

VISUALIZACIÓN DE CUESTIONARIOS CREADOS EN PLATAFORMAS LMS
UTILIZANDO TECNOLOGÍAS INMERSIVAS

DAVID FELIPE VARGAS MEDINA

STEVEN STEEK VALDERRAMA PATIÑO

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN
BOGOTÁ
2020

VISUALIZACIÓN DE CUESTIONARIOS CREADOS EN PLATAFORMAS LMS
UTILIZANDO TECNOLOGÍAS INMERSIVAS

DAVID FELIPE VARGAS MEDINA

STEVEN STEEK VALDERRAMA PATIÑO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero de
sistemas y computación

Director

CÉSAR AUGUSTO RODRÍGUEZ SUÁREZ. PhD.

Asesora Metodológica

LIC. ROSALBA CRUZ

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

BOGOTÁ D.C. 2020

**VISUALIZACIÓN DE CUESTIONARIOS CREADOS EN PLATAFORMAS LMS
UTILIZANDO TECNOLOGÍAS INMERSIVAS**

CONTENIDO

Pág.

Contenido

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3. JUSTIFICACIÓN	5
1.4. OBJETIVOS	8
1.4.1. Objetivo general	8
1.4.2. Objetivos específicos	8
1.5. ALCANCE Y LIMITACIONES DEL PROYECTO	9
1.5.1. Alcance	9
1.5.2. Limitaciones	10
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	11
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	11
2.2. INCREMENTOS IMPLEMENTADOS EN EL PROYECTO	13
2.3. FASES DE LA METODOLOGÍA	14
2.3.1.	22
2.3.2.	23
2.3.3 Fase 3: construcción y adaptación de los componentes de ingeniería	16
2.3.4 Fase 4: evaluación e implantación	17
3. MARCO DE REFERENCIA	19
3.1. MARCO TEÓRICO	19
3.1.1. Tecnologías inmersivas	19
3.1.2. Moodle	25
3.2. ANTECEDENTES	27
3.2.1. Tecnologías inmersivas	27

3.2.2. LMS	30
3.3. MARCO LEGAL	32
4. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA	33
4.1. ANALISIS DEL NEGOCIO	34
4.1.1. Planteamiento de la problemática.	34
4.1.2. Definición de requerimientos de los objetos.	34
4.1.2.1. Requerimientos funcionales.	35
4.1.2.2. Requerimientos no funcionales.	35
4.1.3. Análisis de tecnologías de desarrollo.	36
4.1.4. Selección de tecnologías.	36
4.1.5. Solución propuesta.	36
4.2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS	37
4.2.1. Análisis técnico de herramientas.	37
4.2.2. Herramientas para desarrollo seleccionadas	39
4.2.3. Herramientas de soporte para el desarrollo	40
4.2.4. Diseño capa lógica de la aplicación	41
4.2.4.1. casos de uso	41
4.2.4.2. Diagrama de casos de uso	56
4.2.4.3. Diagrama de integración	57
4.2.4.4. Diagrama de arquitectura	58
4.2.4.5. Diagrama de actividades	59
4.2.4.6. Diagramas de flujo	60
4.2.5. Diseño capa visual de la aplicación	65
4.3. CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE COMPONENTES	67
4.3.1. Investigación pre desarrollo	67
4.3.2. Construcción de la aplicación	69
4.3.3. Pruebas	71
4.3.3.1. Lista de chequeo de prerrequisitos	72
4.3.3.2. Pruebas de aceptación de usuario	72
4.3.3.3. Pruebas de integración	74
4.3.3.4. Pruebas de caja negra	76

4.4. EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN	76
4.4.1. Taller de prueba	76
4.4.2. Evaluación de la aplicación	77
5. RESULTADOS	83
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
7. TRABAJO FUTURO	86
8. GLOSARIO	87
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
10. ANEXOS	95

LISTA DE TABLAS

Pág

Tabla 1. Fases de AODDEI, fases de ISBC y la metodología mixta final propuesta por Tovar (2017)	12
Tabla 2. Inicio de sesión	41
Tabla 3. Lectura de código QR.	43
Tabla 4. Despliegue de realidad aumentada	45
Tabla 5. Intentar cuestionario.	46
Tabla 6. Selección de respuestas.	48
Tabla 7. Cambio de pregunta.	50
Tabla 8. Marcar pregunta.	51
Tabla 9. Finalizar intento.	52
Tabla 10. Consultar resultados	54
Tabla 11. Lista de chequeo de prerrequisitos.	72
Tabla 12. Formato de aceptación de usuario.	73
Tabla 13. Formato de aceptación de usuario 2.	74

LISTA DE FIGURAS

Pág

Figura 1. Fases de la metodología	13
Figura 2. La interacción entre computadores, humanos y entorno.	21
Figura 3. HoloLens 2 de Microsoft	22
Figura 4. El espectro de la realidad mixta	23
Figura 5 Anuncio de Keystone View Company	29
Figura 6 Anuncio de Keystone View Company	29
Figura 7. Diagrama de casos de uso	56
Figura 8. Diagrama de integración	57
Figura 9. Diagrama de arquitectura de la aplicación.	58
Figura 10. Diagrama de actividades	59
Figura 11. Inicio de sesión	60
Figura 12. Lectura de código QR.	61
Figura 13. Despliegue de realidad aumentada	62
Figura 14. Intentar cuestionario	63
Figura 15. Finalizar intento	64
Figura 16. Inicio cuestionario, diseño preliminar.	65
Figura 17. Cuestionario, diseño preliminar.	65
Figura 18. Resumen y envió, diseño preliminar.	66
Figura 19. Pantalla de login	66
Figura 20. Pruebas de caja negra	76
Figura 21. Primera pregunta formato evaluación	77
Figura 22. Segunda pregunta formato evaluación	78
Figura 23. Tercera pregunta formato evaluación	78
Figura 24. Cuarta pregunta formato evaluación	79
Figura 25. Quinta pregunta formato evaluación	79
Figura 26. Sexta pregunta formato evaluación	80
Figura 27. Séptima pregunta formato evaluación	80
Figura 28. Octava pregunta formato evaluación	81
Figura 29. Novena pregunta formato evaluación	81
Figura 30. Décima pregunta formato evaluación	82
Figura 31. Décimo primera pregunta formato evaluación	82

RESUMEN

Hoy en día se han venido explorando nuevas formas de enseñar y aprender, y la tecnología cada vez se ve más involucrada con estos procesos de enseñanza y aprendizaje. Dentro de este contexto surgen los LMS (*Learning Management System*), funcionando como una herramienta de gestión para el aprendizaje generalmente de forma virtual; estos sistemas ayudan a resolver problemáticas en las cuales profesores y estudiantes no pueden reunirse para tener clases de forma presencial (esquema tradicional de enseñanza), además de brindar una amplia gama de funcionalidades para la evaluación del aprendizaje, así como ayudas para facilitar el mismo. Por otro lado, están tomando más fuerza las tecnologías inmersivas (realidad aumentada, realidad mixta, realidad virtual, entre otras.), que tienen un potencial para ser explotadas en diferentes campos del conocimiento humano, entre ellos el proceso de enseñanza y aprendizaje. Durante el desarrollo de este documento se describe cómo una tecnología inmersiva puede ser utilizada para representar cuestionarios. Los cuestionarios entendidos como una de las herramientas de evaluación existentes dentro de los LMS. Para ello, se planteó el desarrollo de una aplicación que permita visualizar y responder un cuestionario generado por un docente en una plataforma LMS por medio de una tecnología inmersiva. Finalmente, el desarrollo de esta aplicación se plantea haciendo uso de la metodología propuesta por Luis C. Tovar, José A. Bohórquez y Plinio Puello denominado el aprendizaje AODDEI (Análisis, Obtención, Diseño, Desarrollo, Evaluación, Implementación) y la ingeniería de software basada en componentes.

INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica y sociológica ha llevado a que la mayoría de las cosas no se hagan de la misma manera que hace unos cuantos años; la forma de trabajar, el entretenimiento, los viajes, la comunicación, la educación y muchos otros ámbitos se han visto afectados por el cambio tecnológico. Cabe resaltar que, la educación es uno de los puntos que menos ha cambiado en comparación con los demás elementos. Sin embargo, se han visto ciertas tecnologías involucrándose poco a poco en el proceso de enseñanza y aprendizaje, entre ellas encontramos los LMS o *Learning Management System* por sus siglas en inglés, y de forma más reciente las tecnologías inmersivas. Dichas tecnologías se han involucrado con la educación para solventar problemas que se suelen encontrar en las metodologías de aprendizaje tradicionales. Partiendo desde las actividades más académicas como la retención de los estudiantes en clase, la interactividad y la práctica, hasta problemas que van más allá, como la imposibilidad de asistir a una clase de forma presencial ya sea por problemas de transporte, dinero o restricciones legales.

Si bien gran parte de los problemas descritos se han venido solucionando con las herramientas tecnológicas actuales, principalmente con el uso de los LMS en el proceso de aprendizaje, se han dejado de lado la interactividad en clase y la práctica de los temas vistos. Para ello se propone involucrar los LMS con las tecnologías inmersivas brindando un nuevo nivel de interactividad entre profesores y estudiantes, permitiendo evaluar los temas planteados en cada clase; esta es una necesidad actual en las aulas ya que la gran mayoría de estudiantes no interactúan por diferentes razones, comportamiento que no le permite al docente desarrollar estrategias de mejora cuando estos no apropian un tema. Este documento se centra en la visualización de un cuestionario desarrollado previamente en una plataforma LMS mediante una tecnología inmersiva. En busca de implementar la visualización y resolución de un cuestionario generado por un LMS en una tecnología inmersiva. Se utilizó la metodología de desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje AODDEI (Análisis, Obtención, Diseño, Desarrollo, Evaluación,

Implementación) y la ingeniería de software basada en componentes propuesta por Luis C. Tovar, José A. Bohórquez y Plinio Puello en su artículo “PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE BASADOS EN REALIDAD AUMENTADA”. Al hacer uso de esta metodología combinada, se posibilita el desarrollo de manera adecuada de objetos virtuales en realidad aumentada. El desarrollo de la aplicación se limitó a la visualización y respuesta de un cuestionario generado en un LMS en una tecnología inmersiva como lo es la realidad aumentada. Este documento está estructurado de la siguiente manera: el capítulo 1 muestra una descripción del problema a resolver, así como la formulación y justificación de este para posteriormente presentar los objetivos del proyecto, su alcance y sus limitaciones. El capítulo 2 presenta un marco teórico para contextualizar al lector, así como los antecedentes y referentes de las diferentes tecnologías utilizadas, además del marco legal en el que se muestran las restricciones inherentes al problema o al desarrollo de la aplicación. El capítulo 3 describe la metodología a utilizar, además de mostrar al lector cómo se aplicó en el desarrollo del proyecto. El capítulo 4 describe cómo se aplicó la metodología de desarrollo, las actividades y los resultados obtenidos durante sus diferentes etapas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El proceso efectivo del aprendizaje está basado en la participación e interacción entre profesores y estudiantes. Sin embargo, se ha establecido que, sin importar los mecanismos utilizados por los profesores, una gran mayoría de estudiantes se niega a participar activamente en el aula de clase, lo cual afecta el proceso de aprendizaje, además de su rendimiento académico, lo que a largo plazo conlleva a la deserción estudiantil en instituciones de educación superior sin importar la modalidad (presencial o distancia) (Abdullah, y otros, 2012). De acuerdo con la UNESCO, Colombia se encuentra dentro de los márgenes de deserción en Latinoamérica en programas de educación; alrededor de 5 estudiantes de cada 10 no culminan sus estudios por diferentes razones, siendo la reprobación una de las más importantes. De otra parte, estudios realizados en Estados Unidos, Inglaterra y Australia han determinado que uno de los factores principales junto con la ausencia de participación es la falta de motivación en los alumnos, lo que implica que los índices mencionados no se reduzcan.

Con base en lo anterior, es necesario un desarrollo tecnológico que permita la interacción entre los alumnos y los temas dictados en el aula clase, mediante la visualización de cuestionarios en dispositivos de inmersión como el teléfono móvil y/o lentes de realidad mixta. El propósito de esta tecnología es mejorar la participación de los estudiantes en las aulas de clase para que los profesores puedan obtener retroalimentación ágil del proceso de aprendizaje de los alumnos en una sesión en particular. Sin embargo, es importante aclarar que este trabajo tiene como finalidad el desarrollo de la tecnología mencionada, pero por ser parte de un proyecto macro, no se centrará en hacer análisis de efectividad de participación de los estudiantes en el aula ni de ningún tipo de estudio sobre la deserción.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo visualizar y dar respuesta a un cuestionario generado en un LMS haciendo uso de una tecnología inmersiva, como estrategia para aumentar la participación de estudiantes en clase, planteado en el proyecto denominado: “Asistente tecnológico para el mejoramiento de los procesos de enseñanza en programas de educación a distancia, utilizando gafas de realidad mixta”?

1.3. JUSTIFICACIÓN

(LACSER (*Laboratory for Advanced Computational Science and Engineering Research*) es un grupo de investigación con categoría C ante COLCIENCIAS, el cual pertenece a la Facultad de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Antonio Nariño. El objetivo fundamental del grupo de investigación es la formación de recurso humano con la capacidad para apropiar, generar y transferir nuevas tecnologías para la solución de problemas complejos en las diferentes ramas de la ciencia y la ingeniería (Universidad Antonio Nariño, 2020). Los docentes investigadores de la Facultad adscritos a LACSER, formulan proyectos de investigación que son presentados a diferentes convocatorias tanto internas como externas. En el año 2019, el comité UDCI de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Antonio Nariño aceptó un proyecto para presentar a la convocatoria interna 2019 para Proyectos de Ciencia, Tecnología, Innovación y Creación Artística denominado “ASISTENTE TECNOLÓGICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA EN PROGRAMAS DE EDUCACIÓN A DISTANCIA, UTILIZANDO GAFAS DE REALIDAD MIXTA”. El proyecto fue aprobado por la Vicerrectoría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la UAN para ser ejecutado entre los años 2019 a 2021 con un monto superior a los doscientos millones de pesos colombianos (\$200.000.000). En el proyecto se encuentran trabajando junto con la UAN diferentes Universidades de Suramérica tales como la Universidad Mackenzie (Brasil), la Universidad de Comahue (Argentina), la Universidad de Valparaíso (Chile) y la Fundación Universitaria del Área Andina (Colombia).

Dentro de los objetivos primordiales del proyecto se ha planteado la visualización de cuestionarios creados por el profesor en una plataforma de tipo LMS a través de un dispositivo de tecnología inmersiva (gafas de realidad mixta y/o teléfono móvil). Esta visualización de los cuestionarios es de suma importancia para el proyecto ya que, a través de este, el docente podrá establecer estrategias de educación, mediante el análisis de los resultados individuales y grupales de los cuestionarios desarrollados durante la clase (Rodríguez, 2019). El proyecto mencionado se basa en que una de las ramas que menos ha aprovechado el avance tecnológico es la educación, que poco a poco se ha quedado estancada en las metodologías tradicionales.

En el NMC *Horizon Report 2017 Higher Education Edition* se indica que es importante que en los próximos años se incorporen tecnologías como la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual para combatir los esquemas tradicionales de enseñanza que están llevando a la deserción; la combinación de estas dos tecnologías de acuerdo con algunos estándares técnicos da origen a la Realidad Mixta. En general, la Realidad Mixta o *Mixed Reality* en inglés es un concepto independiente que combina las mejores cualidades de la Realidad Aumentada y La Realidad Virtual en la que los objetos físicos y digitales pueden coexistir e interactuar entre ellos en tiempo real (Rodríguez, 2019).

Con el propósito de potenciar los procesos de aprendizaje la *West Coast University* junto a Microsoft comenzaron a trabajar en el año 2018, para involucrar a los estudiantes en el mundo de la realidad aumentada. El director de información de la WCU (*West Coast University*) Segar Annamalai, propone que la razón principal para presentar esta tecnología a los estudiantes es mejorar las oportunidades de aprendizaje al brindar una experiencia única a los “*visual learners*” (Annamalai, 2019), es decir a aquellas personas que aprenden a través de la vista.

Como resultado de esta alianza, durante los diferentes estudios realizados con la tecnología, más de 400 estudiantes terminaron de forma exitosa un curso de anatomía hasta el último tema, y posteriormente se hizo una medición de los resultados de 150 de

estos estudiantes. En primera medida se obtuvo un 20% de disminución en el porcentaje de pérdida del curso y, también se evidenció que, los estudiantes tuvieron una mejora significativa en sus notas al hacer uso de la realidad aumentada; además de esto, los estudiantes reportaron que la tecnología usada fue de gran ayuda para su aprendizaje; de hecho el 92% de los mismos indicaron que la realidad aumentada les ayudó a completar los objetivos del curso y el 95% indicó que su experiencia de aprendizaje fue mejorada (Annamalai, West Coast University, 2019). Teniendo en cuenta los resultados de los estudiantes de anatomía de la WCU, la retención de conocimientos se ve altamente influenciada por las tecnologías inmersivas, por lo cual es de esperar que en el aprendizaje general puede llegar a mejorar en gran medida el interés y la experiencia de este para estudiantes de todas las áreas.

De acuerdo con lo anterior y una vez desarrollado todo el proyecto macro, la visualización de cuestionarios creados en plataformas LMS utilizando Tecnologías Inmersivas, contribuirá al progreso académico de los estudiantes, pues esta herramienta le permitirá contestar cuestionarios durante las sesiones de clase, para que los profesores reciban retroalimentación y puedan así desarrollar estrategias de formación que ayuden a mejorar el entendimiento de los temas desarrollados en clase.

Desde el punto de vista profesional es importante resaltar el aporte a las metodologías de aprendizaje para que estas introduzcan procesos de una forma interesante tanto para estudiantes como educadores, utilizando tecnologías inmersivas que permitan crear experiencias de aprendizaje diferentes a las actuales y que así ayuden a retener la atención e incrementar los índices de participación.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Construir una herramienta para la visualización y respuesta de un cuestionario generado en un LMS haciendo uso de una tecnología inmersiva como estrategia para aumentar la participación de estudiantes en las aulas de clase planteada en el proyecto de investigación “asistente tecnológico para el mejoramiento de los procesos de enseñanza en programas de educación a distancia, utilizando gafas de realidad mixta”.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar las tecnologías inmersivas existentes, con el propósito de seleccionar la más adecuada para el proyecto mediante una revisión de literatura relevante.
- Determinar el diseño de la capa lógica y visual requerido para el desarrollo de la aplicación, basado en el análisis de la arquitectura de los dispositivos que generan la inmersión del contenido.
- Establecer un mecanismo de conexión entre el LMS y el emulador de la tecnología inmersiva con el propósito de mostrar el cuestionario al usuario.
- Identificar un mecanismo de activación automático que despliegue el cuestionario basado en los campos únicos de las tablas de almacenamiento de las preguntas en la plataforma *Learning Management System* (LMS).
- Desarrollar la capa de información visual para el ambiente de respuesta del cuestionario obtenidas desde la plataforma *Learning Management System* (LMS)

1.5. ALCANCE Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

1.5.1. Alcance

- El alcance del presente proyecto consiste en desarrollar una aplicación que permita, mediante realidad mixta o aumentada, visualizar al menos una evaluación creada por el docente en alguna plataforma LMS (*Learning Management System*). Cabe resaltar que para la visualización del cuestionario en realidad mixta o aumentada podrá realizarse el desarrollo o las pruebas en un dispositivo móvil con sistema operativo Android, en unas gafas de realidad mixta o en emulador de la tecnología.
- Con respecto al LMS a usar, inicialmente se propone el uso de Moodle, pero esto dependerá del análisis de este y otros LMS disponibles. Este análisis debe basarse en la compatibilidad de los LMS con las tecnologías inmersivas propuestas.
- Como alcance del desarrollo, cabe resaltar que el usuario podrá visualizar, interactuar y responder cuestionarios previamente desarrollados en la plataforma LMS haciendo uso de la realidad mixta o la realidad aumentada, a través de gestos realizados con sus manos, o mediante la interacción directa en el dispositivo móvil con sistema operativo Android, o emulador de la tecnología.
- Para el desarrollo técnico del proyecto se han contemplado herramientas como Visual Studio 2019, el cual es un entorno de desarrollo integrado (IDE) completo para Windows con compatibilidad actual con Unity (Corporation, 2019). Para el desarrollo de algunos elementos se utilizará Unity, que es una plataforma para diferentes sistemas operativos que incluye una amplia gama de herramientas, paquetes y recursos que permiten crear App en realidad virtual, aumentada o mixta (Unity, 2020).

