y sobre su uso didáctico, haciendo énfasis en las funcionalidades relacionadas con la planeación de una clase. Posteriormente realizaron diferentes tareas sobre el prototipo, entre las que se encuentran:

1. Planear una clase, lo cual involucra la creación y configuración de una *Colmena de conocimientos*, un *Área de conocimiento*, una *Temática*, uno o varios *Objetivos de aprendizaje* y la configuración de las misiones de *Exploración*, *Colaboración* y *Juego*.
2. Abrir el reporte de *Juego* para observar la valoración dada a los estudiantes por las preguntas respondidas.
3. Explorar los elementos multimedia configurados por medio de Realidad Aumentada en un *Objetivo de aprendizaje*.
4. Realizar un *Aporte* de conocimiento.
5. Interactuar con el *Juego* de un en un *Objetivo de aprendizaje* por medio de Realidad Aumentada.

Después de interactuar con el prototipo y de realizar las tareas, los docentes valoraron la herramienta utilizando los dos instrumentos descritos en el ítem anterior, por medio de las preguntas contenidas en las Tablas 4 y 5. Los instrumentos se aplicaron por medio de Formularios de Google² y utilizando tabletas, dada la facilidad de obtener al instante las respuestas tabuladas, lo que facilita el proceso de análisis de los resultados.

Las ilustraciones 36 y 37 muestran la socialización de la herramienta a docentes en ejercicio y a docentes en formación; por otro lado, en las ilustraciones 38 y 39 se puede apreciar la interacción de los docentes con la herramienta al realizar diferentes tareas. Finalmente, las ilustraciones 40 y 41 muestran a los docentes realizando la evaluación del prototipo por medio de los instrumentos creados para tal fin.

² Formularios de Google permite crear formularios web personalizados para recopilar información a partir de encuestas y cuestionarios. Disponible en: https://www.google.com/intl/es-419_co/forms/about/



Ilustración 36. Socialización del prototipo a docente de Básica Secundaria.



Ilustración 37. Socialización del prototipo a docentes en ejercicio y docentes en formación.



Ilustración 38. Docente realizando un Aporte de conocimiento.



Ilustración 39. Docente interactuando con la misión Explorar.



Ilustración 40. Docente de Español evaluando el prototipo.



Ilustración 41. Docente de Dibujo Técnico evaluando el prototipo.

5.1.4. Resultados.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del prototipo a partir de la aplicación de los dos instrumentos de evaluación a los docentes, después de que recibieron la socialización de la herramienta y de haber interactuado con ella para realizar algunas tareas relacionadas con la planeación de una clase.

Los resultados de la evaluación del prototipo con los 16 docentes respecto a los criterios de utilidad, pedagógicos y didácticos, y técnicos, se presentan en la Tabla 6. Ésta contiene una columna del promedio aritmético de las respuestas de cada pregunta, en escala numérica del 1 al 5.

De acuerdo a la Metodología de Cataldi, los aspectos que obtengan un promedio menor a 2.5 deben ser reformulados o modificados. Partiendo de esto, puede afirmarse que hubo aceptación y acuerdo por parte de los docentes de todos los aspectos relacionados con los criterios de utilidad, pedagógicos y didácticos, y técnicos. Respecto al criterio de Utilidad, cabe resaltar el promedio de 4.8 que obtuvo la pregunta ¿Qué tan fácil le pareció utilizar la aplicación?, lo que muestra que la herramienta incorpora ciertos elementos de usabilidad que facilitan su uso. Por su parte, los criterios Pedagógicos y didácticos permiten ver que la herramienta tiene buena navegabilidad, que motiva al docente y que es adecuada para el aprendizaje de temáticas educativas, con promedios 4.38, 4.88, 4.81, respectivamente. Respecto al criterio Técnico, hubo acuerdo en que proveía documentación y ayuda, con un promedio de 4.5.

Por otro lado, los resultados de la Evaluación Externa del prototipo realizada por los 16 docentes están consignados en la Tabla 7. Esta evaluación se compone de

17 preguntas, las cuales están valoradas en una escala numérica del 1 al 5. La evaluación presenta una columna de promedio y al igual que la anterior, los aspectos que obtengan un promedio menor a 2.5 deben ser reformulados o modificados. La Tabla 7 permite afirmar que en esta evaluación también hubo aceptación y acuerdo de todos los criterios. Entre los criterios más importantes, que podrían interesarles a los docentes al momento de planear sus clases están: El diseño adecuado de la pantalla, la interactividad de la herramienta, el fácil manejo, la adecuada selección de los contenidos, la posibilidad de uso en cualquier grado de Básica Primaria y secundaria, el ser facilitadora de la comprensión de los temas, y el despertar el interés, con promedios 4.7, 4.9, 4.7, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.9, respectivamente.

