

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS



CREACIÓN DE PLATAFORMA EDUCATIVA MÓVIL Y DISEÑO DE
MATERIAL DIDÁCTICO APLICANDO TECNOLOGÍAS CON
REALIDAD AUMENTADA PARA LA COOPERATIVA
DE AHORRO Y CRÉDITO INTEGRAL SAN JOSÉ
OBRERO (COOSAJÓ, R.L.) EN EL MUNICIPIO
DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

EDGAR ALEXIS ORELLANA OROPIN

CHIQUMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS

CREACIÓN DE PLATAFORMA EDUCATIVA MÓVIL Y DISEÑO DE
MATERIAL DIDÁCTICO APLICANDO TECNOLOGÍAS CON
REALIDAD AUMENTADA PARA LA COOPERATIVA
DE AHORRO Y CRÉDITO INTEGRAL SAN JOSÉ
OBRERO (COOSAJÓ, R.L.) EN EL MUNICIPIO
DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

EDGAR ALEXIS ORELLANA OROPIN

Al conferírsele el título de

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS**



**RECTOR EN FUNCIONES
M.A. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Graduados:	Ing. Agr. Henry Estuardo Velásquez Guzmán
Representante de Estudiantes:	A.T. Zoila Lucrecia Argueta Ramos
Representante de Estudiantes:	Br. Juan Carlos Lemus López
Secretaria:	M.Sc. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M.A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	M.Sc. Rolando Darío Chávez Valverth

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	M.Sc. Rolando Darío Chávez Valverth
Secretario:	MBA. René Estuardo Alvarado González
Vocal:	Ing. Elder Avildo Rivera López

TERNA EVALUADORA

Presidente:	MBA. René Estuardo Alvarado González
Secretario:	MBA. Samy Eunice Pinto Castañeda
Vocal:	Ing. Hendrick Rolando Calderón Aguirre

Chiquimula, septiembre de 2021

Señores

Miembros del Consejo Directivo

Centro Universitario de Oriente

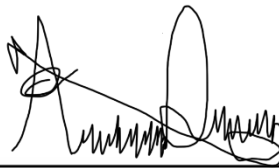
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables Señores:

De conformidad con los estatutos establecidos por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del Centro Universitario de Oriente, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado **“CREACIÓN DE PLATAFORMA EDUCATIVA MÓVIL Y DISEÑO DE MATERIAL DIDACTICO APLICANDO TECNOLOGIAS CON REALIDAD AUMENTADA PARA LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO INTEGRAL SAN JOSÉ OBRERO (COOSAJO, R.L.) EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA”**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero en Ciencias y Sistemas, con el grado académico de licenciado.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

F.  _____

Edgar Alexis Orellana Oropin



REAG.02.20
Chiquimula, 9 de noviembre de 2020.

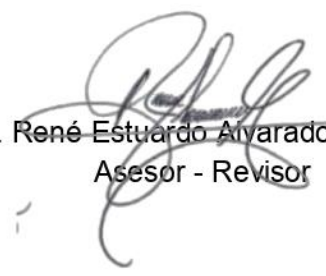
Maestro en Ciencias
Rolando Darío Chávez Valverth
Coordinador Carreras de Ingenierías
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetado Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado y efectuado las correcciones al trabajo de graduación titulado: **“CREACIÓN DE PLATAFORMA EDUCATIVA MÓVIL Y DISEÑO DE MATERIAL DIDACTICO APLICANDO TECNOLOGIAS CON REALIDAD AUMENTADA PARA LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO INTEGRAL SAN JOSÉ OBRERO (COOSAJÓ, R.L.) EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA”**, elaborado por el estudiante Edgar Alexis Orellana Oropín.

Habiendo llenado dicho trabajo los requisitos, me permito aprobarlo en calidad de Asesor - Revisor del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


MBA. René Estuardo Aiyarado González
Asesor - Revisor

c.c. archivo



CEPSICYS.01.2021

Chiquimula, 14 de enero de 2021.

Maestro en Ciencias

Rolando Darío Chávez Valverth

Coordinador Carreras de Ingenierías

CUNORI – USAC

Respetado M.Sc. Chávez:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado: **“CREACIÓN DE PLATAFORMA EDUCATIVA MÓVIL Y DISEÑO DE MATERIAL DIDACTICO APLICANDO TECNOLOGÍAS CON REALIDAD AUMENTADA PARA LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO INTEGRAL SAN JOSÉ OBRERO (COOAJO, R.L.) EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA”**, elaborado por el estudiante Edgar Alexis Orellana Oropín, quien contó con mi asesoría.