1.5.2. Limitaciones

- Debido a las políticas de Microsoft para la distribución de los *Hololens* en Latinoamérica, es altamente probable que el desarrollo sea realizado para y a través de un emulador de la tecnología.
- Como activador de la tecnología se utilizará un código QR generado a partir de los datos del cuestionario. En este trabajo se asume que el código QR ya existe con la información; es del alcance de otro proyecto la generación automática desde la plataforma Moodle.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

El presente trabajo se desarrolló bajo la metodología propuesta por Luis C. Tovar, José A. Bohórquez y Plinio Puello en su artículo “PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE BASADOS EN REALIDAD AUMENTADA”. Esta metodología está conformada por la metodología de desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje AODDEI (Análisis, Obtención, Diseño, Desarrollo, Evaluación, Implementación) y la ingeniería de software basada en componentes (Tovar, 2017). La principal razón para elegir esta metodología es que está orientada a la creación de objetos virtuales para el aprendizaje en realidad aumentada, lo que permite la generación de diversos artefactos de utilidad durante el desarrollo del proyecto.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

De estas dos metodologías se extrajeron las características más importantes y que más se adaptan a la construcción de estos objetos. De AODDEI se tomaron 5 fases: de la primera fase se hace énfasis en el análisis, la obtención y la digitalización del objeto, debido a que se asientan las bases y los contenidos del objeto. De la segunda fase se hizo uso del paso que se refiere a la estructura del objeto para crear un diseño de este. De la tercera fase solo se hizo uso del paso correspondiente al armado del objeto, donde se hace el ensamble de todos los componentes generados en las fases anteriores. De la cuarta fase se eligió solo usar el paso en el cual se evalúa el objeto con respecto a la pertinencia de este. Finalmente, en la quinta fase, se realizó la implantación del objeto. Para el presente trabajo, se efectuó la implantación del código QR directamente en la plataforma para su posterior uso (Tovar, 2017).

De la Ingeniería de Software Basada en Componentes (ISBC) se utilizaron 5 fases: comunicación con el cliente, planificación, análisis de riesgos, construcción y adaptación

de los componentes de ingeniería y evaluación del cliente de las cuales aparece el resumen en la tabla 1 (Tovar, 2017).

Tabla 1. Fases de AODDEI, fases de ISBC y la metodología mixta final propuesta por Tovar (2017)

AODDEI	ISBC	MIXTA
1. Análisis y obtención.	Comunicación con el cliente.	Análisis del negocio.
2. Diseño.	Planificación y Análisis de riesgos.	Diseño e identificación de herramientas.
3. Desarrollo.	Construcción y adaptación de los componentes de ingeniería.	Construcción y adaptación de los componentes.
4. Evaluación. 5. Implantación.	Evaluación del usuario.	Evaluación e implantación.

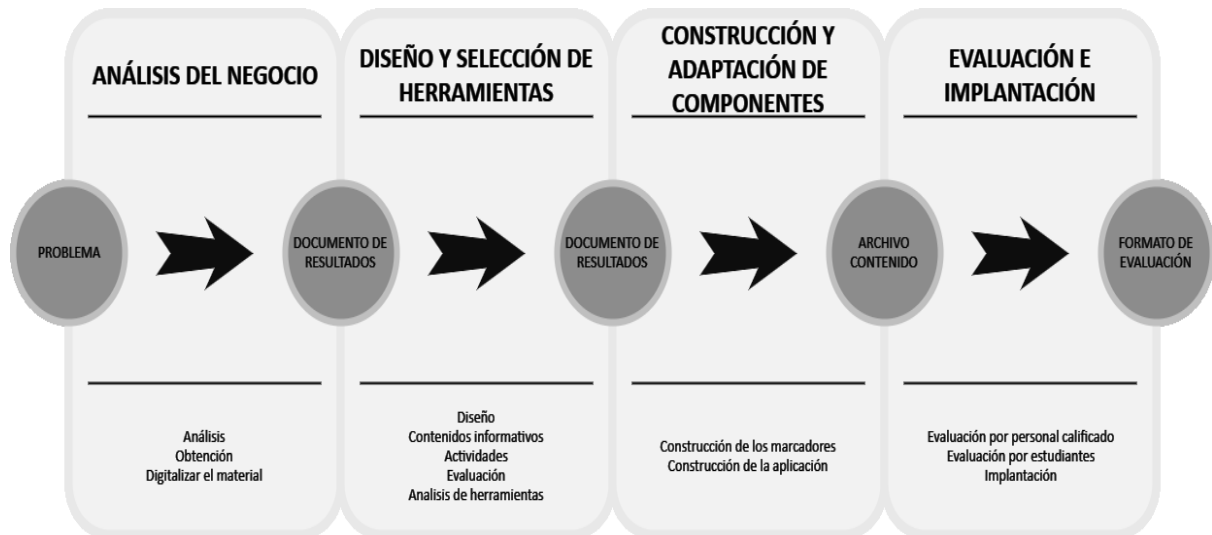
Fuente: elaboración propia

2.2. INCREMENTOS IMPLEMENTADOS EN EL PROYECTO

La aplicación de esta metodología consistió en la integración de la metodología de desarrollo de objetos virtual de aprendizaje y la ingeniería de software basada en componentes, de tal manera que cada producto generado en cada fase, fuera parte fundamental de la siguiente fase, para de esta forma lograr la creación de un producto final completo y correspondiente a las necesidades del proyecto.

En la figura No. 1 se ilustra la aplicación que se dio a la metodología dentro del proyecto con los respectivos entregables por cada fase.

Figura 1. Fases de la metodología



Fuente: elaboración propia.

2.3. FASES DE LA METODOLOGÍA

2.3.1. Fase 1: análisis del negocio

En esta fase el director del proyecto junto con el equipo multidisciplinario, diseñador y desarrollador, conformado por los estudiantes se reunieron en diferentes ocasiones y definieron los siguientes aspectos concernientes a los objetos.

- **Análisis:** se analizó la problemática a solucionar con el desarrollo de los objetos, y el público al que está dirigido el proyecto. También se estudió la solución a proponer para dicha problemática y las características básicas para los objetos que se desarrollaron.
- **Obtención:** se realizó un análisis de los requerimientos funcionales y no funcionales de los objetos basados en la manera como el director del proyecto lo requirió. Se generó un inventario de los modelos 3D a desarrollar, los cuales son parte fundamental de los elementos multimedia inmersos en los objetos.
- **Digitalizar el material:** se generaron los materiales multimedia y los modelos 3D, que construyeron las bases del objeto.

❖ **Entregables**

Se realizó un documento donde se registraron los resultados del análisis desde el diseño hasta la obtención del material del objeto. (Anexo A)

2.3.2 Fase 2: diseño y selección de herramientas

Se estableció la relación entre los objetivos, los contenidos informativos, las actividades y la evaluación, como parte del diseño en la estructura de los objetos. A continuación, se presenta su secuencia:

- **Diseño:** se realizó la organización del contenido inmerso en los objetos, teniendo presente que el objetivo es un proceso asociado al conocimiento como lo indica la metodología.
- **Contenidos informativos:** en esta parte se indica la manera como se presentó la información, la navegabilidad y su organización.
- **Actividades:** se presentan las actividades que se realizaron con el uso de los objetos, con el fin de apoyar la apropiación de los conceptos presentados.
- **Evaluación:** esta parte se realizó con el propósito de medir el nivel de apropiación de los conceptos expuestos en los objetos.
- **Análisis de herramientas:** se establecieron prioridades dentro de las características de las herramientas, las cuales fueron vitales para el desarrollo de los objetos, con el fin de llegar a la herramienta que mejor se adapte a las necesidades.

❖ Entregables

- Como entregable para esta fase se encuentra un documento donde se registraron los resultados del análisis de la relación entre los objetos y su contenido educativo con el diseño obtenido en la fase anterior. (Anexo B)

2.3.3 Fase 3: construcción y adaptación de los componentes de ingeniería

En esta fase se realizaron los marcadores de realidad aumentada correspondiente a cada objeto. Además, se llevó a cabo el desarrollo de la aplicación que corresponde a la formación de los objetos como tal, utilizando cada uno de los elementos generados en las fases anteriores como los modelos 3D, contenidos teóricos, contenidos evaluativos, audios y marcadores.

- Construcción de los marcadores: en esta instancia se realizaron los marcadores de realidad aumentada que serán útiles para cada objeto. Se tuvo que tener en cuenta características importantes que garantizaron el diseño apropiado de los marcadores como la cantidad de vértices, colores, contrastes, entre otros.
- Construcción de la aplicación: esta es una de las partes más importantes en el desarrollo de los objetos ya que aquí se hizo uso de los componentes seleccionados en fases previas para integrar todos los elementos constitutivos de los objetos, tales como los modelos 3D, archivos multimedia, contenidos informativos, actividades y evaluación.

❖ Entregables

El producto alcanzado en esta fase es un archivo que contenga el contenido correspondiente del objeto, a partir de lo obtenido en las fases anteriores.

2.3.4 Fase 4: evaluación e implantación

En esta fase se realizó el proceso de evaluación a los objetos. Primero, bajo la supervisión del director del proyecto, tomando como base los requerimientos funcionales y no funcionales. Luego por el público al cual van dirigidos los objetos, en esta instancia se pueden aplicar encuestas, actas u otras actividades que sirvan como evidencia del proceso, para este caso se hizo uso de una encuesta (Anexo C).

- Evaluación por personal calificado: en esta instancia se colocaron los objetos a disposición del director del proyecto para comprobar que cumplieran con las características deseadas. Se tiene en cuenta el cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales.
- Evaluaciones de estudiantes: en este paso es importante que los objetos ya fueron avalados por el director del proyecto, luego fueron evaluados por los estudiantes haciendo uso de ellos, verificando su utilidad en el proceso de aprendizaje e indicando posibles mejoras de acuerdo con la necesidad.
- Implantación: en esta fase se realiza el proceso de publicación para que los usuarios tengan acceso a los contenidos de los objetos, por lo cual se deben integrar los objetos a un sistema de gestión de aprendizaje que facilite su acceso, como Moodle u otra plataforma con este fin.

❖ Entregables

Finalmente se realizó una lista de verificación o formato de evaluación (Anexo C), donde se realizaron las respectivas observaciones mencionadas en la descripción de la fase.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. MARCO TEÓRICO

3.1.1. Tecnologías inmersivas

Las tecnologías inmersivas son aquellas que buscan de alguna manera mezclar la realidad física con el mundo digital en una experiencia usualmente audiovisual. Generalmente cuando se habla de este término, las personas hacen referencia a la realidad aumentada y/o virtual. Sin embargo, estas no definen las tecnologías inmersivas si no que hacen parte de ellas; de manera sencilla es posible describir las tecnologías inmersivas como aquellas que son capaces de presentar contenido digital al usuario a través de un dispositivo, de tal forma que este contenido se mezcle o superponga al real (Alex Book, agosto 2019). Algunas definiciones mucho más técnicas indican que las tecnologías inmersivas son aquellos sistemas de software y hardware que permiten a un usuario adquirir más información de un entorno físico del que este puede brindar de forma normal (CyberPulse, 2018).

Últimamente, las tecnologías inmersivas se han fortalecido en gran medida en el mundo de los videojuegos, en el que se suelen llevar de la mano con otras tecnologías para crear las mejores experiencias de usuario posible. Una de ellas es la tecnología Háptica, la cual proporciona un mecanismo que busca recrear el sentido del tacto. Esto se consigue a través de la combinación de vibraciones, fuerzas y movimientos sobre el usuario; esta tecnología se popularizó desde su inclusión en el Wiimote de Nintendo Wii y el Xbox Kinect los cuales son mandos para videojuegos (Bree, 2019).

La realidad mixta hace parte del grupo de tecnologías inmersivas, dentro de las que se incluyen: la realidad aumentada, la realidad virtual y la realidad mixta. Estas tres tecnologías se diferencian en que, mientras la realidad aumentada superpone una capa

de contenido en el entorno físico, por su parte la realidad virtual reemplaza el entorno completo con una capa de contenido y por último la realidad mixta forma una capa de contenido dentro del entorno físico existente. (CyberPulse, 2018).

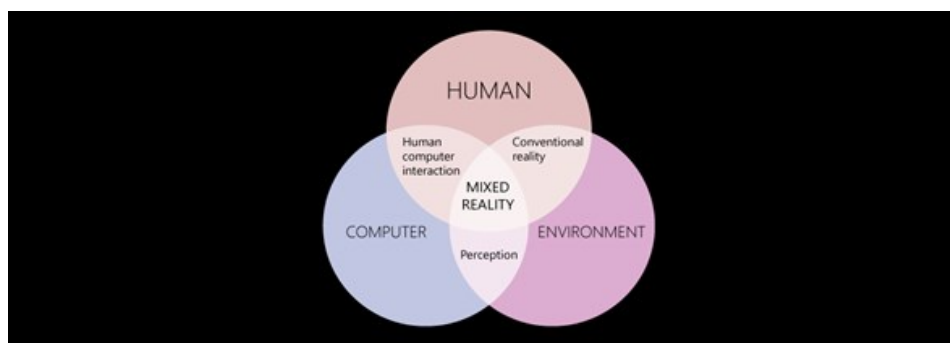
Entre las aplicaciones actuales de las tecnologías inmersivas es posible encontrar la tele inmersión que es un método de comunicación que mezcla la realidad virtual con la videoconferencia, esto con el propósito de recrear la interacción de personas naturales que se encuentran a distancia (cinedito, 2019). Tanto la holografía como la tele inmersión y la tecnología Háptica, tienen la capacidad de funcionar como soporte para las tecnologías inmersivas proporcionando a estas herramientas mediante las cuales se puede crear la experiencia de usuario más fiel a “la realidad” que se busca representar.

En contraste a las tecnologías inmersivas, en concreto a la realidad aumentada, que busca agregar una capa de contenido al entorno físico, es posible encontrar la realidad disminuida, que es aquella que busca eliminar información u objetos de la realidad en tiempo real. Actualmente esta tecnología se usa haciendo un previo escaneo del entorno (Vegas, 2019).

El desarrollo del proyecto por su parte se centra en la realidad aumentada (sin descartar la realidad mixta), la cual es el resultado de la mezcla entre el mundo físico y el mundo virtual; esto es posible debido a los diferentes avances en las tecnologías computacionales tanto de hardware como de software. Al entender que es la realidad mixta, podemos hablar de cómo es posible y qué recursos son necesarios para el funcionamiento de esta; para ello hay tener en cuenta que una de las bases principales de la realidad mixta, así como de gran parte de los sistemas computacionales actuales es la HCI (*Human Computer Interaction*), la cual es aquella relación que existe entre un humano y un computador. Esta interacción se da de diferentes maneras, ya sea a través de teclados, ratones, voz, video, dispositivos *touch* o incluso dispositivos de seguimiento. En la realidad mixta la HCI ha alcanzado un nuevo nivel, gracias a los diferentes avances tecnológicos que permiten llevar esta interacción un paso adelante; esto debido a la

existencia de aplicaciones que permiten la captura de la posición de una persona en el mundo real como por ejemplo el *head tracking*, o aplicaciones que facilitan la percepción a la computadora del ambiente como puede ser el mapeo espacial (Bray, 2018). En la Figura No. 2 se ejemplifican los componentes que intervienen en la realidad mixta de forma general.

Figura 2. La interacción entre computadores, humanos y entorno.



Fuente: (Microsoft, 2018)

En la realidad mixta y la realidad aumentada la interacción del computador con el humano y el entorno, generalmente se da mediante un HMD, (*Head Mounted Display*), que es una pantalla de computadora montada en la cabeza del usuario; gran parte de estos dispositivos están contruidos en un casco y/o gafas, o en su defecto a través de un dispositivo móvil. La construcción de estos se dio para garantizar que el monitor permanezca frente a los ojos del usuario, sin importar la dirección en que mire (Strickland, 2007).

La figura No. 3 ejemplifica un HMD, en este caso los HoloLens 2 de Microsoft.

Figura 3. HoloLens 2 de Microsoft



Fuente: (Microsoft, 2018).

Gracias a los HMD (*Head Mounted Display*) actuales es posible el head tracking, que es una aplicación de software la cual se encarga de monitorear y seguir los movimientos de la cabeza de un usuario, su posición y orientación. Habitualmente se usa de la mano con *face & eye tracking* con el objetivo de mejorar la experiencia en la HCI (*Human Computer Interaction*) (Rouse, 2017). El *face* y *eye tracking* siguen el mismo concepto que el *head tracking*, pero en estos casos aplicados a la cara y el ojo del usuario respectivamente.

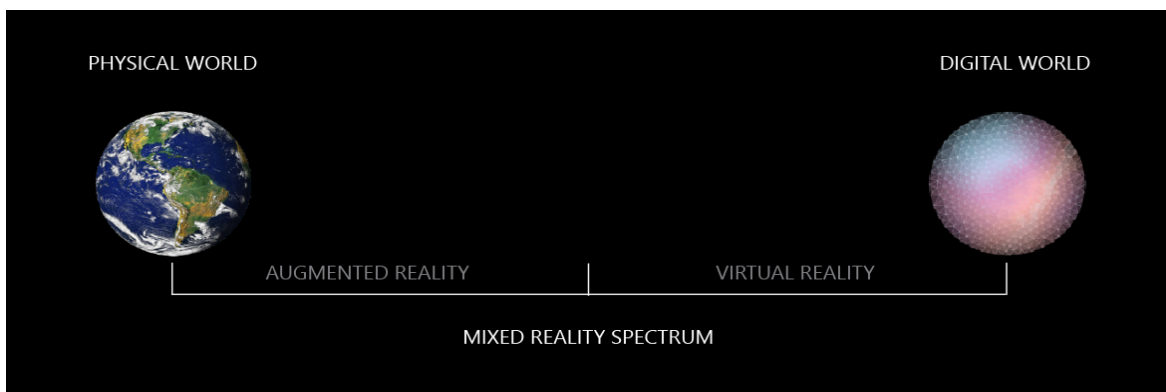
Por otra parte, como complemento de la experiencia de usuario y la HCI, se introducen los hologramas (representaciones tridimensionales de imágenes), es decir como las fotografías son el resultado bidimensional del proceso fotográfico, los hologramas son el resultado tridimensional del proceso holográfico, que se consigue mediante la “toma de una fotografía” con una láser. (Workman, 2013). Haciendo uso de esta tecnología se representan objetos virtuales superpuestos en el mundo real.

De forma deseable las tecnologías inmersivas y la holografía pueden trabajar de la mano para crear experiencias más cercanas a la realidad, ya que mediante el uso de la holografía y las tecnologías inmersivas se posibilita la creación de capas de contenido tridimensional que se funden con la realidad de manera más eficaz y creíble (Serra Toledo, Vega Cruz, Ferrat Zaldo, Lunazzi, & Magalhaes, 2009).

De otra parte, el mapeo espacial, hace referencia a la habilidad para recrear un mapa tridimensional del entorno, la importancia de este radica en que permite a un dispositivo entender e interactuar con el mundo físico, permitiendo entre otras cosas una fusión realista del mundo virtual con el real (Stereolabs, 2020).

Finalmente, existen ciertos conceptos que conciernen a la demografía de los diferentes tipos de realidad mixta, uno de ellos es el espectro de realidad mixta que es explicado por *Microsoft* de la siguiente manera: “*Ya que la realidad mixta combina ambos el mundo físico y el digital, estas dos realidades definen los extremos de un espectro conocido como el espectro de virtualidad continúa. Por simplicidad, nos referimos a este como el espectro de realidad mixta. En la parte izquierda de la figura No. 4 tenemos la realidad física en la cual nosotros, humanos, existimos; En la parte derecha tenemos lo que corresponde la realidad digital*” (Bray B., 2018).