A pesar de que hubo una gran aceptación del prototipo, los docentes también hicieron sugerencias de cambio por medio de la pregunta abierta de los instrumentos. Las sugerencias realizadas por los docentes estaban relacionadas al lenguaje utilizado en los mensajes que mostraba la herramienta en la interacción con ella, a la posibilidad de usar la herramienta sin conexión a Internet y a algunos aspectos de interacción.

Finalmente, las sugerencias fueron tenidas en cuenta antes de realizar la Fase 2 de la Evaluación Externa. La sugerencia de que fuera posible utilizar el prototipo sin conexión a internet no fue aplicada, debido a la dificultad técnica de realizar esto, teniendo en cuenta que la naturaleza de la solución es soportar el aprendizaje colaborativo, para lo cual se necesita una conexión de red.

Tabla 7. Resultados de la evaluación sobre criterios de utilidad, pedagógicos y didácticos, y técnicos, realizada por los docentes.

| Calificación de 1 a 5 (5: excelente, 4: muy bueno(a), 3: bueno(a), 2: regular, 1: malo o 5: muy adecuado 4: bastante 3: poco 2: muy poco 1: nada) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|------|
| Aspecto | Número de docente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | □ |
| Utilidad | 1. ¿Qué tan fácil le pareció utilizar la aplicación? | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,38 |
| | 2. ¿Considera que la aplicación puede ser utilizada por cualquier persona? | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,38 |
| Pedagógicos y didácticos | 3. ¿Cree que el contenido que presenta la aplicación es claro? | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,69 |
| | 4. ¿Cree que el contenido de la aplicación está actualizado? | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,63 |
| | 5. ¿Cómo percibió la navegación por las interfaces de la aplicación? | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4,38 |
| | 6. ¿Qué tan motivado se sintió al usar la aplicación? | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4,88 |
| | 7. ¿La aplicación es adecuada para la comprensión de temáticas educativas? | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,75 |
| | 8. ¿La aplicación es adecuada para el aprendizaje de temáticas educativas? | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4,81 |
| Técnicos | 9. ¿Hay documentación y ayudas sobre la aplicación? | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,50 |
| | 10. ¿Son adecuados los recursos que necesita para funcionar? (P. ej. internet) | 2 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 4,06 |

Tabla 8. Resultados de la Evaluación Externa realizada por los docentes.

| Calificación de 1 a 5 (5: excelente, 4: muy bueno(a), 3: bueno(a), 2: regular, 1: malo o 5: muy adecuado 4: bastante 3: poco 2: muy poco 1: nada) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| | Número de docente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | □ |
| 1. ¿Considera adecuado el diseño general de la pantalla? | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,7 |
| 2. ¿Considera adecuado el uso de Ventanas? | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,7 |
| 3. ¿Considera adecuado el uso de Botones? | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,7 | |
| 4. ¿Considera adecuado el uso de Colores? | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,8 |
| 5. ¿Considera adecuado el uso de Tipos de letras? | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,8 |
| 6. ¿Considera que el programa es interactivo? | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4,9 |
| 7. ¿Considera las interfaces como amigables? | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,7 |
| 8. ¿Le da buena información acerca del recorrido por la aplicación? | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,6 |
| 9. ¿Considera adecuada la secuenciación de las pantallas? | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,6 |
| 10. ¿Es de fácil manejo? | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,7 |
| 11. ¿Considera que el uso de los íconos es correcto? | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,6 | |
| 12. ¿Le resulta útil el uso de teclas rápidas? | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4,7 |
| 13. ¿Considera adecuada la selección de los contenidos? | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,5 |
| 14. ¿Consideraría adecuado el uso de la aplicación en cualquier grado de Primaria o Secundaria? | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4,6 |
| 15. ¿Quisiera que la aplicación lo guiara paso a paso, como un tutorial? | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4,6 |
| 16. ¿Le facilita la comprensión acerca del tema? | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,7 |
| 17. ¿Ha despertado interés en usted? | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,9 |

5.2. EVALUACIÓN EXTERNA - FASE 2.

Los resultados obtenidos en la Fase 1 de la Evaluación Externa permitieron hacer los ajustes necesarios en la aplicación a partir de las sugerencias de los docentes. El objetivo de la Fase 2 de la Evaluación Externa fue conocer las percepciones de los estudiantes sobre el uso de la herramienta para, si es el caso, realizar los últimos cambios al prototipo final. En esta evaluación se utilizaron los mismos instrumentos usados en la Fase 1, los cuales se describen en las Tablas 6 y 7.

5.2.1. Ejecución.

La segunda fase de la evaluación se realizó con 32 estudiantes de grado sexto de Básica Secundaria, cuyas edades oscilaban entre los 10 y 12 años. Al igual que los docentes, los niños recibieron una socialización sobre las funcionalidades del prototipo construido, pero esta vez se hizo énfasis en las funcionalidades relacionadas con el aprendizaje, es decir con aquellas que permitían realizar el proceso Explora + Colabora + Juega. En la Ilustración 42 puede verse la socialización del prototipo.



Ilustración 42. Socialización del prototipo a estudiantes de sexto grado.