Considero que el trabajo desarrollado por el estudiante Edgar Alexis Orellana Oropín, satisface los requisitos exigidos, por lo cual recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención a la presente, atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

MBA. René Estuardo Alvarado González
Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S)
Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

c.c. archivo



ALTG.5.21

Chiquimula, 6 de abril de 2021.

Maestro en Ciencias

Rolando Darío Chávez Valverth

Coordinador Carreras de Ingenierías

CUNORI-USAC

Respetado M.Sc. Chávez Valverth:

El propósito de la presente es para informarle que he procedido a revisar la parte lingüística, del trabajo de graduación titulado: **“CREACIÓN DE PLATAFORMA EDUCATIVA MÓVIL Y DISEÑO DE MATERIAL DIDACTICO APLICANDO TECNOLOGIAS CON REALIDAD AUMENTADA PARA LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO INTEGRAL SAN JOSÉ OBRERO (COOSAJÓ, R.L.) EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA”**; elaborado por el estudiante **Edgar Alexis Orellana Oropin**.

El informe cumple con los requisitos exigidos por la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, por lo tanto, recomiendo su aprobación para seguir con los trámites correspondientes.

Agradeciendo su atención a la presente,

Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

M.Sc. Julio César Hernández Ortiz
Revisor Área Lingüística

c.c. archivo



TGICYS.01-2021

Chiquimula, 3 de mayo de 2021.

Ingeniero Agrónomo
Edwin Filiberto Coy Cordón
Director
CUNORI - USAC

Respetable Ing. Agr. Coy Cordón:

El coordinador de las Carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Oriente CUNORI de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del Asesor- Revisor y del Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas el MBA. René Estuardo Alvarado González, y luego de la revisión y aprobación del Licenciado Julio César Hernández Ortiz, revisor del área de Lingüística, al trabajo de graduación del estudiante **Edgar Alexis Orellana Oropin**, titulado: **“CREACIÓN DE PLATAFORMA EDUCATIVA MÓVIL Y DISEÑO DE MATERIAL DIDACTICO APLICANDO TECNOLOGIAS CON REALIDAD AUMENTADA PARA LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO INTEGRAL SAN JOSÉ OBRERO (COOSAJO, R.L.) EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA”**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo de graduación y recomendando la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.Sc. Rolando Darío Chávez Valverde
Coordinador Carreras de Ingeniería
CUNORI - USAC



C.c. archivo

D-TG-ICS-135/2021

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **EDGAR ALEXIS ORELLANA OROPIN** titulado “**CREACIÓN DE PLATAFORMA EDUCATIVA MÓVIL Y DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO APLICANDO TECNOLOGÍAS CON REALIDAD AUMENTADA PARA LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO INTEGRAL SAN JOSÉ OBRERO (COOSAJO R.L.) EN EL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**”, trabajo que cuenta con el aval del Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el ocho de septiembre del dos mil veintiuno.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón

**DIRECTOR
CUNORI – USAC**



AGRADECIMIENTOS

A Dios:	Supremo proveedor. Por la protección, la salud, sabiduría y el entendimiento recibido.
A mi padre:	Edgar René Orellana Barrera, por su amor, su comprensión, sacrificio y motivación.
A mi madre:	Ana Graciela Oropin Morales, por su amor, su apoyo y su cariño en los momentos difíciles.
A mis docentes:	Sus enseñanzas me inspiran y motivan a crecer como profesional y como ser humano.
A mis compañeros:	Por compartir conmigo experiencias que nos acercan cada vez más a ser el ciudadano modelo y un profesional de calidad.
A la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas:	Los esfuerzos educativos y administrativos de la carrera me permitieron recibir formación profesional de calidad.

A mi asesor:

Ingeniero René Estuardo Alvarado González, por sus sabios consejos y guía durante toda mi formación académica, su dedicación y paciencia para fortalecer mis conocimientos profesionales.

**A la Cooperativa de Ahorro
y Crédito Integral
San José Obrero R.L.:**

Institución que me otorgó la oportunidad de ejercer mis primeros pasos en la práctica profesional con toda la adecuada dedicación y tiempo a mi proceso de aprendizaje.

**Al Centro Universitario
de Oriente:**

Casa de estudios que abrió sus puertas para brindarme educación superior de calidad.

ACTO QUE DEDICO

A Dios:

Entidad a la que le debo todo lo que soy y mis logros son entregados todos a él.

A mi madre:

Me brindó el amor y cariño que necesité siempre en los momentos duros, que con su capacidad de comprender y alentarme me impulsaba a no rendirme y siempre buscar la perfección.