Figura 4. El espectro de la realidad mixta



Fuente: (Bray B, 2018).

Existen dos tipos principales de dispositivos en el espectro de la realidad mixta:

- Dispositivos Holográficos.
- Dispositivos inmersivos

Bajo este prisma es más sencillo pensar en qué tipo de experiencia se quiere crear con el desarrollo de una aplicación o un videojuego, ya que en general dicha experiencia apunta a un punto específico del espectro. Existen tres puntos principales del espectro, los cuales son:

- Hacia la izquierda
- En el centro
- Hacia la derecha

El primero, es aquel en el cual la experiencia se centra más hacia el mundo físico, es identificable ya que los usuarios nunca llegan a creer que han dejado el entorno real en la experiencia; el segundo, es aquel donde el mundo real se combina con el mundo digital, generando “estructuras” digitales en el mundo real; para el último caso, los usuarios experimentan un entorno completamente virtual, y les es imposible conocer lo que ocurre en el mundo físico alrededor de ellos (Bray B.2018).

Sea cual sea el tipo de experiencia que se elija se puede emular, una emulación es el uso de una aplicación para imitar el comportamiento o funcionamiento de otro programa o dispositivo, esta aplicación es conocida como emulador (Rouse, WhatIs.com, 2018)

Por último, la tecnología que se ha descrito se usó para la visualización de un cuestionario en una plataforma LMS, que es una plataforma mediante la cual se despliega y se hace seguimiento de iniciativas de aprendizaje online (Pappas, 2017). El plan de acción es que

el cuestionario generado en el LMS, pueda ser visualizado y diligenciado haciendo uso de la realidad aumentada.

En la actualidad los LMS son herramientas con la capacidad de permitir al docente un seguimiento personalizado mucho más efectivo frente a sus estudiantes y las temáticas que se abordan en las diferentes clases, esto se debe a que los LMS poseen diferentes características como la capacidad de introducir videos, libros, cuestionarios y foros para garantizar un entorno de aprendizaje dinámico. Existen diferentes plataformas LMS como Moodle, Canvas o Edmodo, las cuales ofrecen dichas características. Un punto a favor de estas plataformas es que permite tanto a estudiantes como docentes mantener un seguimiento claro de las temáticas a través de históricos, y también permiten revisar los diferentes temas de clase en el momento y lugar que lo deseen; esto lleva a que se mantenga de manera homogénea los conceptos vistos en las diferentes clases para estudiantes y profesores (Tobar, 2017).

El hacer uso de una tecnología inmersiva para visualizar y diligenciar un cuestionario nace de la capacidad para explotar la interactividad dinámica que ofrecen las plataformas y llevarla a un nivel superior mediante la inmersión que puede ofrecer, ya sea la realidad mixta o la realidad aumentada.

3.1.2. Moodle

Para el desarrollo del proyecto se planteó el uso de Moodle como LMS del cual serán obtenidos los cuestionarios. Moodle es definida como una plataforma de aprendizaje con el objetivo de facilitar el proceso educativo para profesores, administradores y estudiantes. La construcción del mismo se dio por el proyecto Moodle, dirigido por el Cuartel General Moodle como una herramienta open Source, y financiado por una red internacional de cerca de 80 compañías de servicio conocidas como *Moodle Partners* (Moodle, agosto 2020).

Como plataforma de aprendizaje Moodle tiene la confianza de diversas instituciones y organizaciones, entre las cuales se encuentran la Universidad Estatal de Nueva York, Microsoft, la escuela Londinense de Economía entre muchas otras. Dicho respaldo ha hecho a Moodle una herramienta altamente conocida, que para agosto de 2020 contaba con más de 200 millones de usuarios tanto académicos como empresariales (Moodle, agosto 2020).

La facilidad de uso e instalación de la herramienta y sus diversas y útiles características pensadas para ofrecer la mejor experiencia tanto a educadores, administradores y estudiantes, convierten a Moodle en el LMS más utilizado del mundo. Algunas de las características principales de la plataforma y por las cuales fue seleccionada para el desarrollo de este proyecto son sus cuestionarios y la oferta de *Web services* de la misma.

Los cuestionarios de Moodle cuentan con diversas características y una alta personalización que permite a los educadores configurar desde diferentes tipos de preguntas, tiempos de resolución, intentos permitidos para resolver las preguntas, y retroalimentación de respuestas hasta la estructura del cuestionario (Moodle, diciembre 2016).

Por una parte, entre los tipos de preguntas que permite formular Moodle se encuentra: selección múltiple, numéricas, selección de palabras perdidas, verdadero o falso entre otras. Finalmente, los métodos de calificación varían de acuerdo a los intentos permitidos por el docente para resolver un cuestionario y van desde promedio de calificación hasta mejor calificación; además, Moodle permite la generación de reportes de calificaciones, mediante un libro de calificaciones que muestra todas las calificaciones desde una rejilla para el curso completo (Moodle, marzo 2018).

3.2. ANTECEDENTES

3.2.1. Tecnologías inmersivas

Los comienzos de las tecnologías inmersivas se remontan a los años 30 con la ciencia ficción, esto cuando en 1935 en una historia llamada “*Pygmatión’s Spectacles*” los personajes usaban lentes para experimentar una historia, más adelante se puede ver reflejados diferentes aproximaciones a estas tecnologías, a través de series clásicas de televisión y películas como Tron de 1982 que transporta a un programador dentro de una computadora (Mouyal, 2018).

Sin embargo, fue en 1965 que se dio la primera aproximación científica al término de realidad virtual, descrito por el profesor Ivan Sutherland, donde se refiere a la misma como “la tecnología de punta” que permite al usuario interactuar con un mundo virtual el cual provee a este retroalimentación audiovisual y táctil y le permite interactuar con objetos virtuales. Aun así, los primeros intentos de crear un dispositivo basado en una tecnología inmersiva se dieron basándose en la fotografía y en el cine; esto con el telescopio creado por Charles Wheatstone en 1938, con el cual un usuario era capaz de percibir un objeto tridimensional haciendo que cada ojo observase una imagen diferente bidimensional. Hoy en día esta tecnología sigue siendo relevante para dispositivos y aplicaciones de realidad aumentada como *Google Cardboard*, que es un HMD construido con cartón para montar un teléfono inteligente y obtener una experiencia de realidad virtual (Mouyal, 2018).

A finales de los años 50 Morton Heiling desarrolló Sensorama, que es una experiencia que permite al usuario adentrarse de forma completa en una corta película. Sin embargo, no fue hasta finales de los 60 que se pudo integrar dispositivos electrónicos con entornos de realidad virtual. En 1968 Ivan Sutherland junto a su estudiante Bob Sproull desarrollaron la “Espada de Damocles”; este dispositivo es considerado el primer HMD

“*Head Mounted Display*”, con el cual era posible hacer un seguimiento de los movimientos de los ojos y cabeza del usuario. Desde ese momento, el gobierno de los Estados Unidos junto a varias de sus entidades gubernamentales se ha interesado en el desarrollo de tecnologías de realidad virtual de forma general para el uso en simulaciones (Mouyal, 2018).

A mitad de los años 80 el ingeniero Thomas Furness desarrolló un casco para pilotos militares, a través del cual les era posible observar estadísticas en tiempo real; tiempo después en 1992 Louis Rosenberg desarrolló la “plataforma de dispositivos virtuales” que provee realidad inmersiva en tres dimensiones (Mouyal, 2018).

La tecnología Háptica comienza a hacer su aparición cuando la NASA se interesó en el uso de telerobótica en la cual un brazo maestro controlaba un mando remoto “brazo esclavo”, con el propósito de operar un vehículo espacial o manipular material radiactivo (Mouyal, 2018).

Si bien se ha descrito los orígenes de forma general de las tecnologías inmersivas, no es hasta que comienzan a desarrollar aplicaciones de forma comercial, haciendo uso de estas que cobran popularidad en diferentes ámbitos, como por ejemplo el de los videojuegos. A finales de los 90 Nintendo desarrolla el *Virtual Boy* y aunque el dispositivo fracasó comercialmente, fue uno de los primeros en llevar la realidad virtual de manera arcaica a los videojuegos. Tiempo después en el nuevo milenio se ve la evolución de los HMD's con los Oculus y los steamVR entre otros, en donde se ofrece una experiencia de usuario mucho más pulida (Mouyal, 2018). Aunque el origen de las tecnologías inmersivas en principio marca sus raíces en las películas de ciencia ficción y en la realidad virtual, empezando por la visualización de imágenes estereográficas como las que creaba y comercializaba la compañía Keystone View Company hace casi un siglo, con la idea de venderle a la gente la idea de una realidad paralela, y de una tecnología universal y entendible para todos, tal como se reflejaba en anuncios publicitarios, los cuales iban

dirigidos a escuelas y empresas de entretenimiento. En la figura 5 se puede observar un anuncio publicitario de una escuela japonesa para niños.

Figura 5 Anuncio de Keystone View Company



“The Ability to get thought from the printed page cannot be developed by drill isolated from meaning.”
“The Child’s interest must keep his eyes at work.”
“Pictures Supplement, and in some ways are superior to experience.”

The New Keystone Primary Set — 300 stereographs and 300 lantern slides — is full of meanings and experiences. Arranged for teaching reading in the first three grades. Accompanied by index and hand book of instructions.

Other Sets for Intermediate Grades, Junior and Senior High School, are also available

Keystone View Co.
INCORPORATED
MEADVILLE, PENNSYLVANIA

© K. V. Co. JAPANESE SCHOOL CHILDREN

Fuente: (Watters, 2016)

La figura 6 muestra un anuncio publicitario sobre la estenografía.

Figura 6 Anuncio de Keystone View Company

“PICTURES SPEAK A UNIVERSAL LANGUAGE”



The Stereograph brings the World into the Classroom. Copyright K. V. Co.

The child learns through experience. To provide adequate experiences for the child during his school life is the problem of the modern educator. Keystone Stereographs and Lantern Slides, fully indexed to meet school needs, provide these necessary experiences.

There is a Keystone Representative in your district who is a trained and experienced educator. He will be glad to demonstrate Keystone material. Write today.

KEYSTONE VIEW COMPANY, Inc., Meadville, Penna.
Keystone has purchased the Stereoscopic and Lantern Slide Department of Underwood and Underwood.

Fuente: (Watters, 2016)

Mucho más tarde, Google anunció Expeditions, una de las primeras aplicaciones dedicadas a introducir la realidad virtual a un salón de clases, brindándoles a los estudiantes la experiencia de ver videos y escenarios en un campo de visión de 360 grados. Posteriormente, muchas más empresas se empezaron a unir al movimiento de las tecnologías inmersivas, creando simulaciones educativas, donde los estudiantes y profesores tenían un espacio que denominaban una “segunda vida” donde la experiencia de la educación se fortaleció gracias a estas tecnologías (Watters, 2016).

Por su lado, la realidad aumentada ha venido experimentando diferentes cambios, desde su popularización en dispositivos móviles con aplicaciones como SnapChat o videojuegos como Pokémon Go, hasta diferentes dispositivos como los lentes de Samsung. Jessica Lowry cree que la realidad aumentada es el futuro del diseño y que de hecho los dispositivos móviles en este momento son una parte integral de nuestro día a día por lo que tienen el potencial de convertirse en una extensión de nuestro cuerpo haciendo uso de la tecnología (Interaction Design Foundation, 2019).

3.2.2. LMS

La historia de los LMS se remonta a 1924 cuando Sidney Pressey inventó la primera máquina de aprendizaje, el aparato se asemejaba a una máquina de escribir con un panel que administraba preguntas. El concepto vio su evolución en el año 1929 cuando M.E. Lazerte desarrollo el cilindro del problema, que presentaba a un estudiante un problema y determinaba si los pasos seguidos por el estudiante para la resolución del mismo eran correctos.

Para el año 1956 Gordon Park y Robin Mckinnon-Wood desarrollaron el primer sistema de enseñanza adaptativa que hace referencia a diversificar el proceso de enseñanza para adaptarlo a cada alumno. Dicho sistema ajustaba las preguntas para que estuvieran al

nivel de desempeño de cada estudiante en particular. Si bien, los primeros pasos de la enseñanza adaptativa supusieron un gran salto en el proceso de aprendizaje, no es hasta que Hewlett-Packard en 1970 presentó la primera computadora de escritorio de la historia, que se abrió una ventana para que la enseñanza adaptativa y el concepto de LMS tomarán un rumbo diferente. El desarrollo de dicha computadora posibilitó que diferentes campos de la ciencia, tecnología, arte y demás expresiones del proceso intelectual humano se vieran complementados por el desarrollo de nuevas herramientas informáticas.

Para el año 1982 Robert Elliot Kahn y Vint Cerf proponen el protocolo TCP/IP que se establece como el lenguaje o protocolo básico de comunicación en internet; dicho protocolo hizo posible el aprendizaje en línea y con esto el desarrollo de los LMS hasta como se les conoce hoy en día (Knowly, julio 2020).

Tan solo un año después el MIT anunció el “proyecto Athena”, que fue una iniciativa de cinco años para explorar los diferentes usos que se podía dar a las computadoras para enseñar. Siete años después, SoftArc lanza el primer software LMS de la historia conocido como FirstClass para la MacIntosh. A partir de este lanzamiento, en los años posteriores otras compañías lanzaron sus propios LMS, como por ejemplo GeoMetrix Data System con TrainingPartner o ePath con ASAP; sin embargo, no es hasta el año 2002 cuando aparece una herramienta Open-source conocida como Moodle, desarrollada por Martín Dougiamas como una plataforma en la que existen 3 tipos de usuarios:

Administradores, encargados de hacer cursos para los docentes y gestionar las configuraciones generales del sitio.

Docentes, encargados de gestionar una o más materias y proporcionar información para los estudiantes.

Estudiantes, tienen la capacidad de participar en las diferentes materias a las que se les concede acceso.

Moodle se encuentra presente como herramienta de aprendizaje combinado, educación a distancia y otros proyectos e-learning en escuelas, universidades y empresas en 216 países diferentes (Knowly, julio 2020).

Tiempo después, para el año 2008 Eucalyptus propone la idea de una plataforma para desarrollar nubes, lo cual permitió que los LMS existieran completamente online descartando la necesidad de ser instalados en una red interna. Siguiendo esta idea, en el año 2012, varias compañías comienzan a desarrollar LMS con servidores en la nube (Knowly, julio 2020). Hoy en día la mayor parte de los LMS se gestionan en la nube y han venido sumando una amplia gama de herramientas para la gestión del aprendizaje.

3.3. MARCO LEGAL

En el desarrollo del proyecto se ve involucrada la ley 23 de 1982 mediante la cual se establece que “Los autores de obras literarias, científicas y artísticas gozarán de protección para sus obras en la forma prescrita por la presente ley y, en cuanto fuere compatible con ella, por el derecho común. También protege esta ley a los intérpretes o ejecutantes, a los productores de fonogramas y a los organismos de radiodifusión, en sus derechos conexos a los del autor.” (Congreso de la República, 2019), en los diferentes artículos de la ley se presentan los diferentes derechos legales que poseen las personas tanto naturales como jurídicas frente a las producciones intelectuales y artísticas que generen.

4. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la aplicación de la metodología para el desarrollo del proyecto y cómo se llevó a cabo cada una de sus fases hasta llegar al producto final. Se aclara que, si bien el proyecto califica como un proyecto de desarrollo, se abordaron pequeños procesos de investigación aplicada, para la aplicación de algunos temas desconocidos durante las diferentes etapas, con el propósito de llevar a cabo el desarrollo lo cual se evidenciará en este capítulo.

La metodología descrita es la propuesta por Luis C. Tovar, José A. Bohórquez y Plinio Puello en su artículo “PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE BASADOS EN REALIDAD AUMENTADA”. Esta metodología está conformada por la metodología de desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje AODDEI (Análisis, Obtención, Diseño, Desarrollo, Evaluación, Implementación) y la ingeniería de software basada en componentes (Tovar, 2017).

Esta metodología consta de cuatro fases: análisis del negocio, diseño y selección de herramientas, construcción y adaptación de componentes, y evaluación e implantación.

Si bien no todas las tareas realizadas son contempladas por esta metodología, se extrapoló en la segunda fase de la misma, realizando la inclusión de componentes de la ingeniería de software como lo es la construcción de diferentes diagramas.

En la primera fase se presenta desde los requerimientos hasta la solución propuesta; en la segunda fase se presentan los casos de uso, el diagrama de actividades, el diagrama de arquitectura, el diagrama de integración, y la selección de herramientas para el desarrollo; en la tercera fase se presenta el proceso llevado a cabo para el desarrollo de

la aplicación y las pruebas; finalmente en la cuarta fase se presenta la evaluación de la aplicación.

4.1. ANÁLISIS DEL NEGOCIO

En esta etapa del desarrollo del proyecto, se definieron los objetivos principales de la aplicación, su funcionamiento y se describieron los requisitos expuestos para los objetos virtuales implementados en la aplicación.

Dentro de este análisis cabe resaltar que para tomar una decisión informada sobre la manera en la que se desarrollarían todos los objetos de la aplicación, se requirió de un amplio tiempo de indagación sobre las diferentes tecnologías que permitieron realizar la aplicación, cumpliendo los requerimientos planteados para el desarrollo. A continuación, se da una descripción detallada del desarrollo de la fase de análisis del negocio, desde el momento en que se planteó la problemática, se definieron los requerimientos de los objetos y se comenzó la investigación para la implementación de estos.

Los resultados completos de esta etapa pueden ser encontrados en el Anexo A.

4.1.1. Planteamiento de la problemática.

Se planteó el desarrollo de un aplicativo que permitiera la visualización y respuesta de cuestionarios generados en un LMS a través de una tecnología inmersiva. En el desarrollo de esta etapa se definió el LMS que se utilizaría y la tecnología inmersiva a través de la cual se implementaría el aplicativo.

4.1.2. Definición de requerimientos de los objetos.

Los objetos en los cuales se basan los requerimientos son aquellas funcionalidades que debe presentar el sistema; dichos objetos se presentan generando una interacción, para en conjunto crear el flujo de la aplicación.

Los requerimientos descritos a continuación fueron extraídos de acuerdo con reuniones realizadas con el director del proyecto.

4.1.2.1. Requerimientos funcionales.

- REQ1. La aplicación debe permitir visualizar un cuestionario generado en un LMS a través de una tecnología inmersiva.
- REQ2. La aplicación debe permitir dar respuesta a un cuestionario generado en un LMS a través de una tecnología inmersiva.
- REQ3. La aplicación debe permitir la activación de la tecnología inmersiva para la visualización mediante un código QR.
- REQ4. La aplicación debe permitir responder cuestionarios con preguntas de opción múltiple y de tipo “verdadero o falso”.
- REQ5. En el campo de contraseña en el módulo de login debe mostrarse con texto oculto.
- REQ6. El usuario debe poder navegar entre las preguntas del cuestionario.
- REQ7. Las respuestas del cuestionario deben enviarse a Moodle.

4.1.2.2. Requerimientos no funcionales.

- REQ8 La aplicación debe asegurar que el acceso a los cuestionarios sea de forma segura mediante la comprobación de credenciales de los usuarios registrados en el LMS.
- REQ9. La aplicación debe funcionar en un emulador de la tecnología inmersiva o en un dispositivo móvil con sistema operativo Android.
- REQ10. La aplicación controlará el acceso y lo permitirá solamente a usuarios autorizados mediante el usuario y contraseña registrados en la plataforma Moodle.

4.1.3. Análisis de tecnologías de desarrollo.

Se realizó un análisis de las diferentes tecnologías involucradas, esto con el objetivo de tomar una decisión acerca de la tecnología inmersiva sobre la cual se haría el desarrollo. Para ello se tomaron en cuenta la realidad aumentada, la realidad mixta y la realidad virtual. En este análisis también fue definido el LMS sobre el cual se trabajaría, los resultados concretos del análisis, así como toda la información inherente al mismo pueden ser encontrados en el Anexo A, que corresponde al documento de resultados de la etapa de análisis del negocio.