Después de la socialización se desarrolló con los niños una clase de Ciencias Naturales con la temática sobre las hojas, la cual había sido configurada previamente en la herramienta. Los niños trabajaron en tabletas por parejas y dentro de la dinámica de la clase, los niños interactuaron con el proceso Explora + Colabora + Juega. Inicialmente los niños *exploraron* diferentes tipos de elementos multimedia que se desplegaban por medio de Realidad aumentada y que los contextualizaron en la temática en mención. Después realizaron *aportes* de conocimiento al panel de conocimiento, en este momento pudo verse la puesta en práctica del autoaprendizaje y el aprendizaje colaborativo. Por último, los niños realizaron la misión *jugar* respondiendo preguntas sobre la temática, las cuales se

desplegaron por medio de Realidad aumentada. Las ilustraciones 43 y 44 muestran la interacción de los niños con el prototipo.



Ilustración 43. Estudiantes interactuando con el prototipo.



Ilustración 44. Estudiante interactuando con la misión Jugar.

Después de que estudiaron la temática por medio del proceso Explora + Colabora + Juega, los niños valoraron la herramienta utilizando los dos instrumentos descritos en el ítem anterior, por medio de las preguntas contenidas en las Tablas 6 y 7. Al igual que con docentes, los instrumentos se aplicaron por medio de Formularios de Google y utilizando tabletas, dada la facilidad de obtener al instante las respuestas tabuladas, lo que facilita el proceso de análisis de los resultados. En la Ilustración 45 se puede observar a los estudiantes realizando dicha evaluación.

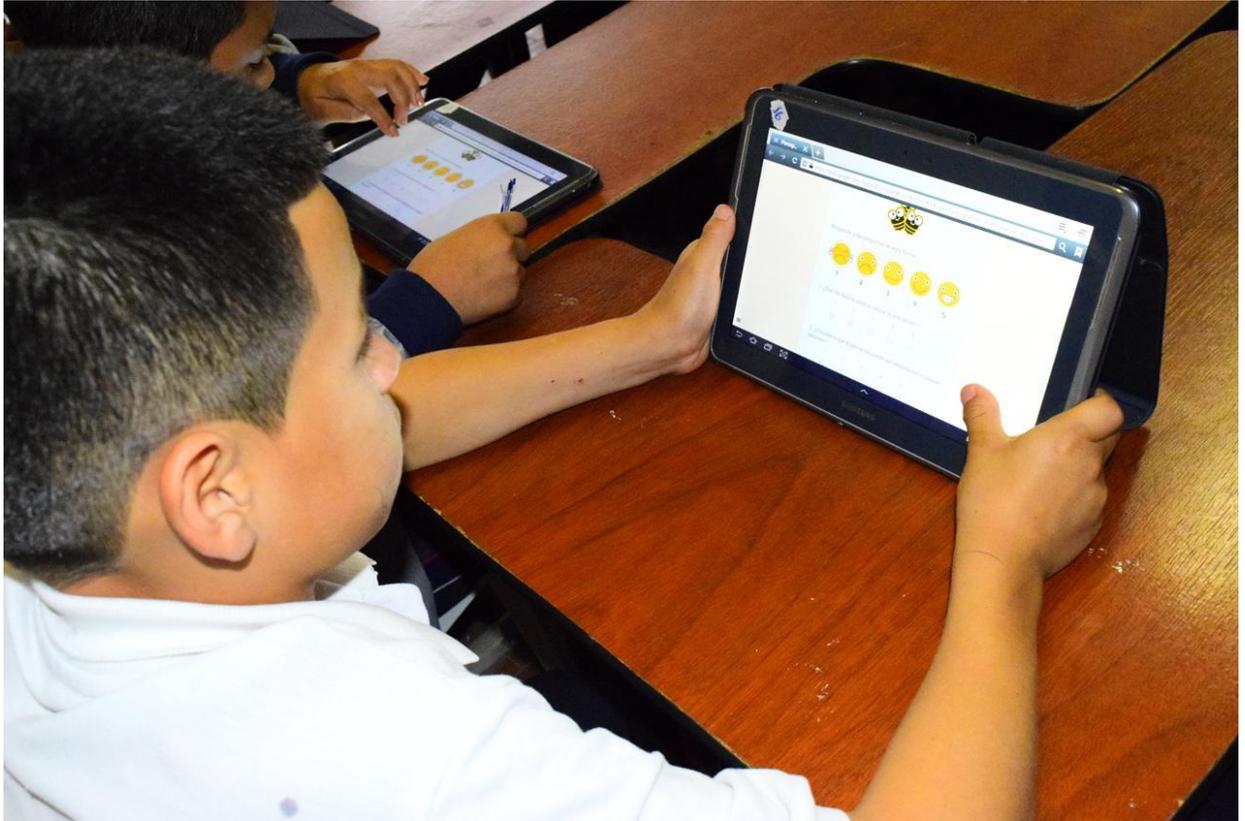


Ilustración 45. Estudiantes evaluando el prototipo.