A mi padre:

Me brindó consejos, amor y apoyo incondicional. Trabajó incansablemente para que su familia gozara de mejores condiciones de vida.

A mi familia:

Me enseñaron a ser una persona ética y con actitudes positivas ante los desafíos, a cultivar valores por encima de todo razonamiento humano. Nunca me faltó motivación, amor y comprensión de parte de ellos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
OBJETIVOS	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Antecedentes de la organización	1
1.1.1 Descripción de la organización	1
1.1.2 Estructura organizativa	2
1.1.3 Misión	4
1.1.4 Visión	4
1.1.5 Descripción del trabajo de la organización	4
1.1.6 Productos o servicios	5
1.1.7 Principales necesidades que plantea la organización	5
1.2 Antecedentes del problema	5
1.3 Planteamiento y descripción del problema	6
1.4 Delimitación del problema	7
1.4.1 Delimitación geográfica	7
1.4.2 Delimitación institucional	8
1.4.3 Delimitación personal	8
1.4.4 Delimitación temporal	9
1.4.5 Delimitación teórica	9
1.5 Inventario inicial de recursos de tecnología de información	9
1.6 Justificación	9

2.	FASE DE TRABAJO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1	Descripción del proyecto	11
2.2	Beneficios del proyecto	12
2.3	Fundamentación teórica	13
2.3.1	Realidad Aumentada (AR)	13
2.3.2	Unity 3D (v 2019.3)	14
2.3.3	Aplicación de escritorio	14
2.3.4	Aplicación móvil	14
2.3.5	Vuforia Engine	15
2.3.6	Código QR	15
2.3.7	Kanban	16
a.	Objetivos de Kanban	18
b.	Tablero Kanban	19
c.	Tarjetas Kanban	20
d.	Toyota y la utilización de Kanban	21
e.	Caso de éxito: Ormazabal	23
f.	Kanban y los proyectos de software	23
g.	Kanban y la gestión de proyectos de software	24
2.3.8	Arquitectura cliente-servidor	25
2.3.9	Sistema operativo	25
2.3.10	Android (v 5.1.1+)	25
2.3.11	Trello	26
2.3.12	Lenguaje unificado de modelado	26
2.3.13	Casos de uso	27
2.3.14	Blender	27
2.4	Ciclo de vida del proyecto	28
2.5	Planificación	29
2.5.1	Alcance del proyecto y productos esperados	29
2.5.2	Requerimientos	30

	a.	Requerimientos funcionales	30
	b.	Requerimientos no funcionales	31
2.6		Diseño	32
2.6.1		Modelado del negocio	32
	a.	Modelado de casos de uso del negocio	32
	b.	Modelado de objetos del negocio	35
	c.	Diagrama de procesos	36
2.6.2		Modelado del sistema	38
	a.	Modelos de casos de uso del sistema	38
	b.	Especificaciones de los casos de uso	40
2.6.3		Análisis y diseño del sistema	52
	a.	Modelado de análisis y diseño	52
	b.	Modelado de datos	54
	c.	Diseño de procesos del software	55
2.6.4		Flujo de valor	64
2.6.5		Sketch	65
2.7		Cadencias	65
2.7.1		Tarjetas Kanban	66
2.8		Desarrollo	69
2.8.1		Tablero Kanban	69
2.8.2		Despliegue	72
2.8.3		Gestión de la configuración	73
2.8.4		Gestión de cambios	73
2.8.5		Gestión del proyecto	78
2.9		Pruebas	79
2.10		Implementación	84
2.10.1		Prototipos	84
	a.	Prototipos de temáticas de la aplicación móvil	84
	b.	Temáticas de la aplicación Coosajo AR.	86