4.1.4. Selección de tecnologías.

Como resultado del análisis de las tecnologías de desarrollo, se definió que se realizaría un aplicativo en realidad aumentada para dispositivos móviles con sistema operativo *Android*, esto haciendo uso del paquete de *Vuforia* para *Unity* que ofrece una amplia gama de recursos para el desarrollo de aplicaciones de esta naturaleza.

El LMS sobre el cual se planteó el desarrollo para la generación de los cuestionarios fue Moodle, esto debido a que: primero, es el LMS más utilizado a nivel global, segundo, es el LMS utilizado en la Universidad Antonio Nariño y tercero, ofrece una gama de servicios Web que podían ser usados como base del desarrollo de la aplicación.

4.1.5. Solución propuesta.

Se propone como solución el desarrollo de una aplicación de realidad aumentada haciendo uso de *Unity* y *Vuforia* mediante la cual sea posible resolver preguntas de

selección múltiple y de tipo verdadero o falso, ya que son las utilizadas de forma más frecuente.

La aplicación funciona principalmente mediante el consumo de *Web services* brindados por Moodle como LMS seleccionado. Para el alcance funcional de la misma se planteó el desarrollo de un módulo de autenticación de usuarios, un lector de códigos QR (obtención de información relevante, despliegue de cuestionarios y método de activación de la realidad aumentada), el módulo de visualización y respuesta de los cuestionarios como característica principal de la App.

4.2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS

En esta etapa se realizó un análisis técnico de las herramientas para el desarrollo de la aplicación y como resultado se seleccionaron herramientas como Unity, Vuforia, *Moodle* y *Visual Studio Code*, posteriormente se realizó el diseño de la capa lógica y la capa visual de la aplicación.

Los resultados completos de esta etapa pueden ser encontrados en el Anexo B.

4.2.1. Análisis técnico de herramientas.

4.2.1.1. Vuforia

Se realizó un análisis de las funcionalidades ofrecidas por *Vuforia* para el desarrollo de aplicaciones en realidad aumentada, así como los diferentes componentes ofrecidos por el paquete para *Unity*.

Entre las características principales encontradas se evidenció una alta facilidad para exportar aplicaciones de AR a dispositivos móviles, así como la facilidad para la depuración del código dentro del IDE de desarrollo Unity.

4.2.1.2. *Mixed Reality Tool Kit* (MRTK)

Se estudiaron las funcionalidades ofrecidas por el MRTK para el desarrollo de aplicaciones en realidad mixta, así como los diferentes componentes ofrecidos por el paquete para Unity. De acuerdo con lo anterior, se evidenció la posibilidad de exportar aplicaciones para los *Hololens 2* de Microsoft, y la fácil depuración del código dentro del entorno de desarrollo Unity.

4.2.1.3. Unity

Se realizó un análisis de las funcionalidades ofrecidas por Unity para el desarrollo de aplicaciones en realidad mixta y aumentada, así como los diferentes componentes ofrecidos de manera gratuita por el IDE y las diferentes librerías que permite su integración con API's externas y paquetes como *Vuforia* o *MRTK*. Entre las características principales encontradas están el gran volumen de funcionalidades que permiten el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada (AR por sus siglas en inglés), Realidad Virtual (VR por sus siglas en inglés), Realidad Mixta (MR por sus siglas en inglés) para Windows y dispositivos móviles, así como la fácil integración del entorno de desarrollo con controladores de versiones como GitHub.

4.2.1.4. AR Foundation

Se realizó un análisis de las funcionalidades ofrecidas por *AR Foundation* para el desarrollo de aplicaciones en realidad aumentada, así como los diferentes componentes ofrecidos por el paquete para Unity.

Las principales características evidenciadas fueron la posibilidad de exportar aplicaciones para dispositivos móviles, también se presenta la facilidad para la depuración del código dentro del entorno de desarrollo Unity.

4.2.1.5. Moodle

Se realizó un análisis de las funcionalidades ofrecidas por Moodle para verificar la posibilidad de integrar sus funcionalidades con aplicaciones externas o exponer servicios que permitan obtener la información del LMS. Entre las características identificadas se evidenció la posibilidad de hacer uso de *Plugins* como servicios Web consumibles que permiten obtener la información de los cuestionarios, de tal forma que se posibilita la construcción de aplicaciones alimentadas por dichos servicios.

4.2.1.6. SCORM

Se realizó un análisis de las funcionalidades ofrecidas por SCORM y su funcionamiento al momento de desarrollar aplicaciones para tecnologías inmersivas. Al realizar el análisis y comparación con las demás herramientas se evidenció que SCORM difiere enormemente con la solución propuesta en el proyecto a desarrollar por lo tanto fue descartada.

4.2.2. Herramientas para desarrollo seleccionadas

De acuerdo con el análisis de las herramientas presentado anteriormente, se seleccionaron las siguientes herramientas para el desarrollo de la aplicación:

4.2.2.1. Moodle

Se estableció Moodle en su versión 3.9.1 *cloud* como el LMS de trabajo para la generación de los cuestionarios.

4.2.2.2. Vuforia

Se realiza la selección de *Vuforia* como *core* para el desarrollo de aplicaciones de *AR* sobre el *MRTK* y el paquete de la *AR Foundation* debido a la facilidad de uso presentada y la baja curva de aprendizaje necesaria en comparación con sus contrapartes.

4.2.2.3. Unity

Es definido Unity en su versión 2019.4.1f1 como entorno de desarrollo debido a su fácil integración con *Vuforia* y su amplia gama de funcionalidades que permiten el desarrollo de aplicaciones para tecnologías inmersivas.

4.2.3. Herramientas de soporte para el desarrollo

4.2.3.1. *Postman*.

Herramienta que permite realizar peticiones sobre APIs y servicios, permite el trabajo colaborativo (Cuervo, febrero de 2019). Postman fue utilizado para la realización de pruebas del funcionamiento de los diferentes servicios Web de Moodle.

4.2.3.2. *Discord*.

Herramienta de comunicación, que permite realizar llamadas de voz y video, compartir archivos y gestionar servidores de manera gratuita. Fue utilizado como herramienta principal para la comunicación entre los integrantes del equipo de desarrollo del proyecto.

4.2.3.3. *Visual Studio Code*.

Es un editor de programación desarrollado por Microsoft. Fue utilizado para el desarrollo de la aplicación haciendo uso de C# como lenguaje de programación, y se seleccionó gracias a su integración con Unity y GitHub.

4.2.3.4. Xampp.

Es un servidor independiente de plataforma. Fue utilizado para realizar pruebas con Moodle de forma local y revisar la integración de dicha versión con el aplicativo a desarrollar.

4.2.3.5. GitHub

Es un controlador de versiones y un sistema de gestión de proyectos. Se utilizó como controlador de versiones para el desarrollo del proyecto.

4.2.3.6. Formularios de Google.

Permite la creación, edición y gestión de formularios, además de ofrecer la posibilidad de compartirlos con otros usuarios. Fue utilizado para la evaluación de la aplicación presente en la última etapa de la metodología.

4.2.4. Diseño capa lógica de la aplicación

En este apartado se presentan los diferentes soportes y decisiones de diseño, así como los correspondientes diagramas de análisis que se realizaron para la aplicación.

4.2.4.1. casos de uso

La tabla 2 presenta el caso de uso de inicio de sesión, en este se puede evidenciar el flujo de trabajo realizado por el usuario y la respectiva respuesta dada por la aplicación para este módulo.

Tabla 2. Inicio de sesión

Identificador	CASO No.1
----------------------	------------------

Nombre de caso de uso	Iniciar sesión	
Actor(es)	Usuario estudiante	
Indispensable / deseable	Indispensable	
Prioridad	Alta	
Visible / no visible	Visible	
Autor	Steven Valderrama	
Fecha de elaboración	5/09/2020	
Revisión	David Vargas	
Última fecha de revisión	7/09/2020	
Resumen	El usuario ingresa las credenciales registradas en Moodle al módulo de login de la aplicación.	
Entradas	-Usuario -Contraseña	
Salidas	-El usuario ingresa a la aplicación y se despliega el módulo de lectura de QR.	
Curso básico de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa su usuario y contraseña 2. El usuario presiona el botón "Acceder al cuestionario en realidad aumentada". 	<ol style="list-style-type: none"> 3. El sistema verifica los datos ingresados 4. El sistema despliega el módulo de escaneo de QR.
Caminos alternativos	No aplica	No aplica
	No aplica	No aplica

Caminos de excepción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario ingresa su usuario y/o contraseña de forma errónea. 2. El usuario presiona el botón “Acceder al cuestionario en realidad aumentada”. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. El sistema verifica los datos ingresados 4. El sistema muestra un mensaje de error de credenciales incorrectas al usuario.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario no ingresa su usuario y/o contraseña 2. El usuario presiona el botón “Acceder al cuestionario en realidad aumentada”. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. El sistema verifica los datos ingresados 4. El sistema muestra mensaje de error, diciendo que faltan campos por llenar.

Fuente: elaboración propia

La tabla 3 presenta el caso de uso de lectura del código QR, en este se puede evidenciar el flujo de trabajo realizado por el usuario y la respectiva respuesta dada por la aplicación para este módulo.

Tabla 3. Lectura de código QR.

Identificador	CASO No.2
Nombre de caso de uso	Leer código QR
Actor(es)	Usuario estudiante
Indispensable / deseable	Indispensable
Prioridad	Alta

Visible / no visible	Visible	
Autor	Steven Valderrama	
Fecha de elaboración	5/09/2020	
Revisión	David Vargas	
Última fecha de revisión	7/09/2020	
Resumen	-El usuario escanea un código QR, haciendo uso de la cámara del dispositivo móvil.	
Entradas	-Código QR con formato id_curso, id_quiz	
Salidas	-El sistema despliega el módulo de cuestionarios.	
Curso básico de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario escanea el código QR mostrándolo a la cámara del dispositivo móvil. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema lee el código QR. 3. El sistema verifica la validez del código QR. 4. El sistema despliega el módulo de cuestionarios.
Caminos alternativos	No aplica	No aplica
Caminos de excepción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario escanea un código QR no válido mostrándolo a la cámara del dispositivo móvil 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema lee el código QR. 3. El sistema verifica la validez del código QR. 4. El sistema muestra un mensaje diciendo que

		el código QR no es válido.
--	--	----------------------------

Fuente: elaboración propia

La tabla 4 presenta el caso de uso de despliegue de realidad aumentada, en este se muestra el flujo de trabajo realizado por el usuario y la respectiva respuesta dada por la aplicación para este módulo.

Tabla 4. Despliegue de realidad aumentada

Identificador	CASO No.3
Nombre de caso de uso	Desplegar realidad aumentada
Actor(es)	-Usuario estudiante
Indispensable / deseable	Indispensable
Prioridad	Alta
Visible / no visible	Visible
Autor	Steven Valderrama
Fecha de elaboración	5/09/2020
Revisión	David Vargas
Última fecha de revisión	7/09/2020
Resumen	-El usuario busca una superficie plana en su entorno para desplegar la realidad aumentada.
Entradas	-La imagen tomada por la cámara -El id del curso

	-El id del quiz	
Salidas	-El sistema despliega la realidad aumentada.	
Curso básico de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario enfoca la cámara en una superficie plana. 4. El usuario presiona el cuadro mostrado en pantalla. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema detecta la superficie. 3. El sistema muestra un cuadro en pantalla. 5. El sistema despliega la realidad aumentada.
Caminos alternativos	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario enfoca la cámara en el <i>Emulator Ground Plane</i> (Anexo D). 4. El usuario presiona el cuadro mostrado en pantalla 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema detecta la superficie. 3. El sistema muestra un cuadro en pantalla. 5. El sistema despliega la realidad aumentada.
	No aplica	No aplica
Caminos de excepción	No aplica	No aplica
	No aplica	No aplica

Fuente: elaboración propia

La tabla 5 presenta el caso de uso relacionado con intentar resolver un cuestionario, en este se presenta el flujo de trabajo realizado por el usuario y la respectiva respuesta dada por la aplicación para llevar a cabo el inicio de un intento en el cuestionario.

Tabla 5. Intentar cuestionario.

Identificador	CASO No.4
Nombre de caso de uso	Intentar cuestionario

Actor(es)	-Usuario estudiante	
Indispensable / deseable	Indispensable	
Prioridad	Alta	
Visible / no visible	Visible	
Autor	Steven Valderrama	
Fecha de elaboración	5/09/2020	
Revisión	David Vargas	
Última fecha de revisión	7/09/2020	
Resumen	-El usuario intenta resolver el cuestionario.	
Entradas	-El usuario se encuentra logueado en la aplicación. -El código QR fue leído con éxito.	
Salidas	-El sistema despliega el cuestionario en realidad aumentada.	
Curso básico de uso	<p>1. El usuario presiona el botón "Intente resolver el cuestionario".</p> <p>3. El usuario presiona el botón "Comenzar intento".</p>	<p>2. El sistema muestra el <i>Pop-Up</i> de confirmación con la información referente al cuestionario.</p> <p>4. El sistema verifica que haya un intento abierto.</p> <p>5. El sistema despliega el cuestionario.</p>
Caminos alternativos	No aplica	No aplica
	No aplica	No aplica

Caminos de excepción	3. El usuario presiona el botón "Comenzar intento".	4. El sistema muestra un error "No quedan intentos disponibles".
	3. El usuario presiona el botón "Comenzar intento".	4. El sistema muestra un error "El tiempo se agotó o el cuestionario ya no está disponible".
	3. El usuario presiona el botón "Comenzar intento".	4. El sistema verifica que haya un intento abierto. 5. El sistema muestra un mensaje de error "Hay un intento abierto en este momento, por favor continuar o cerrarlo en la plataforma Moodle"

Fuente: elaboración propia

La tabla 6 presenta el caso de uso de selección de respuestas, en este se puede evidenciar el flujo de trabajo realizado por el usuario y la respectiva respuesta dada por la aplicación para llevar a cabo la selección de respuestas.

Tabla 6. Selección de respuestas.

Identificador	CASO No.5
Nombre de caso de uso	Seleccionar respuesta
Actor(es)	-Usuario estudiante
Indispensable / deseable	Indispensable

Prioridad	Alta	
Visible / no visible	Visible	
Autor	Steven Valderrama	
Fecha de elaboración	5/09/2020	
Revisión	David Vargas	
Última fecha de revisión	7/09/2020	
Resumen	-El usuario podrá realizar la selección de una de las opciones de respuesta en cada pregunta del cuestionario.	
Entradas	-El usuario se encuentra dentro del cuestionario.	
Salidas	-La respuesta es seleccionada, y el botón cambia.	
Curso básico de uso	1. El usuario presiona el botón de una de las opciones de respuesta.	2. El sistema marca la pregunta seleccionada por el usuario. 3. El botón de la pregunta seleccionada cambia.
Caminos alternativos	3. El usuario presiona el botón "Quitar mi selección". 5.El usuario presiona el botón de otra de las opciones de respuesta.	4. El sistema desmarca la respuesta seleccionada. 6. El sistema marca la pregunta seleccionada por el usuario.
	No aplica	No aplica
Caminos de excepción	5. El usuario no marca ninguna opción de respuesta.	
	No aplica	No aplica

Fuente: elaboración propia

La tabla 7 presenta el caso de uso de cambio de pregunta, en este se puede ver el flujo de trabajo realizado por el usuario y la respectiva respuesta dada por la aplicación para llevar a cabo el cambio entre preguntas dentro del cuestionario.

Tabla 7. Cambio de pregunta.

Identificador	CASO No.6
Nombre de caso de uso	Cambiar de pregunta
Actor(es)	-Usuario estudiante
Indispensable / deseable	Indispensable
Prioridad	Alta
Visible / no visible	Visible
Autor	Steven Valderrama
Fecha de elaboración	5/09/2020
Revisión	David Vargas
Última fecha de revisión	7/09/2020
Resumen	-El usuario puede navegar por las preguntas del cuestionario haciendo uso del botón “pregunta anterior” y el botón “pregunta siguiente”.
Entradas	-El usuario se encuentra dentro del cuestionario.
Salidas	-El sistema muestra la pregunta siguiente o la pregunta anterior.

Curso básico de uso	1. El usuario presiona el botón de “pregunta siguiente” o el botón de pregunta “anterior”.	2. El sistema guarda la respuesta marcada en la pregunta actual. 3. El sistema muestra la pregunta anterior o la pregunta siguiente.
Caminos alternativos	1. El usuario presiona el botón de “pregunta anterior” en la primera pregunta del cuestionario	2. El sistema no permanece en la pregunta actual.
	1. El usuario presiona el botón de “pregunta siguiente” en la última pregunta del cuestionario.	2. El sistema muestra la pantalla de resumen para terminar el intento.
Caminos de excepción	No aplica	No aplica
	No aplica	No aplica

Fuente: elaboración propia

La tabla 8 presenta el caso de uso de marcado de preguntas, en este se puede observar el flujo de trabajo realizado por el usuario y la respectiva respuesta dada por la aplicación para llevar a cabo el marcado de preguntas dentro del cuestionario.

Tabla 8. Marcar pregunta.

Identificador	CASO No.7
Nombre de caso de uso	Marcar pregunta
Actor(es)	-Usuario estudiante
Indispensable / deseable	Deseable

Prioridad	Media	
Visible / no visible	Visible	
Autor	Steven Valderrama	
Fecha de elaboración	5/09/2020	
Revisión	David Vargas	
Última fecha de revisión	7/09/2020	
Resumen	-El sistema permite al usuario marcar preguntas.	
Entradas	-El usuario se encuentra dentro del cuestionario.	
Salidas	-El sistema muestra la pregunta marcada.	
Curso básico de uso	1. El usuario presiona el botón de marcar pregunta.	2. El sistema muestra la pregunta marcada en la parte inferior.
Caminos alternativos	1. El usuario presiona el botón de marcar pregunta en una pregunta previamente marcada.	2. El sistema quita la marca de la pregunta seleccionada.
	No aplica	No aplica
Caminos de excepción	No aplica	No aplica
	No aplica	No aplica

Fuente: elaboración propia

La tabla 9 presenta el caso de uso de finalizar un intento, en este se puede evidenciar el flujo de trabajo realizado por el usuario y la respectiva respuesta dada por la aplicación para terminar un intento de un cuestionario.

Tabla 9. Finalizar intento.

Identificador	CASO No.8	
Nombre de caso de uso	Finalizar intento	
Actor(es)	-Usuario estudiante	
Indispensable / deseable	Indispensable	
Prioridad	Alta	
Visible / no visible	Visible	
Autor	Steven Valderrama	
Fecha de elaboración	6/09/2020	
Revisión	David Vargas	
Última fecha de revisión	7/09/2020	
Resumen	-El sistema permite finalizar el intento de resolver el cuestionario al usuario.	
Entradas	-El intento del cuestionario se encuentra abierto.	
Salidas	-El intento termina y las respuestas son enviadas a Moodle.	
Curso básico de uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario presiona el botón "Terminar intento". 3. El usuario presiona el botón "Enviar todo y terminar". 	<ol style="list-style-type: none"> 2. El sistema muestra el resumen del intento. 4. El sistema cierra el intento y envía las respuestas a Moodle.

Caminos alternativos	1. El usuario presiona el botón de “siguiente pregunta” en la última pregunta.	2. El sistema muestra el resumen del intento.
	3. El usuario presiona el botón “Enviar todo y terminar”.	4. El sistema cierra el intento y envía las respuestas a Moodle.
	3. El usuario presiona el botón “Cancelar”.	4. El sistema muestra la pantalla del cuestionario.
Caminos de excepción	No aplica	No aplica
	No aplica	No aplica

Fuente: elaboración propia

La tabla 10 presenta el caso de uso de consultar resultados, en este se puede evidenciar el flujo de trabajo realizado por el usuario y la respectiva respuesta dada por la aplicación para la consulta de resultados del cuestionario resuelto.