5.2.2. Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del prototipo a partir de la aplicación de los dos instrumentos de evaluación a los estudiantes, después de que recibieron la socialización de la herramienta y de haber interactuado con ella.

Los resultados de la evaluación del prototipo con los 32 estudiantes respecto a los criterios de utilidad, pedagógicos y didácticos, y técnicos, se presentan en la Tabla 8. Por otro lado, los resultados de la Evaluación Externa del prototipo realizada por los estudiantes están consignados en la Tabla 9. Estas tablas contienen una

columna con el promedio aritmético de las respuestas de cada pregunta, en escala numérica del 1 al 5.

De acuerdo a la Metodología de Cataldi, los aspectos que obtengan un promedio menor a 2.5 deben ser reformulados o modificados. De acuerdo a esto, puede afirmarse que hubo aceptación y acuerdo por parte de los estudiantes de todos los aspectos relacionados con los criterios de utilidad, pedagógicos y didácticos, y técnicos. Además, también hubo aceptación de todos los aspectos de la Evaluación Externa.

Desde el punto de vista del estudiante, se resaltan los siguientes aspectos de los resultados de la Tabla 8, con sus respectivos promedios: la facilidad de utilizar la aplicación (4.81), la motivación al usar la herramienta (4.63), lo adecuada que es para aprender temáticas educativas (4.59) y la percepción de la ayuda que ofrece la herramienta (4.56). Por otro lado, los resultados más significativos para el estudiante provenientes de la Tabla 9 son: El adecuado uso de colores (4.63) y letras (4.31), la interactividad del prototipo (4.53), interfaces amigables (4.41), fácil manejo (4.78), la ayuda a la comprensión de temáticas (4.69), el interés que despierta en el estudiante (4.69).

Como se puede observar, hubo una gran aceptación del prototipo por parte de los estudiantes. Las sugerencias realizadas por los estudiantes estaban relacionadas a la posibilidad de usar la herramienta sin conexión a Internet y a algunos aspectos de interacción.

Por último, las sugerencias de interacción fueron aplicadas sobre el prototipo final pero la sugerencia de utilizar la herramienta sin conexión a internet no fue aplicada por la razón expresada en la Evaluación Externa – Fase 1.

5.3. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en las evaluaciones, los cuales están contenidos en las Tablas 6, 7, 8 y 9 puede afirmarse que hubo aceptación de todos los aspectos relacionados con los criterios de utilidad, pedagógicos y didácticos, y técnicos, tanto por docentes, como por estudiantes. Lo anterior permite concluir que Construyendo mi Conocimiento es una herramienta que soporta el aprendizaje activo en el aula y que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las sugerencias de interacción fueron tomadas en cuenta y aplicadas sobre el prototipo, con excepción de la sugerencia de utilizar la herramienta sin conexión a Internet, la cual no se aplicó por el esfuerzo técnico que requiere, teniendo en cuenta que es una herramienta que promueve el aprendizaje colaborativo.

Tabla 9. Resultados de la evaluación sobre criterios de utilidad, pedagógicos y didácticos, y técnicos, realizada por los estudiantes.

| Calificación de 1 a 5 (5: excelente, 4: muy bueno(a), 3: bueno(a), 2: regular, 1: malo o 5: muy adecuado 4: bastante 3: poco 2: muy poco 1: nada) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|
| Aspecto | Número de estudiante | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | □ | |
| Utilidad | 1. ¿Qué tan fácil le pareció utilizar la aplicación? | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4,81 | |
| | 2. ¿Considera que la aplicación puede ser utilizada por cualquier persona? | 5 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3,94 |
| Pedagógicos y didácticos | 3. ¿Cree que el contenido que presenta la aplicación es claro? | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4,84 | |
| | 4. ¿Cree que el contenido de la aplicación está actualizado? | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,81 |
| | 5. ¿Cómo percibió la navegación por las interfaces de la aplicación? | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4,50 |
| | 6. ¿Qué tan motivado se sintió al usar la aplicación? | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,63 |
| | 7. ¿La aplicación es adecuada para la comprensión de temáticas educativas? | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 5 | 1 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,47 | |
| | 8. ¿La aplicación es adecuada para el aprendizaje de temáticas educativas? | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,59 |
| Técnicos | 9. ¿Hay documentación y ayudas sobre la aplicación? | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4,56 |
| | 10. ¿Son adecuados los recursos que necesita para funcionar? (P. ej. internet) | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4,31 | |

Tabla 10. Resultados de la Evaluación Externa realizada por los estudiantes.