2.10.2	Modelado de implementación	94
2.10.3	Lista de riesgos	95
2.10.4	Entorno de desarrollo	96
a.	Tecnologías de desarrollo	96
2.11	Valoración económica del proyecto	97
3.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	101
3.1	Capacitación para uso de software	101
3.1.1	Justificación	101
3.1.2	Objetivo	101
3.1.3	Personal objetivo	101
3.1.4	Estructura del plan de capacitación	102
3.1.5	Documentación	102
	CONCLUSIONES	105
	RECOMENDACIONES	107
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
	APÉNDICES	113
	ANEXOS	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de COOSAJO R.L. es MI COOPE	3
2.	Ubicación geográfica de COOSAJO R.L.	8
3.	Stream o tablero de Kanban	17
4.	Tablero de tareas en Trello	26
5.	Ciclo de vida del proyecto	28
6.	Diagrama de casos de uso de alto nivel para generación de códigos	33
7.	Diagrama de casos de uso de alto nivel de la proyección de temáticas	33
8.	Diagrama de casos de uso de alto nivel del desarrollo de temáticas	34
9.	Modelado de objetos para el proceso de ejecución de la aplicación	35
10.	Diagrama de procesos para la visualización de temáticas	36
11.	Diagrama de procesos para el registro de una temática	37
12.	Diagrama de procesos para la creación de una temática	38
13.	Diagrama de casos de uso del sistema para ejecutar una temática	39
14.	Diagrama de casos de uso de la aplicación móvil Coosajo AR	39
15.	Modelo de análisis y diseño de la aplicación móvil Coosajo AR	53
16.	Modelo relacional de la aplicación móvil de Coosajo AR.	54
17.	Diagrama de secuencias de generar PDF resumen de temática	55
18.	Diagrama de secuencias de imprimir códigos QR	56
19.	Diagrama de secuencias de explicar temáticas	57
20.	Diagrama de secuencias de proyectar temáticas de realidad aumentada	58
21.	Diagrama de secuencias de comprobar resultados	59
22.	Diagrama de secuencias de administrar escenas de Unity	60
23.	Diagrama de secuencias de administrar base de datos de Vuforia	61

24.	Diagrama de secuencias de cargar base de datos de Vuforia a Unity	62
25.	Diagrama de secuencias de actualizar temáticas	63
26.	Diagrama del flujo de valor	64
27.	Sketch de visualización de temática	65
28.	Tablero Kanban inicial	69
29.	Tablero Kanban intermedio	70
30.	Tablero Kanban final	71
31.	Diagrama de despliegue del proyecto Coosajo AR.	72
32.	Prototipo de temática 1	84
33.	Prototipo de temática 2	85
34.	Temática 1	86
35.	Temática 2	87
36.	Temática 3	88
37.	Temática 4	89
38.	Temática 5	90
39.	Temática 6	91
40.	Temática 7	92
41.	Temática 8	93
42.	Modelo de implementación de la aplicación Coosajo AR	94
43.	Video tutorial de instalación	103
44.	Video tutorial para uso de la aplicación móvil	104

TABLAS

1.	Temáticas del programa de educación cooperativa	11
2.	Requerimientos funcionales	30
3.	Requerimientos no funcionales	31
4.	Especificación de caso de uso "generar códigos QR"	40
5.	Especificación de caso de uso "ejecutar temática"	41
6.	Especificación de caso de uso "generar PDF resumen de temática"	42
7.	Especificación de caso de uso "visualizar información de la temática"	43
8.	Especificación de caso de uso "imprimir códigos QR"	44
9.	Especificación de caso de uso "explicar temáticas"	45
10.	Especificación de caso de uso "proyectar temáticas de AR"	46
11.	Especificación de caso de uso "comprobar resultados"	47
12.	Especificación de caso de uso "administrar escenas de Unity"	48
13.	Especificación de caso de uso "administrar base de datos de Vuforia"	49
14.	Especificación de caso de uso "cargar base de datos de Vuforia a Unity"	50
15.	Especificación de caso de uso "actualizar temáticas"	51
16.	Tarjetas Kanban proyecto Coosajo AR	66
17.	Solicitud de cambio 1	73
18.	Solicitud de cambio 2	74
19.	Solicitud de cambio 3	75
20.	Solicitud de cambio 4	75
21.	Solicitud de cambio 5	76
22.	Solicitud de cambio 6	77
23.	Solicitud de cambio 7	77
24.	Plan de prueba número 1 para temáticas de aplicación móvil	80
25.	Plan de prueba número 2 para temáticas de aplicación móvil	81
26.	Plan de prueba número 3 para temáticas de aplicación móvil	81
27.	Plan de prueba número 4 para temáticas de aplicación móvil	82

28. Plan de prueba número 5 para temáticas de aplicación móvil	83
29. Plan de prueba número 6 para la aplicación de escritorio	83
30. Lista de riesgos aplicación móvil Coosajo AR	95
31. Descripción de roles	97
32. Costo de recursos humano proyecto Coosajo AR	98
33. Estimación de tiempo dedicado al proyecto Coosajo AR	99
34. Costos del proyecto	100
35. Estructura del plan de capacitación	102

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
Q	Quetzal
AR	Realidad Aumentada
WIP	Trabajo en proceso