Tabla 10. Consultar resultados

Identificador	CASO No.9
Nombre de caso de uso	Consultar resultados
Actor(es)	-Usuario estudiante
Indispensable / deseable	Deseable
Prioridad	Media
Visible / no visible	Visible
Autor	Steven Valderrama

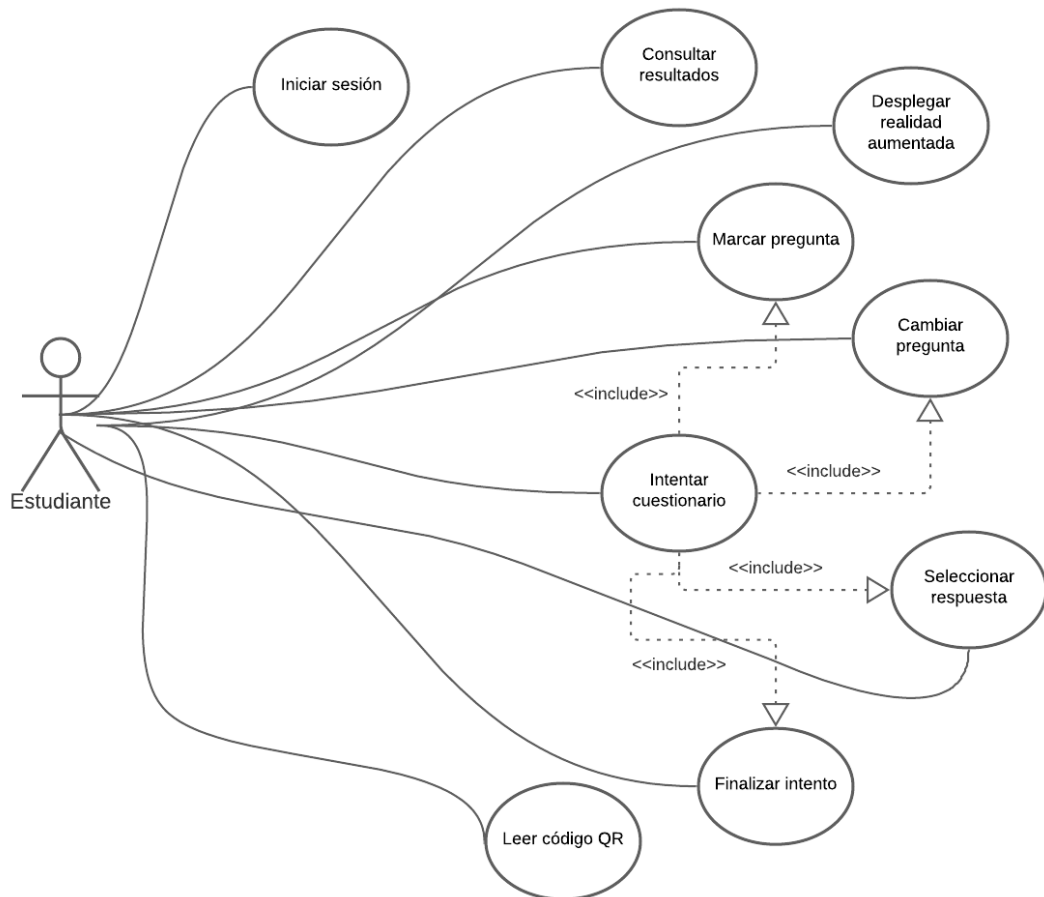
Fecha de elaboración	6/09/2020	
Revisión	David Vargas	
Última fecha de revisión	7/09/2020	
Resumen	-El sistema permite al usuario revisar los resultados del intento realizado.	
Entradas	-Se terminó un intento.	
Salidas	-El sistema muestra los resultados del intento.	
Curso básico de uso	1. El usuario presiona el botón "Mostrar resultados".	2. El sistema obtiene los resultados del intento de Moodle. 3. El sistema despliega la pantalla de resultados.
Caminos alternativos	No aplica	No aplica
	No aplica	No aplica
Caminos de excepción		2. El sistema no puede obtener los resultados de Moodle. 3. El sistema muestra un mensaje "resultados no disponibles".
	No aplica	No aplica

Fuente: elaboración propia

4.2.4.2. Diagrama de casos de uso

La figura No.7 muestra el diagrama de casos de uso, este permite evidenciar la interacción de los diferentes actores del sistema con los casos de uso anteriormente especificados.

Figura 7. Diagrama de casos de uso

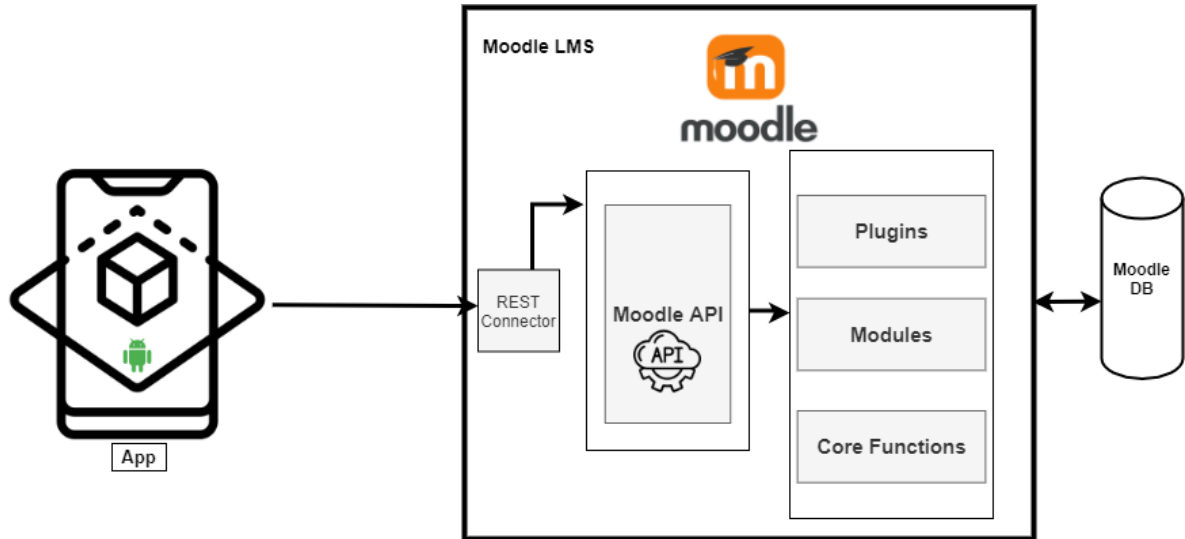


Fuente: elaboración propia

4.2.4.3. Diagrama de integración

La figura No.8 muestra el diagrama de integración de la aplicación donde se destaca la interacción del sistema con Moodle.

Figura 8. Diagrama de integración

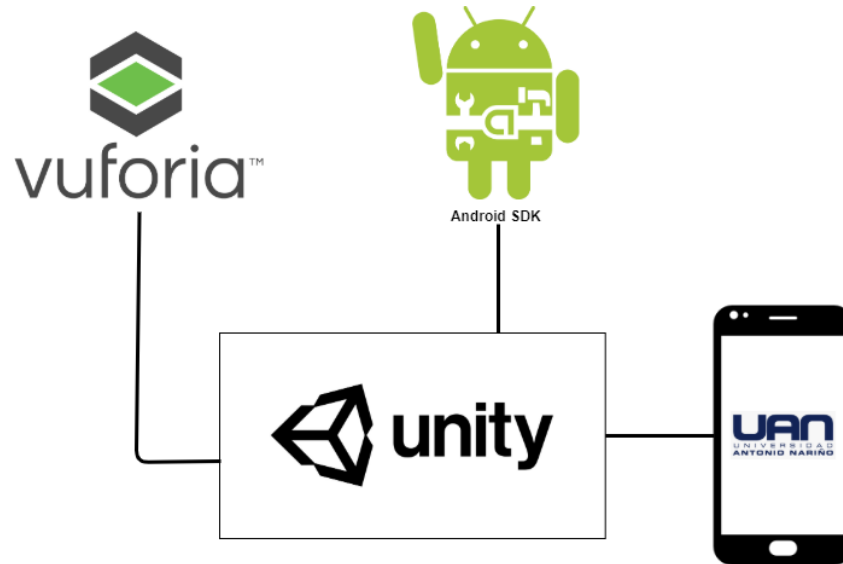


Fuente: elaboración propia

4.2.4.4. Diagrama de arquitectura

La figura No. 9 presenta el diagrama de arquitectura de la aplicación en el que se puede evidenciar las tecnologías sobre las cuales se construyó la aplicación.

Figura 9. Diagrama de arquitectura de la aplicación.

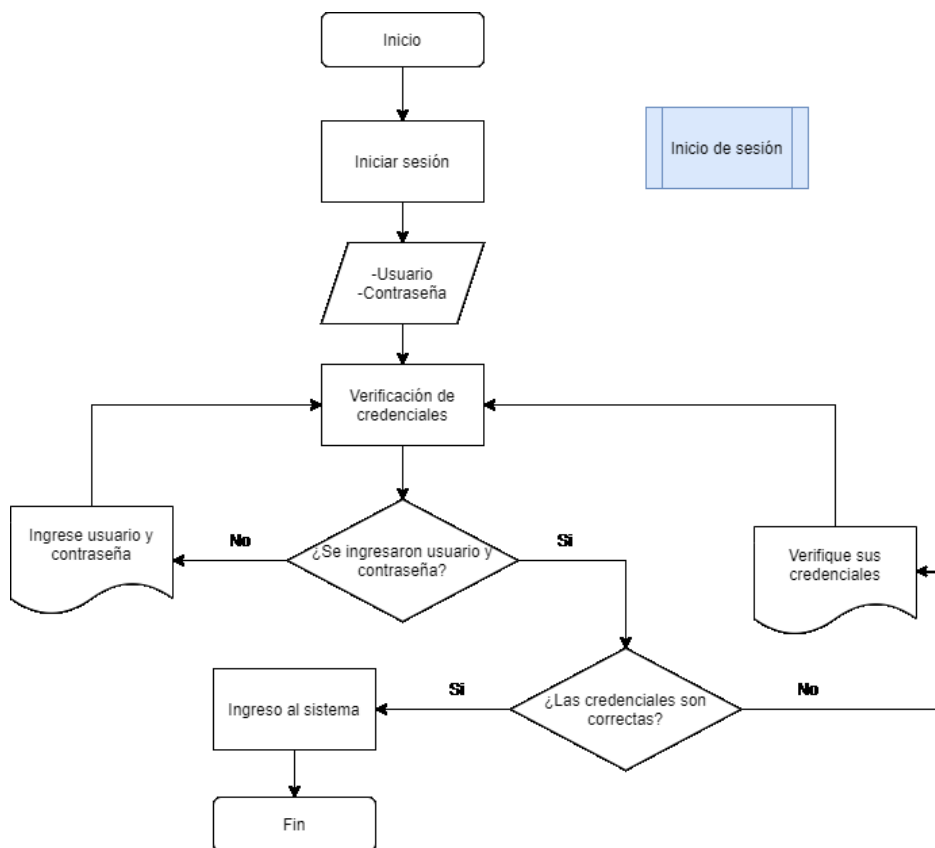


Fuente: elaboración propia

4.2.4.5. Diagrama de actividades

El diagrama de actividades realizado permite evidenciar el flujo de actividades y los diferentes procesos llevados a cabo en el momento que la aplicación es ejecutada. Este diagrama puede ser encontrado con mejor tamaño en el anexo E.

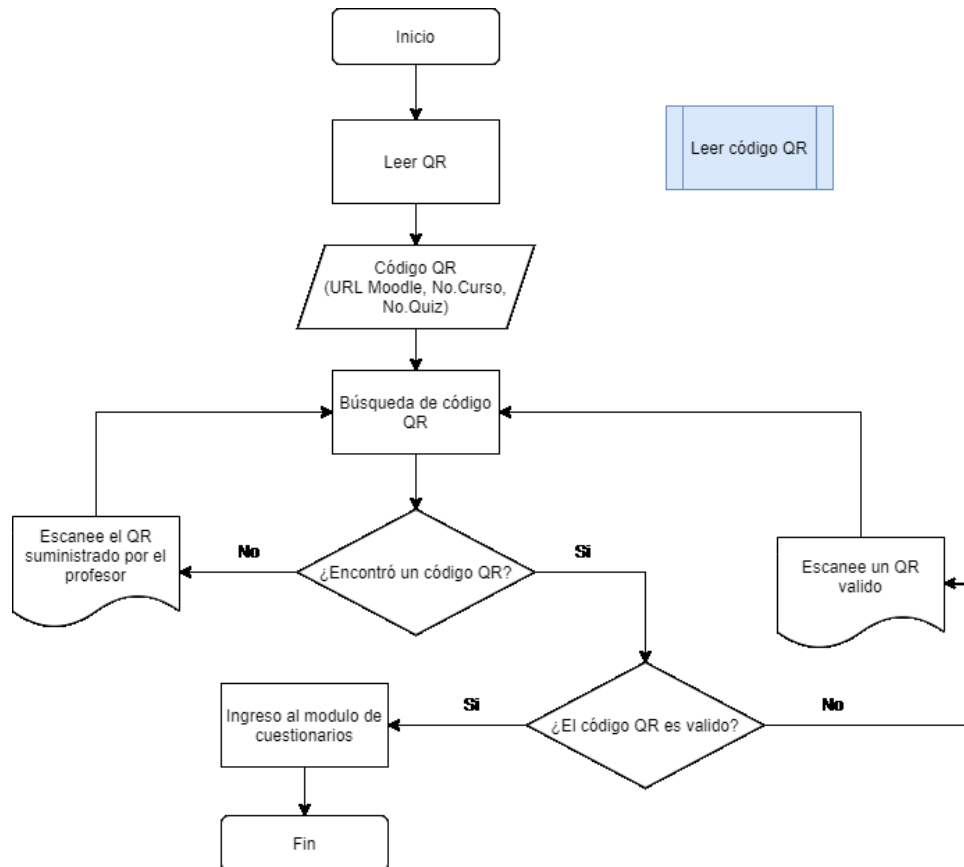
Figura 11. Inicio de sesión



Fuente: elaboración propia.

La figura No.12 muestra el diagrama de flujo de la lectura del código QR, donde es posible evidenciar el flujo de operaciones realizadas para hacer la lectura del código QR en la aplicación.

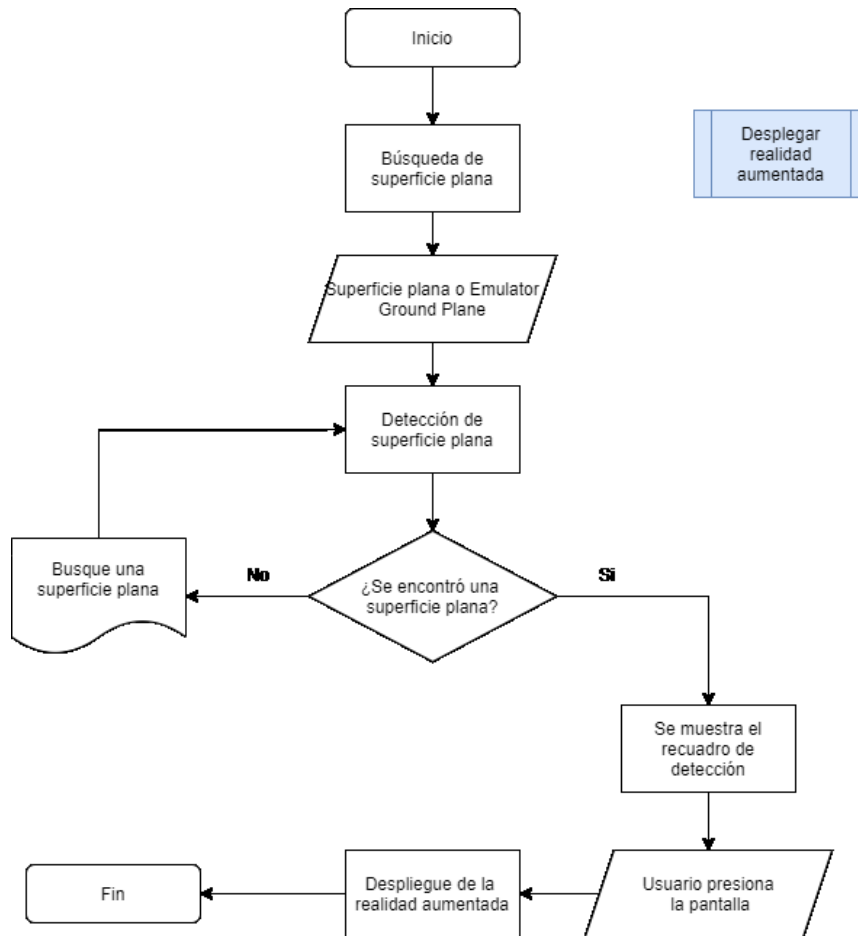
Figura 12. Lectura de código QR.



Fuente: elaboración propia.

La figura No.13 presenta el diagrama de flujo del despliegue de la realidad aumentada, en el cual es posible evidenciar el flujo de operaciones desarrollada para realizar el despliegue de realidad aumentada en la aplicación.

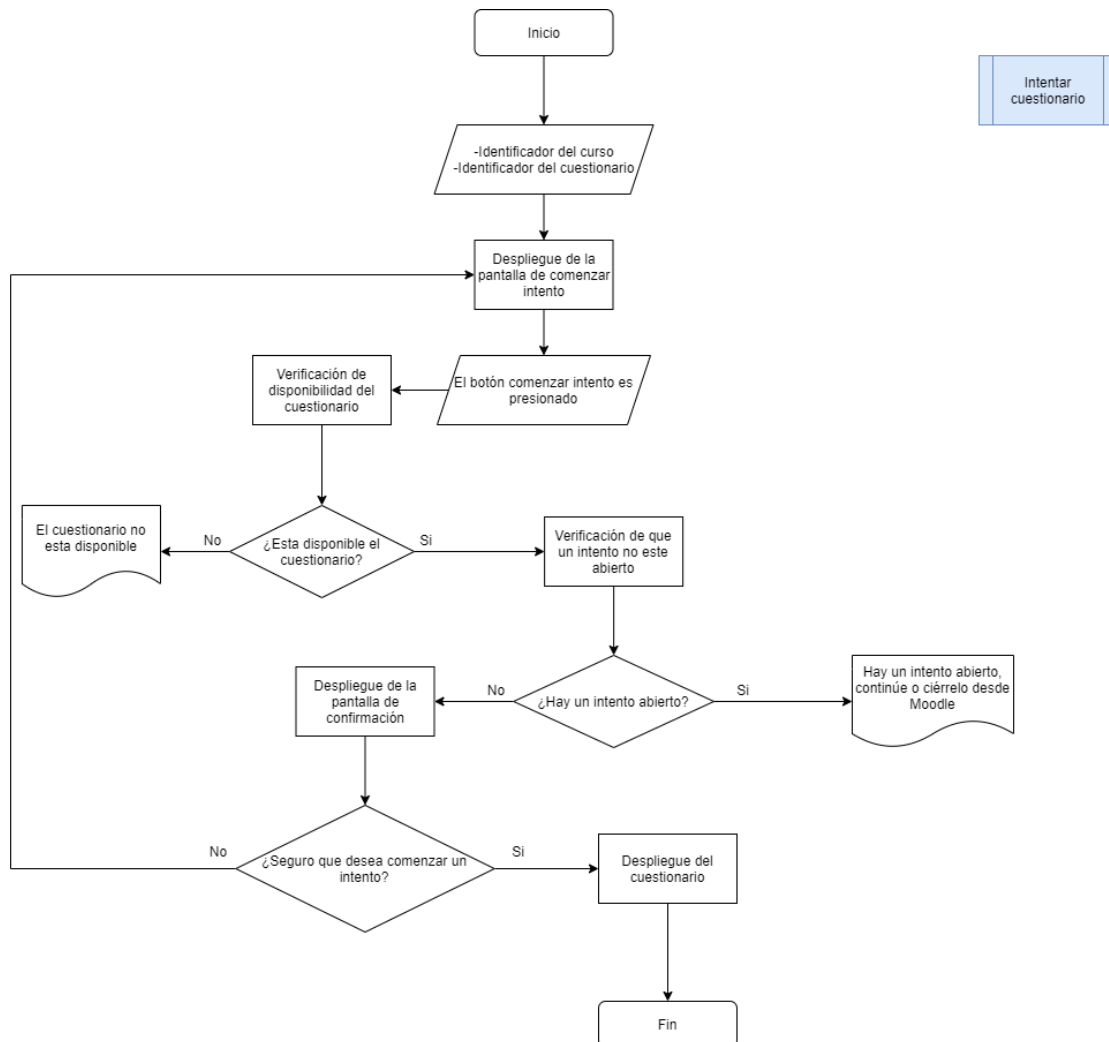
Figura 13. Despliegue de realidad aumentada



Fuente: elaboración propia.