| Calificación de 1 a 5 (5: excelente, 4: muy bueno(a), 3: bueno(a), 2: regular, 1: malo o 5: muy adecuado 4: bastante 3: poco 2: muy poco 1: nada) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| Número de estudiante | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | □ |
| 1. ¿Considera adecuado el diseño general de la pantalla? | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,69 |
| 2. ¿Considera adecuado el uso de Ventanas? | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| 3. ¿Considera adecuado el uso de Botones? | 5 | 3 | 5 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | |
| 4. ¿Considera adecuado el uso de Colores? | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | |
| 5. ¿Considera adecuado el uso de Tipos de letras? | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | |
| 6. ¿Considera que el programa es interactivo? | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 2 | 5 | 5 |
| 7. ¿Considera las interfaces como amigables? | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | |
| 8. ¿Le da buena información acerca del recorrido por la aplicación? | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | |
| 9. ¿Considera adecuada la secuenciación de las pantallas? | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | |
| 10. ¿Es de fácil manejo? | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | |
| 11. ¿Considera que el uso de los íconos es correcto? | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | |
| 12. ¿Le resulta útil el uso de teclas rápidas? | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | |
| 13. ¿Considera adecuada la selección de los contenidos? | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 4 | |
| 14. ¿Consideraría adecuado el uso de la aplicación en cualquier grado de Primaria o Secundaria? | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | |
| 15. ¿Quisiera que la aplicación lo guiara paso a paso, como un tutorial? | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 2 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3 | 1 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | |
| 16. ¿Le facilita la comprensión acerca del tema? | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | |
| 17. ¿Ha despertado interés en usted? | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 2 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | |

CAPITULO VI. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

A continuación se describen los principales resultados y conclusiones obtenidos en el desarrollo de la presente investigación, así como el trabajo futuro que puede desarrollarse a partir de la misma.

6.1. RESULTADOS

- La presente Monografía, que condensa la información recopilada a través de todo el proceso de investigación.
- Construyendo Mi Conocimiento, un prototipo de herramienta con Realidad Aumentada que permite la construcción colaborativa de conocimiento, fomenta la participación activa de los estudiantes y promueve la interacción con el contexto, por medio de la incorporación de la tecnología de Realidad Aumentada dentro del proceso de aprendizaje propio Explora + Colabora + Juega. El prototipo es entregado como un instalador ejecutable en el Sistema Operativo Android.
- Un artículo denominado “Herramienta Didáctica con Realidad Aumentada para soportar el Aprendizaje Activo en el aula”, el cual fue presentado en el VIII Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles – CAVA 2016, el cual 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

- Las herramientas educativas con RA revisadas y las brechas identificadas durante el proceso de revisión documental, muestran que la mayoría de soluciones TIC propuestas se incorporan a las aulas de clases sin que se adapten a las necesidades reales de estudiantes y profesores, además el uso de algunos aplicativos de RA educativos es exclusivo a temas particulares y requieren que los docentes sean capacitados en su configuración y uso. Esto evidencia que es necesario orientar las nuevas propuestas tecnológicas de acuerdo a los fines educativos que se desean alcanzar para apoyar efectivamente los procesos de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, se propuso una herramienta didáctica de software que usando Realidad Aumentada y basada en las necesidades del aula, favorezca la construcción colaborativa de conocimiento, permita interacciones con el contexto y facilite procesos de aprendizaje activo en el aula.
- Se desarrolló el proceso de investigación cualitativa para la identificación de las necesidades de los docentes de Básica Primaria y Secundaria en el uso e incorporación de las TIC en el aula de clase. Las necesidades identificadas se consignaron en la Tabla 1 del Capítulo 3, las cuales son: Recursos educativos TIC adaptables a las necesidades particulares de un aula de clase, recursos educativos TIC usables, recurso educativo que motive e involucre de forma activa al estudiante, formación en TIC a docentes. A partir de estas necesidades identificadas se determinó que uno de los problemas prioritarios del contexto es la carencia de recursos educativos TIC que se adapten a las necesidades reales del aula. Al ser un problema prioritario, el presente proyecto lo abordó teniendo en cuenta las

características identificadas de la solución descritas en la Tabla 2 del Capítulo 3: Visualmente agradable, que involucre al niño en el aprendizaje, fácil de usar, gratuito, que involucre el mundo real, que permita el aprendizaje colaborativo, que tenga un lenguaje apropiado, que realice seguimiento a los estudiantes, que involucre retos de aprendizaje.

- Se diseñó e implementó el prototipo de herramienta didáctica con RA para soportar el aprendizaje activo en el aula, el cual contiene las características identificadas en la Caracterización de necesidades, las cuales se describen en la Tabla 2 del capítulo 3. La validación de la Product Backlog y los prototipos iniciales arrojaron conceptos de aprobación muy positivos por parte de los docentes. En base a estos requerimientos validados se desarrolló la herramienta didáctica utilizando Android Studio y el Framework de RA Kudan. Las interfaces están basadas en la metáfora de trabajo de las abejas, lo cual es muy llamativo para alumnos y profesores. La integración de Kudan al entorno de programación se realizó de manera sencilla y rápida, aunque al principio arrojó fallas en el despliegue múltiple de imágenes, el cual se solucionó mediante el soporte ofrecido por el framework. Por otro lado, el uso del servicio de base de datos en la nube facilitó la carga de los elementos multimedia desde diferentes dispositivos móviles, generando una experiencia de conocimiento enriquecedora. La implementación final del prototipo terminó de forma exitosa y el uso de la Realidad Aumentada se puede hacer mediante la proyección de Texto, Imagen o Video.
- El prototipo construido permite la construcción colaborativa de conocimiento, fomenta la participación activa de los estudiantes y promueve la interacción con el contexto, por medio de la incorporación de la