La figura No.14 presenta el diagrama de flujo del intento de resolución de un cuestionario, en dicho diagrama es posible evidenciar el flujo de operaciones realizadas para comenzar un nuevo intento de un cuestionario.

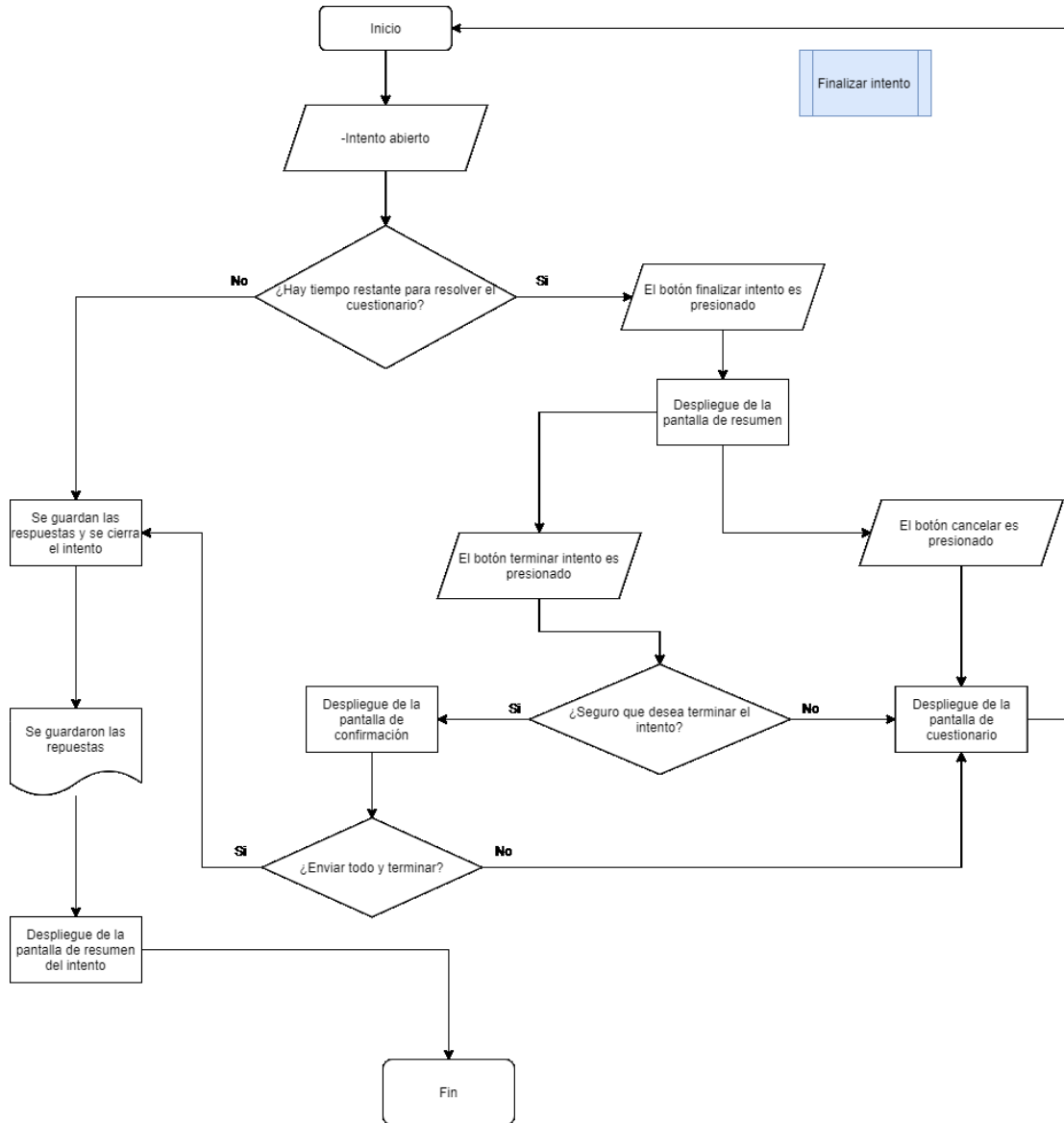
Figura 14. Intentar cuestionario



Fuente: elaboración propia.

La figura No.15 ilustra el diagrama de flujo de finalizar el intento de un cuestionario, en el mismo es posible evidenciar el flujo de operaciones realizadas para finalizar un intento de un cuestionario en la aplicación.

Figura 15. Finalizar intento



Fuente: elaboración propia.

4.2.5. Diseño capa visual de la aplicación

La figura 16 presenta el diseño preliminar de la pantalla de inicio de un cuestionario.

Figura 16. Inicio cuestionario, diseño preliminar.

CUESTIONARIO 1

Intentos permitidos: 2
Este cuestionario esta abierto en jueves, 20 de agosto de 2020, 15:36
Limite de tiempo: 10 minutos
Método de calificación: Calificación mas alta

INTENTE RESOLVER EL CUESTIONARIO AHORA

Cuando lo de click, se pone borroso el de atras y se muestra el pop up

COMENZAR INTENTO

Tiempo del cuestionario

El cuestionario tiene un tiempo límite de 10 minutos. El tiempo empezará a contar desde el momento en el que inicie su intento y debe presentarlo antes de que el tiempo termine ¿seguro que desea empezar ahora?

COMENZAR INTENTO

CANCELAR

Fuente: elaboración propia.

La figura 17 muestra el diseño preliminar de un cuestionario.

Figura 17. Cuestionario, diseño preliminar.

The image shows a preliminary design for a questionnaire question interface. The main content area is titled "PREGUNTA 1" with a score of "PUNTUA COMO 1.00" and a remaining time of "TIEMPO RESTANTE 45.00". The question text is "Lorem Ipsum is simply dummy text of the printing and typesetting industry. Lorem Ipsum has been the industry's". Below the question, it says "SELECCIONE UNA O MAS" followed by four radio button options: "RESPUESTA 1", "RESPUESTA 2", "RESPUESTA 3", and "RESPUESTA 4".

Annotations and UI elements include:

- Top Left:** "easter egg: si lo tocan gira efecto moneda" pointing to a UAN logo; "Si esta marcada cambia el texto a DESMARCAR" pointing to a "MARCAR PREGUNTA" button.
- Left Side:** "Semi transparente cuando es la primera pregunta" pointing to a blue triangle; "Historial de preguntas" with a list: "- Verde: ya respondida", "- Rojo: Sin responder", "- Bandera roja: marcada" pointing to a navigation bar with icons 1, 2, 3, 4, 5.
- Right Side:** "Semi transparente cuando es la ultima pregunta" pointing to another blue triangle; "Verde: todas las preguntas respondidas; Rojo: Hay preguntas marcadas o sin responder" pointing to a legend; "Todo el fondo es transparente pero con blur" pointing to the background; "FINALIZAR INTENTO" button.

Fuente: elaboración propia.

La figura 18 muestra el diseño preliminar del resumen de un cuestionario.

Figura 18. Resumen y envío, diseño preliminar.

CUESTIONARIO 1
Resumen del intento

Pregunta	1	1	1	1	1	1
Estatus	Sin responder aun	Sin responder aun	Respuesta guardada	Sin responder aun	Respuesta guardada	Sin responder aun

VOLVER AL INTENTO

Tiempo restante **0:09:14**

Este intento debe ser presentado por jueves, 20 de agosto de 2020, 15:40

ENVIAR TODO Y TERMINAR

Confirmación

Una vez que haga el envío, no podrá cambiar sus respuestas de este intento de resolver el cuestionario.

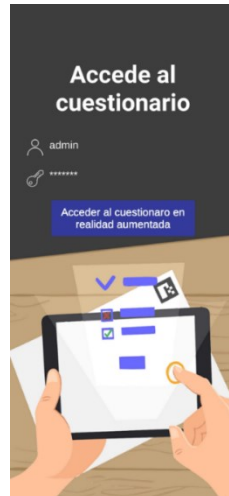
ENVIAR TODO Y TERMINAR

CANCELAR

Fuente: elaboración propia.

La figura 19 muestra la pantalla de *login* de la aplicación.

Figura 19. Pantalla de login



4.3. CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE COMPONENTES

4.3.1. Investigación pre desarrollo

Para el desarrollo de la aplicación se efectuaron diversas pruebas en las diferentes versiones ofrecidas de Moodle, desde la versión local, pasando por el paquete ofrecido con Xampp hasta la versión Cloud; esto con el objetivo de determinar cuál era la mejor opción, teniendo en cuenta desde el consumo de recursos, hasta las características ofrecidas por cada versión que serían necesarias para el desarrollo del proyecto.

La versión de escritorio fue probada con MariaDb como base de datos, y apache como servidor de aplicaciones; sin embargo, se identificó que para realizar el trabajo colaborativo de forma efectiva esta opción no era la óptima, debido a que era necesario publicar la aplicación o en su defecto hacer un *port-foward* con ngrok u otro aplicativo para permitir a los integrantes del equipo de desarrollo trabajar de forma cooperativa con la plataforma.

El paquete ofrecido con Xampp funciona de la misma manera que la versión de escritorio regular, por lo cual cuenta con la misma limitación; en contraparte la versión *cloud* que ofrece una prueba gratuita de 45 días como limitante. Xampp permite el ingreso de usuarios de forma sencilla y desde cualquier lugar, por lo cual el trabajo colaborativo se facilita. Por esta razón Moodle Cloud en su versión 3.9 fue la elegida para llevar a cabo el desarrollo.

Por otra parte, para la construcción de la aplicación era necesario obtener la información de los cuestionarios generados en Moodle y exponerlos a través del aplicativo a desarrollar; para ello se hizo uso del *web service* "Moodle Mobile" que ofrece una amplia gama de funcionalidades, entre las cuales se encuentra la obtención de la información crucial para el desarrollo de la aplicación. Las funciones utilizadas para el desarrollo fueron:

- *mod_generate_token*
- *mod_get_quizzes_by_courses*
- *mod_quiz_start_attempt*
- *mod_quiz_get_attempt_data*
- *mod_quiz_process_attempt*
- *Mod_quiz_get_attempt_review*

En el apartado de construcción de la aplicación de este documento se especifica que uso se dio a cada una de estas funciones.

Finalmente, se evaluó la forma en la cual se desplegarían los cuestionarios en realidad aumentada con Vuforia. Para ello se tomaron en cuenta tres factores principales:

- Capacidad de despliegue en diferentes entornos.
- Facilidad de implementación.
- Capacidad de la aplicación para integrar esta funcionalidad con las demás.

Teniendo en cuenta los tres criterios mencionados se evaluaron las siguientes opciones:

- *Image Target*: permite la selección de una imagen como objetivo para desplegar los objetos de realidad aumentada. Este cuenta con la capacidad de ser desplegado solamente si el usuario posee el *image target*, su implementación es sencilla y la capacidad de integración con otros elementos de la aplicación como botones es baja, debido a que limita la funcionalidad de los mismos al espacio del *image target*.
- *User Defined Target*: permite al usuario definir una imagen como objetivo para desplegar los objetos de realidad aumentada. Este cuenta con la capacidad de ser desplegado en cualquier lugar; el usuario determina este mediante el *image target* que seleccione, su implementación es sencilla; sin embargo, cuenta con la misma limitante frente a la capacidad de integración que el *image target*. Además, el soporte de *Vuforia* para esta funcionalidad terminó, por lo cual su implementación no fue evaluada ni tomada en cuenta.
- *Ground Plane Detection*: permite la detección de superficies planas como objetivo para desplegar los objetos de realidad aumentada. Este posee la capacidad de ser desplegado en cualquier lugar donde se encuentre una superficie plana, de preferencia horizontal, su implementación es sencilla y cuenta con una alta capacidad de integración con los demás componentes desarrollados. Debido al análisis presentado anteriormente, se decidió realizar el desarrollo haciendo uso del *Ground Plane Detection*.

4.3.2. Construcción de la aplicación

El desarrollo de la aplicación se realizó tomando como base las siguientes funcionalidades del *Web Service* de Moodle “*Moodle Mobile Web Service*”:

- *mod_generate_token*: permite generar un token para un usuario haciendo uso de las credenciales de este, el cual es usado para permitir al usuario acceder a las demás funcionalidades del servicio que son expuestas a continuación.
- *mod_get_quizzes_by_courses*: permite obtener la lista de cuestionarios existentes en los diferentes cursos de Moodle.
- *mod_quiz_start_attempt*: permite iniciar un intento de un cuestionario.
- *mod_quiz_get_attempt_data*: permite obtener la información referente al estado, las preguntas y respuestas, entre otros datos de un intento de un cuestionario.
- *mod_quiz_process_attempt*: permite guardar la información del cuestionario y terminar el intento.
- *mod_quiz_get_attempt_review*: permite obtener la información de los resultados de un cuestionario.
- *Mod_quiz_save_attempt*: permite guardar la información en un momento concreto del intento.

Haciendo uso de los servicios mencionados, se construyeron tres módulos principales que permiten cumplir con los requerimientos propuestos para la aplicación. El primero es el módulo de *login* que permite el ingreso de usuarios haciendo uso del usuario y contraseña de Moodle; el segundo es el módulo de lectura de QR, este módulo permite escanear un código QR con la información del cuestionario que se desea desplegar; finalmente el módulo de cuestionarios permite visualizar y dar respuesta a un cuestionario en realidad aumentada.

La interacción con la aplicación se da mediante el uso de la pantalla táctil del dispositivo móvil, para el módulo de los cuestionarios se hizo uso de *RayCasting* para capturar las acciones del usuario.

Al momento de desarrollar la aplicación se encontraron ciertas limitaciones las cuales son:

- El cuestionario generado en Moodle no debe contar con una contraseña para acceso.
- El cuestionario generado en Moodle debe contener todas las preguntas en una misma página.
- Se desarrolla la aplicación para funcionar con preguntas de selección múltiple y de tipo verdadero o falso.
- Las preguntas de selección múltiple deben contar con una única respuesta.
- Las preguntas deben contar con opciones de respuestas compuestas de solo texto, para esta versión de la aplicación no se contempla el uso de imágenes en respuestas.
- Si se inicia un intento dentro de la aplicación, este debe ser terminado y cerrado con la misma, de lo contrario se deberá acceder a Moodle para concluir.

La aplicación generada se puede encontrar en formato APK en el anexo G.

4.3.3. Pruebas

Se realizaron pruebas de aceptación de usuario, en las cuales se evaluó con el director del proyecto el cumplimiento de los requisitos propuestos, además de las diferentes funcionalidades del sistema y su funcionamiento general. Durante estas pruebas se encontraron diversos bugs, estos varían dependiendo del dispositivo en el cual la

aplicación se probaba, por lo que se tiene la hipótesis de que se generan debido al giroscopio del celular, la cámara y la ubicación espacial del mismo.

Las pruebas fueron realizadas en los siguientes dispositivos:

- Pc
- xiaomi redmi note 8
- xiaomi Mi 9T Pro
- Huawei y7
- Samsung Galaxy S10+
- Xiaomi a3

4.3.3.1. Lista de chequeo de prerrequisitos

La tabla 11 muestra la lista de chequeo de prerrequisitos para las pruebas de aceptación.

Tabla 11. Lista de chequeo de prerrequisitos.

Documento	Disponibl e	Aprobado
Cronograma del proyecto	Si	Si
Requerimientos	Si	Si
Casos de uso	Si	Si
Especificación de diseño	Si	Si

Código fuente	Si	Si
---------------	----	----

Fuente: elaboración propia.

4.3.3.2. Pruebas de aceptación de usuario

La tabla 12 muestra el formato de pruebas de aceptación de usuario; en dicho formato se evalúan diferentes aspectos inherentes a la experiencia de usuario ofrecida por la aplicación.

Tabla 12. Formato de aceptación de usuario.

Aspecto	Valoración (0 a 5)
¿Es simple el vocabulario utilizado en la aplicación?	3.0
¿El sistema es fácil de operar?	3.0
¿Se entiende la interfaz y su contenido?	3.0
¿Son apropiados los mensajes mostrados en la aplicación?	3.0
¿La navegación por la aplicación es cómoda?	3.0

Fuente: elaboración propia.

Tras la evaluación realizada por el usuario y teniendo en cuenta las observaciones realizadas por el mismo a través de diversas reuniones, se realizó una depuración de la aplicación y se solicitó al mismo realizar una nueva evaluación de la aplicación los resultados del formato de aceptación para esta segunda evaluación son los presentados en la tabla 13.

Tabla 13. Formato de aceptación de usuario 2.

Aspecto	Valoración (0 a 5)
¿Es simple el vocabulario utilizado en la aplicación?	4.5
¿El sistema es fácil de operar?	4.5
¿Se entiende la interfaz y su contenido?	4.5
¿Son apropiados los mensajes mostrados en la aplicación?	4.5
¿La navegación por la aplicación es cómoda?	4.5

Fuente: elaboración propia.

4.3.3.3. Pruebas de integración

Se realizaron pruebas de integración para los diferentes módulos desarrollados, cada uno fue desarrollado de forma independiente, y posteriormente se probó su correcto funcionamiento al integrarlo con los demás módulos. Se desarrollaron los siguientes módulos:

- Módulo de autenticación o *login*.
- Módulo de lectura de QR.
- Módulo de despliegue de AR.
- Módulo de cuestionarios.
- Módulo de resultados.

El módulo de autenticación fue desarrollado con el objetivo de identificar los usuarios registrados en Moodle, para conceder acceso a los demás módulos. Este módulo abre paso directamente al módulo de lectura de QR y permite la identificación del usuario; esta información es usada para el funcionamiento de los demás módulos.

Resultado: la integración en el sistema del módulo de autenticación es correcta.

El módulo de lectura de QR permite la obtención de la información sobre los cursos y los cuestionarios a los que tiene acceso el usuario autenticado en el módulo anterior. Esta información es necesaria para conceder acceso al módulo de cuestionarios y posteriormente al módulo de resultados.

Resultado: la integración en el sistema del módulo de lectura de QR es correcta.

El módulo de despliegue de realidad aumentada es el que hace posible desplegar los módulos de cuestionarios y resultados. La importancia de este módulo radica en que permite al usuario la interacción con los módulos consecuentes desarrollados en AR.

Resultado: la integración en el sistema del módulo de despliegue de AR es correcta.

El módulo de cuestionarios es el encargado de permitir al usuario la visualización e interacción general con la información referente a los cuestionarios. Este es el módulo principal del sistema.

Resultado: la integración en el sistema del módulo de cuestionarios es correcta.

4.3.3.4. Pruebas de caja negra

Se desarrollaron pruebas funcionales bajo el modelo de caja negra de los diferentes módulos del sistema, esto con el objetivo de verificar que las reglas de negocio propuestas funcionaran de manera correcta. Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas se pueden observar en el anexo F.

La figura 20 muestra la pre visualización de los resultados obtenidos en las pruebas de caja negra; la figura muestra un identificador para cada caso, una descripción general del mismo, el módulo en el cual se efectúa la prueba, la prioridad de la misma, las precondiciones para la ejecución de la prueba, las entradas y finalmente los resultados esperados y obtenidos durante la ejecución.

Figura 20. Pruebas de caja negra

Identificador	Descripción	Módulo	Prioridad	Precondiciones	Entradas	Resultados esperados	Resultados obtenidos
P01	Se intenta iniciar sesión sin ingresar credenciales	Autenticación	Alta	N/A	N/A	El sistema niega el acceso y se muestra mensaje de error al usu	El sistema niega el acceso y se muestra mensaje de error al usu
P02	Se intenta iniciar sesión con credenciales incorrectas	Autenticación	Alta	N/A	Usuario, contraseña	El sistema niega el acceso y se muestra mensaje de error al usu	El sistema niega el acceso y se muestra mensaje de error al usu
P03	Se intenta iniciar sesión con credenciales válidas	Autenticación	Alta	N/A	Usuario, contraseña	El sistema concede el acceso y se despliega el módulo de lectur	El sistema concede el acceso y se despliega el módulo de lectur
P04	Se intenta escanear un código no QR	Lectura de QR	Media	Usuario logueado	Código no QR	El sistema muestra al usuario mensaje indicando que debe escan	El sistema muestra al usuario mensaje indicando que debe escan
P05	Se intenta escanear un código QR inválido	Lectura de QR	Alta	Usuario logueado	Código QR inválido	El sistema muestra un mensaje indicando que el QR no es válido	El sistema muestra un mensaje indicando que el QR no es válido
P06	Se intenta escanear un código QR válido	Lectura de QR	Alta	Usuario logueado	Código QR válido	El sistema lee el código QR y se muestra el módulo de desplieg	El sistema lee el código QR y se muestra el módulo de desplieg
P07	Se intenta escanear una superficie no plana	Despliegue de AR	Alta	Usuario logueado, QR válido escaneado	Superficie no plana	El sistema muestra un mensaje indicando que el usuario debe es	El sistema muestra un mensaje indicando que el usuario debe es
P08	Se intenta escanear una superficie plana	Despliegue de AR	Alta	Usuario logueado, QR válido escaneado	Superficie plana	El sistema despliega el módulo de cuestionarios	El sistema despliega el módulo de cuestionarios
P09	Se intenta escanear el Emulador Ground Plane	Despliegue de AR	Alta	Usuario logueado, QR válido escaneado	Emulador Ground Plane	El sistema despliega el módulo de cuestionarios	El sistema despliega el módulo de cuestionarios
P10	Se intenta comenzar un intento en un cuestionario al que no se tiene acce	Cuestionarios	Alta	Usuario logueado, QR válido escaneado, AR desplegada	Botón "comenzar intento" presionado	El sistema muestra que se encontró un error al intentar acceder	El sistema muestra que se encontró un error al intentar acceder
P11	Se intenta comenzar un intento en un cuestionario cerrado	Cuestionarios	Alta	Usuario logueado, QR válido escaneado, AR desplegada	Botón "comenzar intento" presionado	El sistema muestra que se encontró un error al intentar acceder	El sistema muestra que se encontró un error al intentar acceder
P12	Se intenta comenzar un intento con intento en curso	Cuestionarios	Alta	Usuario logueado, QR válido escaneado, AR desplegada	Botón "comenzar intento" presionado	El sistema muestra un mensaje preguntando si se desea contin	El sistema muestra un mensaje preguntando si se desea contin
P13	Se intenta ir a la pregunta anterior desde la primera pregunta de un cuestio	Cuestionarios	Media	Usuario logueado, QR válido escaneado, AR desplegada, intento en co	Botón de "Anterior" presionado	El sistema permanece en la pregunta actual	El sistema permanece en la pregunta actual
P14	Se intenta ir a la pregunta siguiente desde la última pregunta de un cuestio	Cuestionarios	Media	Usuario logueado, QR válido escaneado, AR desplegada, intento en co	Botón de "Siguiente" presionado	El sistema muestra la pantalla de resumen del intento	El sistema muestra la pantalla de resumen del intento
P15	Se intenta terminar el intento	Cuestionarios	Alta	Usuario logueado, QR válido escaneado, AR desplegada, intento en co	Botón "Terminar intento" presionado	El sistema muestra la pantalla de resumen del intento	El sistema muestra la pantalla de resumen del intento
P16	Se intenta enviar todo	Cuestionarios	Alta	Usuario logueado, QR válido escaneado, AR desplegada, intento en co	Botón "Enviar todo y terminar" presion	El sistema envía los resultados del intento a moodle y muestra la	El sistema envía los resultados del intento a moodle y muestra la

Fuente: elaboración propia

4.4. EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN

4.4.1. Taller de prueba

Se realizó un taller de prueba haciendo uso de la aplicación *Google Meet*, en la cual se proporcionó la aplicación desarrollada a un grupo de usuarios, para que resolvieran un cuestionario con sus dispositivos móviles. La prueba se llevó a cabo desde la instalación de la aplicación y ésta concluyó con un formato de evaluación de diferentes características de la aplicación que diligenciaron los usuarios.

4.4.2. Evaluación de la aplicación

La evaluación de la aplicación se dio mediante un formulario construido en Google Formularios; dicho formulario complementa el formato de pruebas de aceptación de usuario y los resultados de este pueden ser encontrados en el anexo C.

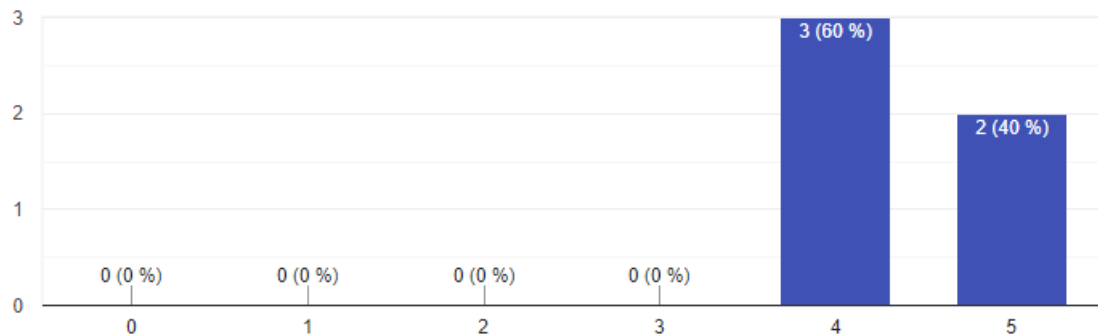
A continuación, en las figuras desde la 21 hasta la 31 se muestra un resumen de las diversas preguntas realizadas en el formato de evaluación propuesto tras realizar el taller de prueba para la aplicación.

En la figura 21 se puede observar el resumen de la primera pregunta formulada a los usuarios participantes del taller de prueba.

Figura 21. Primera pregunta formato evaluación

¿Qué tan familiar a Moodle le pareció la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).

5 respuestas



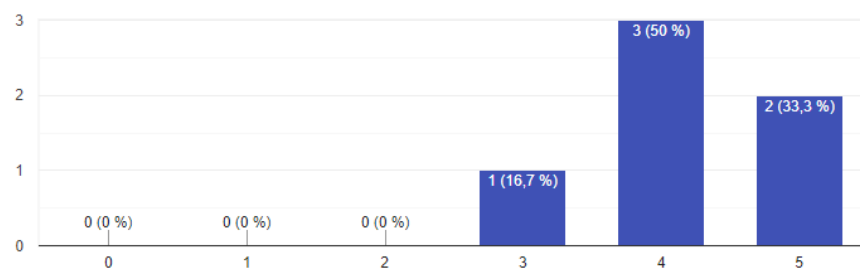
Fuente: Google Forms

En la figura 22 se puede observar el resumen de la segunda pregunta formulada a los usuarios participantes del taller de prueba.

Figura 22. Segunda pregunta formato evaluación

¿Qué tan fácil le resultó hacer uso de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).

6 respuestas



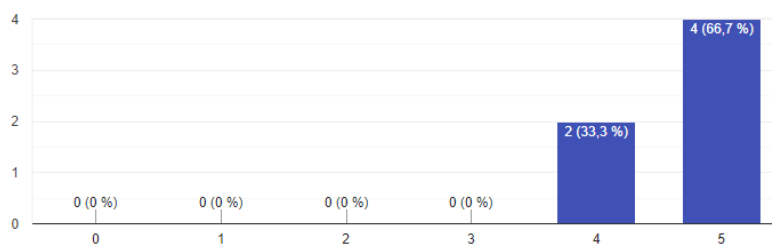
Fuente: Google Forms

En la figura 23 se puede observar el resumen de la tercera pregunta formulada a los usuarios participantes del taller de prueba.

Figura 23. Tercera pregunta formato evaluación

¿Qué tan probable es que recomiende la aplicación a un amigo/amiga u otro estudiante?
(Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).

6 respuestas



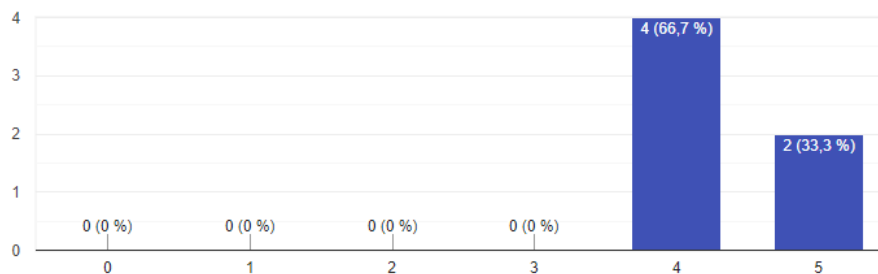
Fuente: Google Forms

En la figura 24 se puede observar el resumen de la cuarta pregunta formulada a los usuarios participantes del taller de prueba.

Figura 24. Cuarta pregunta formato evaluación

¿Qué tan satisfecho/a está con la integración presentada de los cuestionarios con la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).

6 respuestas



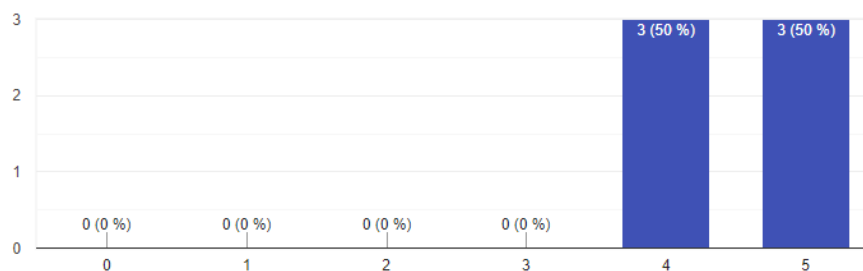
Fuente: Google Forms

En la figura 25 se puede observar el resumen de la quinta pregunta formulada a los usuarios participantes del taller de prueba.

Figura 25. Quinta pregunta formato evaluación

¿Qué tan satisfecho/a está con la apariencia de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).

6 respuestas



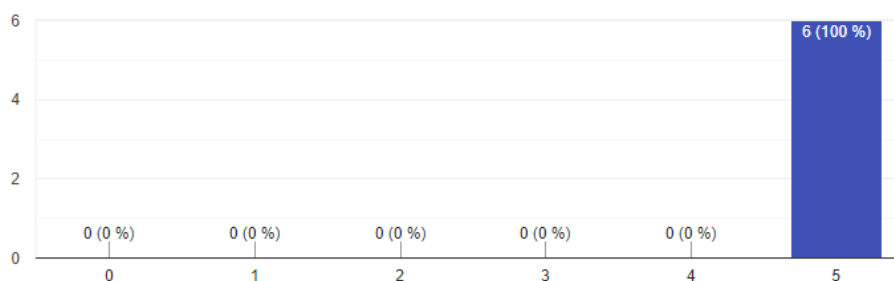
Fuente: Google Forms

En la figura 26 se puede observar el resumen de la sexta pregunta formulada a los usuarios participantes del taller de prueba.

Figura 26. Sexta pregunta formato evaluación

¿Qué tan satisfecho/a está con la capacidad de funcionamiento del módulo de lectura de QR de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).

6 respuestas



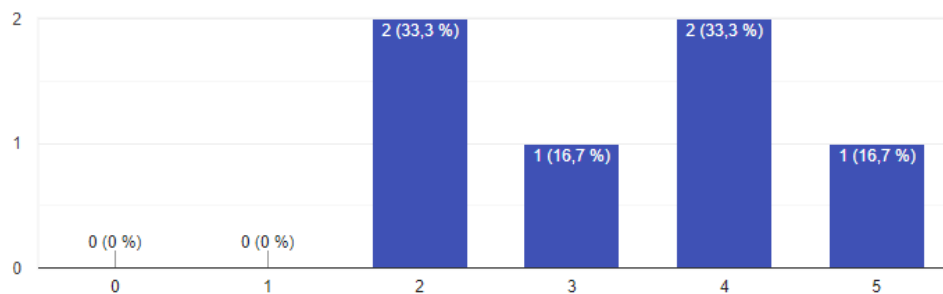
Fuente: Google Forms

En la figura 27 se puede observar el resumen de la séptima pregunta formulada a los usuarios participantes del taller de prueba.

Figura 27. Séptima pregunta formato evaluación

¿Qué tan satisfecho/a está con la capacidad de detección de superficies para desplegar el cuestionario? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).

6 respuestas



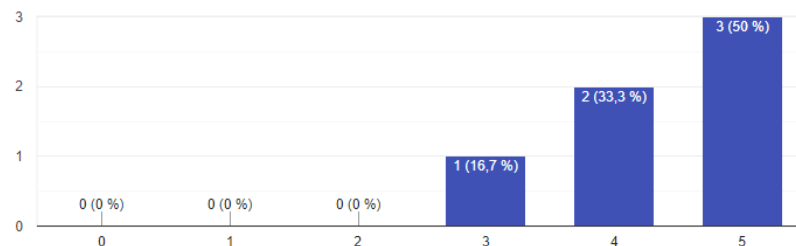
Fuente: Google Forms

En la figura 28 se puede observar el resumen de la octava pregunta formulada a los usuarios participantes del taller de prueba.

Figura 28. Octava pregunta formato evaluación

¿Qué tan satisfecho está con la experiencia general al hacer uso de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).

6 respuestas



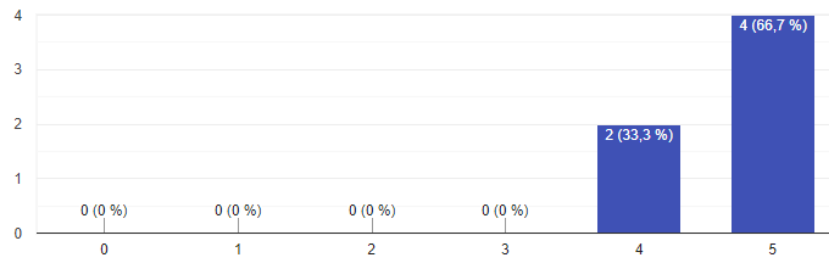
Fuente: Google Forms

En la figura 29 se puede observar el resumen de la novena pregunta formulada a los usuarios participantes del taller de prueba.

Figura 29. Novena pregunta formato evaluación

¿Qué tan probable es que quiera volver a hacer uso de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).

6 respuestas



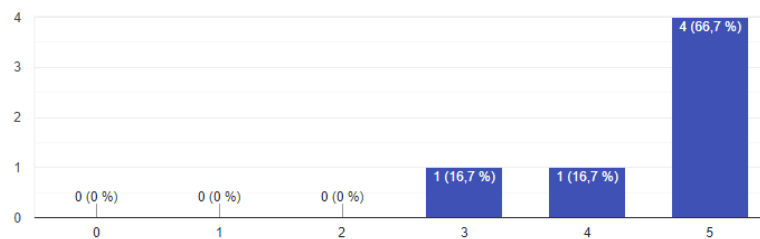
Fuente: Google Forms

En la figura 30 se puede observar el resumen de la décima pregunta formulada a los usuarios participantes del taller de prueba.

Figura 30. Décima pregunta formato evaluación

¿Cuál fue su nivel de entretenimiento o inmersión al hacer uso de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).

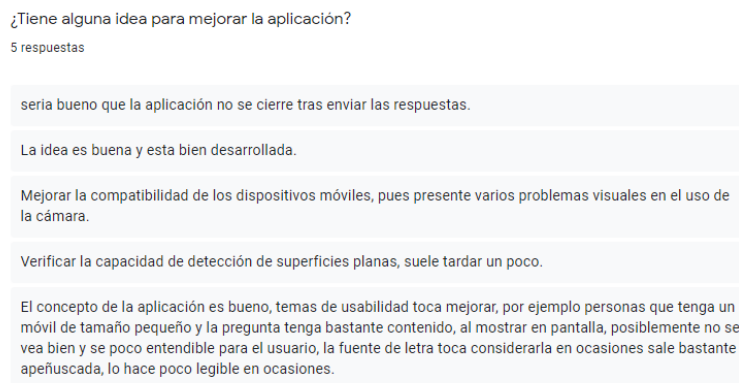
6 respuestas



Fuente: Google Forms

En la figura 31 se puede observar el resumen de la décimo primera pregunta formulada a los usuarios participantes del taller de prueba; en ella se evidencian las sugerencias realizadas por los usuarios para mejorar la aplicación.

Figura 31. Décimo primera pregunta formato evaluación



Fuente: Google Forms

5. RESULTADOS

La aplicación desarrollada permite dar respuesta a la pregunta formulada en el primer capítulo del presente documento. ¿Cómo visualizar y dar respuesta a un cuestionario generado en un LMS haciendo uso de una tecnología inmersiva, como estrategia para aumentar la participación de estudiantes en clase planteado en el proyecto denominado “Asistente tecnológico para el mejoramiento de los procesos de enseñanza en programas de educación a distancia, utilizando gafas de realidad mixta”?

La solución encontrada fue hacer uso de los servicios web ofrecidos por Moodle a través de su API, para de esta manera obtener la información necesaria para la construcción de la aplicación en realidad aumentada como tecnología inmersiva seleccionada.

Para llevar a cabo la solución propuesta se abordaron los diferentes objetivos, comenzando por el análisis de las tecnologías inmersivas existentes; esto es evidenciable en los diferentes documentos de resultados y en los capítulos tres y cuatro del documento.

Posteriormente, se determinó el diseño de la capa lógica y visual de la aplicación haciendo uso de la ingeniería de software; para ello se construyeron diferentes artefactos como los diagramas de flujo, actividades y casos de uso, entre otros. Este diseño puede ser encontrado en la aplicación de la metodología en su segunda etapa.

Para establecer el mecanismo de conexión entre Moodle y la aplicación, se hizo uso de la API de Moodle y los servicios Web ofrecidos por la misma. Finalmente, el mecanismo de activación para la realidad aumentada fue determinado mediante la obtención de información a través de un código QR y el despliegue se da mediante la detección de una superficie plana, lo que permitió desarrollar la capa de información visual en realidad aumentada.

Como resultado de las diferentes actividades planteadas que abordan los objetivos establecidos en el primer capítulo del documento, se construyó la aplicación que permite al usuario interactuar con los cuestionarios mediante realidad aumentada haciendo uso de un dispositivo móvil.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Gracias a los servicios Web expuestos en el cuarto capítulo, la aplicación permite la visualización y respuesta de cuestionarios generados en Moodle haciendo uso de una tecnología inmersiva. Si bien el asistente tecnológico planteado en el proyecto de investigación tiene como objetivo hacer uso de gafas de realidad mixta, a través del trabajo desarrollado en este proyecto, es posible evidenciar la manera de obtener la información de los cuestionarios de Moodle y el desarrollo de un aplicativo que se alimente por dicha información para ser representada en una tecnología inmersiva.

Durante el desarrollo de la aplicación se encontraron ciertas limitaciones, por lo cual fueron establecidas restricciones para permitir el funcionamiento correcto de la misma; una de ellas fue la necesidad de generar cuestionarios en una sola página debido a que, de lo contrario, la lógica de la aplicación se vuelve altamente compleja para obtener la información de este.