tecnología de Realidad Aumentada dentro del proceso de aprendizaje propio Explora + Colabora + Juega. En la misión de *Exploración* los estudiantes despliegan los diferentes elementos de Realidad Aumentada configurados por el docente, cuyos marcadores están ubicados en puntos estratégicos del aula. Por medio de la interacción con los elementos de Realidad Aumentada, los cuales pueden ser de tipo texto, imagen o video, los estudiantes adquieren el conocimiento inicial de la temática a tratar, siendo partícipes de la adquisición de su propio conocimiento e interactuando con el contexto.

Después de adquirir el conocimiento inicial de la temática a tratar, los estudiantes realizan aportes de conocimiento para cumplir la misión de *Colaboración*. Dentro de los tipos de aporte que pueden realizar los estudiantes se encuentra el aporte de Realidad Aumentada. Al buscar el conocimiento necesario y realizar aportes, están construyendo colaborativamente el conocimiento relacionado a la temática.

Por último, en la misión *Juego* los estudiantes responden una serie de preguntas realizadas por el docente sobre la temática que trataron, las cuales se despliegan por medio de Realidad Aumentada. Al buscar los marcadores para desplegar y responder las preguntas, los estudiantes participan de forma activa en su proceso de aprendizaje y además, interactúan con su contexto.

- Se realizó la Evaluación Externa sobre el prototipo presentado en el Capítulo 5, involucrando docentes y estudiantes, y considerando criterios didácticos, técnicos y funcionales, por medio de la Metodología de Evaluación de Software Educativo definida por Cataldi. A partir de los resultados obtenidos en las evaluaciones, los cuales están contenidos en las Tablas 6, 7, 8 y 9 del Capítulo 5, puede afirmarse que hubo aceptación

de todos los aspectos relacionados con los criterios de utilidad, pedagógicos y didácticos, y técnicos, tanto por docentes, como por estudiantes. Lo anterior permite concluir que Construyendo mi Conocimiento es una herramienta que soporta el aprendizaje activo en el aula y que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las sugerencias de interacción por parte de docentes y estudiantes fueron tomadas en cuenta y aplicadas sobre el prototipo.

6.3. TRABAJO FUTURO

- Se propone la posibilidad de usar la herramienta en teléfonos móviles.
- Desplegar elementos de Realidad Aumentada a través de geolocalización.
- Incluir analíticas y elementos de gamificación, que permitan un seguimiento detallado del proceso de aprendizaje del estudiante, indicador importante para la toma de decisiones por parte del profesor.
- Realizar más evaluaciones en el contexto real para generalizar los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, “Educación 2006 -2016 Compendio General Pacto Social por la Educación,” pp. 1–138, 2006.
- [2] UNESCO, “Enfoque Estratégico sobre Tics En Educación en América Latina y el Caribe,” p. 62, 2013.
- [3] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, “Computadores para Educar,” 2016. [Online]. Available: <http://www.computadoresparaeducar.gov.co/PaginaWeb/index.php/es/>. [Accessed: 08-Feb-2016].
- [4] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, “Tabletas para Educar,” 2016. [Online]. Available: <http://micrositios.mintic.gov.co/tabletas/>. [Accessed: 08-Feb-2016].
- [5] L. M. V. Pájaro, “Uso pedagógico de las TIC para el fortalecimiento de estrategias didácticas del Programa Todos a Aprender,” *Minist. Educ. Nac.*, p. 16, 2014.
- [6] G. Mercado, B. Isabel, O. Mayoral, and M. Claudia, “Estrategias didácticas basadas en el uso de tic aplicadas en la asignatura de física en educación media,” vol. 10, no. 1, pp. 17–28, 2012.
- [7] L. A. Bejarano, D. C. Puerto, and M. E. Bulla, “Diseño y Elaboración de un Software Educativo como Herramienta en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Química de los Carbohidratos, dirigido a Estudiantes de Química, Biología y Educación Media.,” pp. 1–10, 2015.
- [8] O. Muñoz Cuartas, “Diseñar e Implementar una Estrategia Didáctica para la Enseñanza-Aprendizaje de la Función Lineal modelando situaciones problema a través de las TIC: Estudio de caso en el grado noveno de la Institución Educativa la Salle de Campoamor,” pp. 1–90, 2015.
- [9] M. a. Moreira, “Algunos principios para el desarrollo de buenas prácticas