Por otra parte, al hacer uso del *Ground Plane* fue posible permitir a los usuarios determinar el lugar donde desean desplegar la realidad aumentada, con tan solo escanear una superficie plana. Sin embargo, esta herramienta posee un limitante referente al despliegue, y es que una vez realizado, si se desea tener una interacción funcional con los componentes desplegados debe mantenerse fija el área seleccionada; de lo contrario con cada entrada touch que genere el usuario, la aplicación tratará de encontrar una nueva superficie empeorando drásticamente la experiencia de usuario. Para dar solución, se implementó un botón que permita al usuario elegir cuándo desea volver a ubicar la capa de contenido.

7. TRABAJO FUTURO

Se plantea como trabajo futuro ampliar las características de la aplicación buscando una manera de sobreponerse a las limitaciones expuestas en el cuarto capítulo; limitaciones como:

- Permitir hacer uso de la aplicación para resolver cuestionarios con restricciones de acceso.
- Implementación de una gama más alta de diferentes tipos de preguntas.
- Permitir la visualización y respuesta de cuestionarios generados en más de una página.
- Permitir hacer uso de imágenes para las opciones de respuesta.

Finalmente, se plantea realizar una portabilidad de la aplicación para los Hololens, para ofrecer de esta manera una experiencia con realidad mixta.

8. GLOSARIO

API: interfaz de programación de aplicaciones, es un conjunto de protocolos utilizados para el desarrollo e integración entre aplicaciones. Las API permiten a los productos y servicios de software establecer una comunicación con otros (Redhad, 2020).

APK: Android Application Package, hace referencia a un archivo ejecutable de aplicaciones para dispositivos con sistema operativo Android. Es usado para la distribución e instalación de componentes (Samsung, 2018).

Código QR: es un código de barras de tipo bidimensional cuadrado que cuenta con la capacidad de almacenar información codificada (UnitagQr, 2020).

Emulador: es un programa de computadora que emula o imita otro dispositivo, sistema o programa junto con sus características principales (Wells III, 2020).

HCI: Human Computer Interaction, hace referencia a la evaluación dada para medir la experiencia de usuario a la hora de diseñar una interacción con una computadora, en esta evaluación se tiene presente si el software a crear es usable, seguro y funcional (Lacalle, 2009).

HMD: Head Mounted Display, es un tipo de pantalla de computadora el cual es usado sobre la cabeza del usuario (techopediA, 2017).

LMS: Learning Management System, son sistemas diseñados para facilitar la gestión del aprendizaje, permite compartir información y el trabajo a través de una aplicación para facilitar el proceso de aprendizaje (Pappas, 2017).

Tecnologías inmersivas: son la aplicación de tecnologías como realidad virtual, aumentada o mixta en prácticas industriales, empresariales o de educación para la reproducción de contenido informativo o práctico (García, 2020).

Token: es un mecanismo de seguridad generado para la autenticación de privilegios de un usuario al hacer uso de un servicio de software.

Web Service: es un conjunto de protocolos y estándares para el intercambio de datos entre diferentes aplicaciones y para permitir la integración entre las mismas (culturación, 2020).

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdullah, M.Y., Bakar, N.R.A, Mahbob, & M.H. (2012). Student's Participation in Classroom: What Motivates them to Speak Up? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51; 516-522.

Annamalai, S. (14 de 03 de 2019). WCU-LA Anatomy Students See Full Letter Grade Improvement Using HoloLens. *West Coast University*. Obtenido de <https://westcoastuniversity.edu/pulse/health-e-news/wcu-partners-with-microsoft-to-integrate-augmented-reality-into-student-learning-experience.html>

Annamalai, S. (04 de 04 de 2019). Maximizing Learning Outcomes by Implementing Augmented Reality Technology. *West Coast University*. Obtenido de <https://westcoastuniversity.edu/pulse/health-e-news/maximizing-learning-outcomes-by-implementing-augmented-reality-technology.html>

- AR Foundation. (2020). About AR Foundation. Obtenido de <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@2.2/manual/index.html>
- Bray, B. (21 de marzo de 2018). *Spatial Mapping*. Obtenido de <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/spatial-mapping>
- Bray, B. (21 de marzo de 2018). *What is Mixed Reality*. Obtenido de <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/mixed-reality>
- Bree, P. (11 de 2019). ¿Qué es la tecnología háptica?, *INNOVADORES*. Obtenido de <https://innovadores.larazon.es/es/que-es-la-tecnologia-haptica/>
- Bonasio, A. (2020). *Immersive Experiences in Education*. Microsoft. Obtenido de https://edudownloads.azureedge.net/msdownloads/MicrosoftEducation_Immersive_Experiences_Education_2019.pdf
- SCORM. (2020). SCORM. iSpring. Obtenido de https://www.ispring.es/ispringsuite?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=es_suite_colombia_new&utm_term=scorm&utm_content=105680344226&ad_group=suite_scorm_development&gclid=Cj0KCQjwwOz6BRCgARIsAKEG4FUWSs6QmxDMtCyHre34qh8P14NMTxHes_F7IMMAknozmpYbYft7ivlaAm8VEALw_wcB
- cinedito. (2019). *cinedito*. E-LEARNING Y TELEINMERSIÓN. Obtenido de <https://cinedito.wordpress.com/e-learning-y-teleinmersion/>
- Congreso de la República. (31 de diciembre de 2019). *LEY ESTATUTARIA 1581 DE 2012*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1581_2012.html

Corporation, M. (2019). Compilar juegos Unity con Visual Studio. *Visual Studio*.
Obtenido de <https://visualstudio.microsoft.com/es/vs/unity-tools/>

Cuervo, V. (14 de febrero de 2019). ¿Qué es Postman? Obtenido de
<http://www.arquitectoit.com/postman/que-es-postman/#:~:text=Postman%20nace%20como%20una%20herramienta,una%20extensi%C3%B3n%20de%20Google%20Chrome.>

Culturacion. (2020). ¿Qué es y para qué sirve un Web Service?. Obtenido de
<https://culturacion.com/que-es-y-para-que-sirve-un-web-service/>

CyberPulse. (2018). Immersive. *CyberPulse.com*. Obtenido de
<https://cyberpulse.info/category/immersive/>

García, J. (2020). ¿Qué son las tecnologías inmersivas?. Obtenido de
<https://www.telcel.com/empresas/tendencias/notas/que-son-tecnologias-inmersivas>

Interaction Design Foundation. (octubre de 2019). *Augmented Reality – The Past, The Present and The Future*. Obtenido de <https://www.interaction-design.org/literature/article/augmented-reality-the-past-the-present-and-the-future>

Knowly (8 de julio de 2020). History of LMS. Obtenido de
<https://www.easy-lms.com/knowledge-center/lms-knowledge-center/history-of-lms/item10401#:~:text=The%20first%20LMS%20was%20developed,to%20fill%20in%20the%20answer.>

- Lacalle, A. (febrero de 2009). HCI, su usabilidad y su relación con el diseño de interacción. Obtenido de <http://albertolacalle.com/hci.htm>
- Microsoft. (2020). *Microsoft. Mixed Reality for Education*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/en-us/education/mixed-reality>
- Moodle (31 de agosto de 2020). Acerca de Moodle. Obtenido de https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle
- Moodle (8 de marzo de 2018). Guía rápida de Calificación. Obtenido de https://docs.moodle.org/all/es/Gu%C3%ADa_r%C3%A1pida_de_Calificaci%C3%B3n
- Moodle (1 de diciembre de 2016) Módulo cuestionario. Obtenido de https://docs.moodle.org/all/es/M%C3%B3dulo_cuestionario
- Mouyal, N. (13 de agosto de 2018). *A brief history of immersive technologies*. Obtenido de <https://medium.com/e-tech/a-brief-history-of-immersive-technologies-7f98cdcd8aa2>
- MRTK. (2020). Getting Started with MRTK. Obtenido de <https://microsoft.github.io/MixedRealityToolkitUnity/Documentation/GettingStartedWithTheMRTK.html>
- Pappas, C. (03 de diciembre de 2017). *eLearning Industry*. Obtenido de <https://elearningindustry.com/what-is-an-lms-learning-management-system-basic-functions-features>
- Pappas, C. (3 de diciembre de 2017). What is a learning management system? LMS basic functions and features you must know. Obtenido de

<https://elearningindustry.com/what-is-an-lms-learning-management-system-basic-functions-features>

RedHat (agosto de 2020). Qué son las API y para qué sirven. Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces>

Rodríguez, C. (2019). Asistente Tecnológico para el Mejoramiento de los Procesos de Enseñanza en Programas de Educación a Distancia Utilizando Gafas de Realidad Mixta. UAN.

Rouse, M. (mayo de 2017). head tracking. *WhatIs.com*. Obtenido de <https://whatis.techtarget.com/definition/head-tracking>

Rouse, M. (2018). emulation. *WhatIs.com*. Obtenido de <https://whatis.techtarget.com/definition/emulation>

Samsung (20 de abril de 2018). ¿Qué es un APK?. Obtenido de <https://www.samsung.com/latin/support/mobile-devices/what-is-an-apk/>

Serra Toledo, R., Vega Cruz, G., Ferrat Zaldo, A., Lunazzi, J., & Magalhaes, D. (2009). El holograma y su utilización como un medio de enseñanza. *Revista Brasileira de Ensino de Fisica*.

Stereolabs. (2020). *Spatial Mapping Overview*. Obtenido de <https://www.stereolabs.com/docs/spatial-mapping/>

Strickland, J. (10 de agosto de 2007). *How Virtual Reality Gear Works*. Obtenido de <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/VR-gear.htm>

- Techopedia. (4 de junio de 2017). Head-Mounted Display (HMD). Obtenido de <https://www.techopedia.com/definition/2342/head-mounted-display-hmd>
- Tobar, E. (agosto de 2017). ¿Qué es un Learning Management System y cómo adaptarlo?, *e-Learning Masters*. Obtenido de <http://elearningmasters.galileo.edu/2017/08/09/learning-management-system/>
- Tovar, B. P. (2017). propuesta metodológica para la construcción de objetos virtuales de aprendizaje basados en realidad aumentada. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062014000200003
- UnitagQR. (2020). ¿Qué es un código QR?. Obtenido de <https://www.unitag.io/es/qrcode/what-is-a-qrcode>
- Unity. (2020). Unity para Windows Mixed Reality. *Unity*. Obtenido de <https://unity3d.com/es/partners/microsoft/mixed-reality>
- Unity. (2020). Unity para todos. *Unity*. Obtenido de <https://unity.com/es>
- Vegas, E. (08 de septiembre de 2019). ¿Qué es la Realidad Disminuida?, *Emiliusvgs*. Obtenido de <https://emiliusvgs.com/que-es-realidad-disminuida/>
- Vierra, R. (2020). *Immersive Experiences in Education*. Microsoft. Obtenido de https://edudownloads.azureedge.net/msdownloads/MicrosoftEducation_Immersive_Experiences_Education_2019.pdf
- Watters, A. (02 de Julio de 2016). *Virtual Reality in Education: A History*. Obtenido de <http://hackeducation.com/2016/07/02/virtual-reality>

Workman, R. (23 de mayo de 2013). What is a Hologram?. LIVESCIENCE.

Obtenido de <https://www.livescience.com/34652-hologram.html>

Wells III Earl Robert. (04 de agosto de 2020). What is an Emulator? Obtenido de

<https://www.lifewire.com/what-is-an-emulator-4687005>

10. ANEXOS

Anexo A: Resultados análisis del negocio.

Este anexo hace referencia al documento de resultados generado en la primera etapa de la metodología de desarrollo para el proyecto; puede encontrarse entre los archivos adjuntos a este proyecto.

Anexo B: Resultados diseño y selección de herramientas.

Este anexo hace referencia al documento de resultados generado en la segunda etapa de la metodología de desarrollo para el proyecto; puede encontrarse entre los archivos adjuntos a este proyecto.

Anexo C: Formato de evaluación.

Pregunta	10/26/20 20 22:42:39	10/26/20 20 23:16:55	10/26/20 20 23:17:13	10/26/20 20 23:17:34	10/26/20 20 23:18:11	10/26/20 20 23:19:04
¿Qué tan familiar a Moodle le pareció la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).		4	4	4	5	5
¿Qué tan fácil le resultó hacer uso de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).	4	3	4	4	5	5
¿Qué tan probable es que recomiende la aplicación a un amigo/amiga u otro estudiante? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).	5	4	5	4	5	5
¿Qué tan satisfecho/a está con la integración presentada de los cuestionarios con la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).	5	4	5	4	4	4
¿Qué tan satisfecho/a está con la apariencia de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).	5	4	5	4	5	4
¿Qué tan satisfecho/a está con la capacidad de funcionamiento del	5	5	5	5	5	5

módulo de lectura de QR de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).						
¿Qué tan satisfecho/a está con la capacidad de detección de superficies para desplegar el cuestionario? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).	4	2	2	4	5	3
¿Qué tan satisfecho está con la experiencia general al hacer uso de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).	5	3	4	4	5	5
¿Qué tan probable es que quiera volver a hacer uso de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).	5	4	5	4	5	5
¿Cuál fue su nivel de entretenimiento o inmersión al hacer uso de la aplicación? (Califique de 0 a 5 donde 5 es la nota más alta).	5	3	5	4	5	5

Anexo D: Emulator Ground Plane

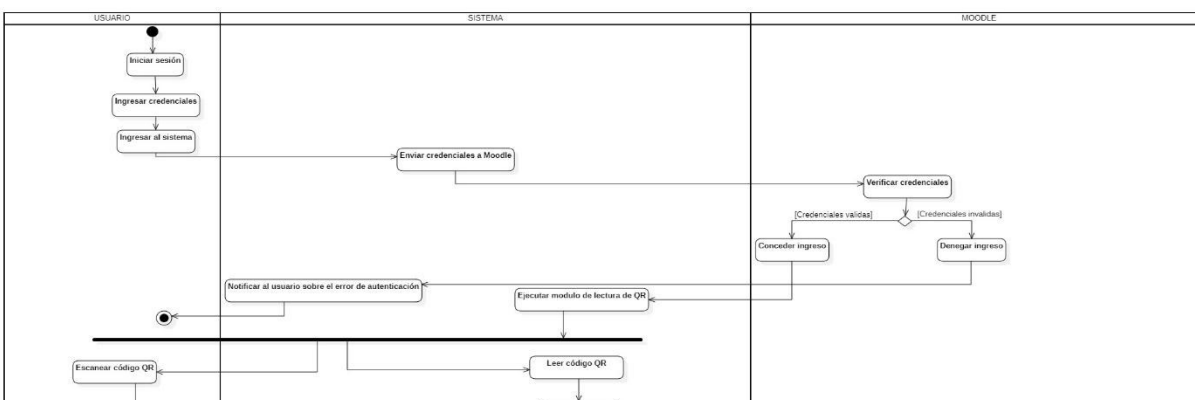
El emulador ground plane le permitirá simular una superficie plana en caso de que la aplicación no detecte una real.



A4



Anexo E: Diagrama de actividades



Anexo F: Pruebas de caja negra

La siguiente tabla permite observar los resultados obtenidos durante las pruebas de caja negra realizadas a la aplicación al final de la tercera etapa de la metodología de desarrollo.

Tabla anexa. Pruebas de caja negra

Identificador	Descripción	Modulo	Prioridad	Precondiciones	Entradas	Resultados esperados	Resultados obtenidos	Aprobación
P01	Se intenta iniciar sesión sin ingresar credenciales	Autenticación	Alta	N/A	N/A	El sistema niega el acceso y se muestra mensaje de error al usuario	El sistema niega el acceso y se muestra mensaje de error al usuario	X
P02	Se intenta iniciar sesión con credenciales incorrectas	Autenticación	Alta	N/A	Usuario, contraseñas	El sistema niega el acceso y se muestra mensaje de error al usuario	El sistema niega el acceso y se muestra mensaje de error al usuario	X
P03	Se intenta iniciar sesión con credenciales validas	Autenticación	Alta	N/A	Usuario, contraseñas	El sistema concede el acceso y se despliega el módulo de lectura de QR	El sistema concede el acceso y se despliega el módulo de lectura de QR	X
P04	Se intenta escanear un código no QR	Lectura de QR	Media	Usuario logueado	Código no QR	El sistema muestra al usuario mensaje indicando que debe escanear un código QR	El sistema muestra al usuario mensaje indicando que debe escanear un código QR	X
P05	Se intenta escanear un código QR invalido	Lectura de QR	Alta	Usuario logueado	Código QR invalido	El sistema muestra un mensaje indicando que el QR no es valido	El sistema muestra un mensaje indicando que el QR no es valido	X
P06	Se intenta escanear un código QR valido	Lectura de QR	Alta	Usuario logueado	Código QR valido	El sistema lee el código QR y se muestra el	El sistema lee el código QR y se muestra el	X

						módulo de despliegue de AR	módulo de despliegue de AR	
P07	Se intenta escanear una superficie no plana	Despliegue de AR	Alta	Usuario logueado, QR valido escaneado	Superficie no plana	El sistema muestra un mensaje indicando que el usuario debe escanear una superficie plana	El sistema muestra un mensaje indicando que el usuario debe escanear una superficie plana	X
P08	Se intenta escanear una superficie plana	Despliegue de AR	Alta	Usuario logueado, QR valido escaneado	Superficie plana	El sistema despliega el módulo de cuestionarios	El sistema despliega el módulo de cuestionarios	X
P09	Se intenta escanear el Emulator Ground Plane	Despliegue de AR	Alta	Usuario logueado, QR valido escaneado	Emulator Ground Plane	El sistema despliega el módulo de cuestionarios	El sistema despliega el módulo de cuestionarios	X
P10	Se intenta comenzar un intento en un cuestionario al que no se tiene acceso	Cuestionarios	Alta	Usuario logueado, QR valido escaneado, AR desplegado	Botón "comenzar intento" presionado	El sistema muestra que se encontró un error al intentar acceder al cuestionario	El sistema muestra que se encontró un error al intentar acceder al cuestionario	X
P11	Se intenta comenzar un intento en un cuestionario cerrado	Cuestionarios	Alta	Usuario logueado, QR valido escaneado, AR desplegado	Botón "comenzar intento" presionado	El sistema muestra que se encontró un error al intentar acceder al cuestionario	El sistema muestra que se encontró un error al intentar acceder al cuestionario	X
P12	Se intenta comenzar un intento con	Cuestionarios	Alta	Usuario logueado, QR valido escaneado	Botón "comenzar intento"	El sistema muestra un mensaje preguntando	El sistema muestra un mensaje preguntando	X

	intento en curso			, AR desplegada	"	si se desea continuar con el intento abierto	si se desea continuar con el intento abierto	
P13	Se intenta ir a la pregunta anterior desde la primera pregunta de un cuestionario	Cuestionarios	Media	Usuario logueado, QR valido escaneado, AR desplegada, intento en curso	Botón de "Anterior" presionado	El sistema permanece en la pregunta actual	El sistema permanece en la pregunta actual	X
P14	Se intenta ir a la pregunta siguiente desde la última pregunta de un cuestionario	Cuestionarios	Media	Usuario logueado, QR valido escaneado, AR desplegada, intento en curso	Botón de "Siguiente" presionado	El sistema muestra la pantalla de resumen del intento	El sistema muestra la pantalla de resumen del intento	X
P15	Se intenta terminar el intento	Cuestionarios	Alta	Usuario logueado, QR valido escaneado, AR desplegada, intento en curso	Botón "Terminar" presionado	El sistema muestra la pantalla de resumen del intento	El sistema muestra la pantalla de resumen del intento	X
P16	Se intenta enviar todo	Cuestionarios	Alta	Usuario logueado, QR valido escaneado, AR desplegada, intento en curso	Botón "Enviar todo y terminar" presionado	El sistema envía los resultados del intento a Moodle y muestra la pantalla de resultados	El sistema envía los resultados del intento a Moodle y muestra la pantalla de resultados	X

Fuente: elaboración propia

Anexo G: APK.

Este anexo puede encontrarse adjunto con los diferentes documentos enviados, también puede ser encontrado a través de los enlaces referenciados para su descarga en el manual de usuario y el manual técnico.