- pedagógicas con las TICs en el aula,” *Comun. y Pedagog. Nuevas Tecnol. y Recur. didácticos*, vol. 222, no. 2006, pp. 42–47, 2007.
- [10] J. Cabero Almenara, “Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades,” *Tecnol. y Comun. Educ.*, vol. 21, no. 45, pp. 4–19, 2007.
- [11] W. Robles-meléndez, “Tecnología en el aula infantil: Apuntes y comentarios,” vol. 23, pp. 149–160, 2012.
- [12] J. Salinas, “Cambios metodológicos con las TIC . Estrategias didácticas y entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje,” *Bordón*, vol. 58, pp. 3–4, 2004.
- [13] A. P. Vallejo, “Integración de las TIC en la asignatura de Tecnología de Educación Secundaria,” *Rev. Medios y Educ.*, no. 37, pp. 225–237, 2010.
- [14] E. Scheihing, J. Guerra, L. Cárcamo, P. Flores, and D. Troncoso, “La experiencia Kelluwen : Tres años de desarrollo y puesta en práctica de una propuesta de innovación didáctica con uso de TIC The Kelluwen Experience : Three years in the development and practice of an approach of didactic innovation using ICT Kelluwen E,” pp. 121–141, 2013.
- [15] J. Cubillo, S. Martin, M. Castro, and I. Boticki, “Preparing augmented reality learning content should be easy: UNED ARLE-an authoring tool for augmented reality learning environments,” *Comput. Appl. Eng. Educ.*, pp. 1–26, 2015.
- [16] 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.
- [17] S. C. Yuen, G. Yaoyuneyong, and E. Johnson, “Augmented Reality : An Overview and Five Directions for AR in Education,” *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, vol. 4, no. 1. pp. 119–140, 2011.
- [18] A. Finkelstein, *The Future of Software Engineering*. ACM, 2000.
- [19] K. Schwaber and M. Beedle, *Agile software development with Scrum*.

Pearson International Edition, 2002.

- [20] Z. Cataldi, "Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo," 2000.
- [21] S. H. Requena, "El modelo constructivista con las nuevas tecnologías : aplicado en el proceso de aprendizaje," *Rev. Univ. y Soc. del Conoc.*, vol. 5, pp. 26–35, 2008.
- [22] J. Gonzalez, "Constructivismo , Medios Y Nuevas Tecnologías," *Glob. J. Hum. Soc. Sci. Linguist. Educ.*, vol. 13, no. 8, 2013.
- [23] P. R. M. Serrano J. M., "Enfoques constructivistas en educación," *Rev. Electrónica Investig. Educ.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–27, 2011.
- [24] G. H. Barriga Arceo, Frida Díaz; Rojas, "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista," *Mc Graw Hill*, vol. 2da edició.
- [25] D. Jonassen, "Designing Constructivist Learning Environments," *Instr. Theor. Model.*, pp. 215 – 239, 1994.
- [26] D. P. Ausubel, "The psychology of meaningful verbal learning," *Grunne Strat.*, p. 255, 1963.
- [27] J. M. Lampinen and J. D. Arnal, "Rote Versus Meaningful Learning," *Am. J. Psychol.*, vol. 122, no. 1, pp. 39–52, 2009.
- [28] S. Schwartz and M. Pollishuke, *Aprendizaje Activo: Una organización de la clase centrada en el alumnado*. Narcea Ediciones, 1995.
- [29] R. T. Azuma, "A survey of Augmented Reality," *PRESENCE Teleoperators Virtual Environ.*, 1997.
- [30] R. Azuma, Y. Baillot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre, "Recent advances in augmented reality," *IEEE Comput. Graph. Appl.*, no. December, pp. 34–47, 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] L. H. Lara and J. L. V. Benitez, "La realidad aumentada: una tecnología en

- espera de usuarios,” *Rev. Digit. Univ.*, vol. 8, no. 6, p. 5, 2007.
- [33] M. E. C. Santos, A. Chen, T. Taketomi, G. Yamamoto, J. Miyazaki, and H. Kato, “Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation,” *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 38–56, Mar. 2014.
- [34] A. C. Joaquín Cubillo, Sergio Martín, Manuel Castro, Gabriel Díaz and Electrical, “A Learning Environment for Augmented Reality Mobile Learning,” *Word J. Int. Linguist. Assoc.*, pp. 51–58, 2007.
- [35] R. Sánchez and R. Sebastiá, “Realidad aumentada . Recurso para el aprendizaje de la geografía : Geoalcoi,” in *Tecnologías de la información para nuevas formas de ver el territorio: XVI Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográfica*, 2014, pp. 676–683.
- [36] K. Morales, “El uso de las TIC en la educación,” *Rev. Mex. Bachill. a Distancia*, vol. 1, no. 1, p. 8, 2013.
- [37] Subsecretaría de Educación Básica y Normal de México, “Programa Enciclomedia: Documento Base,” p. 14, 2004.
- [38] S. de E. P. de México, “Habilidades Digitales para Todos,” *México. DF*, 2009.
- [39] M. Domingo Coscollola and M. Fuentes Agustí, “Innovación educativa: experimentar con las TIC y reflexionar sobre su uso,” *Pixel-Bit Rev. medios y Educ.*, no. 36, pp. 171–180, 2010.
- [40] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, *Introducción al Programa CREA-TIC*. Colombia, 2014, p. 15.
- [41] C. N. de Consultoría, “Evaluación de Impacto y de la Sostenibilidad de Computadores para Educar en la Calidad de la Educación en las Sedes Educativas Beneficiadas,” pp. 1–24, 2015.
- [42] K. H. Rosen, “An Introduction to ActivInspire (Studio),” *Ed. Ser.*, pp. 1–336, 2013.
- [43] C. G. Serrano, *Innovación Educativa con uso de TIC: Buenas Prácticas en*

Smart School. Popayán, 2015.

- [44] M. E. V. Edgar Paredes Basilio, Dieter Paredes Basilio, “El uso de la Realidad Aumentada para el desarrollo de competencias disciplinares en el aula,” in *Simposio Virtual Internacional SOMECE 2015*, 2015, pp. 1–10.
- [45] R. Cózar Gutiérrez, M. Del Valle De Moya Martínez, J. A. Hernández Bravo, and J. R. Hernández Bravo, “Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestros,” *Digit. Educ. Rev.*, no. 27, pp. 138–153, 2015.
- [46] J. Chandler and J. Fryer, “AutoDesk 123D Catch : How accurate is it?,” *Geomatics world*, pp. 28–30, 2013.
- [47] Aumentaty, “Augmentaty Author and Viewer,” 2016. [Online]. Available: <http://author.aumentaty.com/acerca-de-aumentaty-author>. [Accessed: 30-Mar-2016].
- [48] A. Murat, G. Akcayir, H. M. Pektas, and M. A. Ocak, “Augmented reality in science laboratories : The effects of augmented reality on university students ’ laboratory skills and attitudes toward science laboratories,” *Comput. Human Behav.*, vol. 57, pp. 334–342, 2016.
- [49] S. S. Jamali, M. F. Shiratuddin, K. W. Wong, and C. L. Oskam, “Utilising Mobile-Augmented Reality for Learning Human Anatomy,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 197, no. February, pp. 659–668, 2015.
- [50] P. Caballero and V. Duarte, “Plataforma móvil con realidad aumentada para la enseñanza de los cálculos,” pp. 205–216, 2014.
- [51] O. Buenaventura, “Realidad Aumentada como Estrategia Didáctica en curso de Ciencias Naturales de estudiantes de Quinto de Primaria de la Institución Educativa Campo Valdés,” vol. 1, 2015.
- [52] G. Mercado, B. Isabel, O. Mayoral, and M. Claudia, “Estrategias didácticas basadas en el uso de tic aplicadas en la asignatura de física en educación media teaching strategies based on the use of ict applications in the course

- of physical in media education,” vol. 10, no. 1, pp. 17–28, 2012.
- [53] M. Barak, “Science Teacher Education in the Twenty-First Century: a Pedagogical Framework for Technology-Integrated Social Constructivism,” *Res. Sci. Educ.*, pp. 1–21, 2016.
- [54] C. P. Espinosa, “Realidad Aumentada Y Educación: Análisis De Experiencias Prácticas Augmented Reality and Education: Analysis of Practical Experiencies,” *Enero*, vol. 46, pp. 1133–8482, 2015.
- [55] C. Merino, S. Pino, E. Meyer, J. M. Garrido, and F. Gallardo, “Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química,” *Educ. Quim.*, vol. 26, no. 2, pp. 94–99, 2015.
- [56] J. Ponce, Z. Oronia, A. Silva, J. Muñoz, F. Ornelas, and F. Alvarez, “Incremento del Interés de Alumnos en Educación Básica en los Objetos de Aprendizaje Usando Realidad Aumentada en las Matemáticas,” *Conf. LACLO*, vol. 5, no. 1, p. 6, 2015.
- [57] E. García, J. Gil, and G. Rodríguez, “Metodología de la Investigación Cualitativa.” Malaga, España, 1999.
- [58] D. I. Sjøberg, *Guide to advanced empirical software engineering*, vol. 1. Alemania: Springer, 2008.
- [59] N. Mack, C. Woodsong, K. M. MacQueen, G. Guest, and E. Namey, *Qualitative Research Methods: A Data Collector’s Field Guide*. 2005.
- [60] AtlasTi, “ATLAS.ti: The Qualitative Data Analysis & Research Software.” [Online]. Available: <http://atlasti.com>. [Accessed: 16-May-2016].
- [61] J. Deacon, “Model-view-controller (mvc) architecture,” *Comput. Syst. Dev.*, no. Mvc, pp. 1–6, 2009.
- [62] T. Bernstam, I. Sukhar, J. Yu, and K. Lacker, “Parse,” 2011. [Online]. Available: <http://parse.com/>.
- [63] Kudan, “Kudan Augmented Reality,” 2011. [Online]. Available: <https://www.kudan.eu/>. [Accessed: 16-May-2016].