GLOSARIO

Android	Sistema operativo móvil desarrollado por Google, basado en Kernel de Linux y otros softwares de código abierto.
Archivo .apk	Es una aplicación en ejecución (software) capaz de atender las peticiones de un cliente y devolverle una respuesta en concordancia, que opera dentro de un equipo informático (hardware) que forma parte de una red.
Archivo .exe	Formato de archivo informático que contiene una serie de instrucciones para ejecutar un programa, generalmente cuando el usuario pulsa sobre su icono con el ratón, de allí su nombre “ejecutable”.
Archivo .rar	Formato de archivo privado, con un algoritmo de compresión sin pérdida utilizado para la compresión de datos y archivado.
Asociado	Persona que abre una cuenta en la cooperativa y por medio de ella pueda utilizar todos los productos y servicios que presta.

Base de datos	Sistema informático formado por un conjunto de datos almacenados en discos que permiten el acceso directo a ellos y un grupo de programas que manipulen esa información.
Código QR	El código QR o código de respuesta rápida (Quick Response) son barras bidimensionales que permiten acceder de un modo ágil y sencillo a una determinada información.
Dispositivo móvil	Tipo de computadora de tamaño pequeño, con capacidades de procesamiento, con conexión a Internet y memoria, diseñado específicamente para una función, pero que pueden llevar a cabo otras más generales.
Educación cooperativa	Tipo de educación orientada a generar conciencia entre los asociados y la comunidad sobre la importancia de la cooperación, la ayuda mutua, la organización comunitaria para la transformación de las condiciones de vida de las personas.
Metodología de desarrollo de software	Es un marco de trabajo usado para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo en sistemas de información.

PDF	Formato de almacenamiento para documentos digitales independiente.
Realidad aumentada	Conjunto de tecnologías que permiten que un usuario visualice parte del mundo real a través de un dispositivo tecnológico con información gráfica añadida por este. El dispositivo, o conjunto de dispositivos, añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, una parte virtual aparece en la realidad.
Servidor	Es una aplicación en ejecución (software) capaz de atender las peticiones de un cliente y devolverle una respuesta en concordancia, que opera dentro de un equipo informático (hardware) que forma parte de una red.
Temática	Dinámica que se ve representada mediante un Código QR y su respectiva representación a realidad aumentada.

RESUMEN

Debido a la necesidad presente de aumentar el interés y la participación de las personas en el ámbito de la educación cooperativa que ofrece COOSAJÓ R.L., principalmente en los niños, se llevó a cabo el desarrollo de una aplicación educativa para impartir las diferentes temáticas contempladas en el temario del área de educación cooperativa, haciendo uso de la tecnología de realidad aumentada.

La aplicación educativa desarrollada se basó en la creación de una aplicación móvil disponible solo para dispositivos con sistema operativo Android como medio para proyectar los escenarios de realidad aumentada que se diseñaron individualmente para cada una de las temáticas incluidas en el temario del área de educación cooperativa, así también, la integración de una aplicación de escritorio para la visualización y generación de códigos QR que permitan la detección de las temáticas mediante la aplicación móvil, siendo cada código asociado a una temática respectivamente.

Se utilizó la metodología Kanban para la gestión del ciclo de vida presente en ambas aplicaciones, a través de la cual se organizaron reuniones iniciales para establecer el diseño y análisis previo requerido y, posteriormente, en la etapa de desarrollo, aplicando un modo iterativo con pruebas y cadencias para mantener una rápida retroalimentación con la institución.

Las aplicaciones trabajadas fueron desarrolladas con el apoyo de la supervisora y el jefe de la oficina de educación cooperativa, además de la participación directa de parte de los integrantes del área de educación cooperativa. También se utilizó la herramienta web Trello como tablero de tarjetas de actividades que se apoyan dentro de la metodología Kanban.

La implementación de la aplicación requirió de la elaboración y distribución de material audiovisual para capacitar al personal de colaboradores del área de educación cooperativa de Coosajo R.L.

INTRODUCCIÓN

Mucho se ha dicho respecto al alcance de la realidad aumentada en los tiempos contemporáneos y sus áreas potenciales de aplicación. En el campo de la educación, se observan cada vez más niños que inician su vida escolar con una perspectiva distinta a la del sistema convencional, debido a su temprano contacto con la tecnología y su crecimiento con la misma. En la actualidad, la Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero R.L (COOSAJO) tiene contemplado dentro de sus lineamientos para proyectos la realidad aumentada como una opción, siendo esta una posible alternativa para incrementar el alcance de la tecnología hacia la educación.

La tecnología y la nueva era digital ha avanzado tanto, que no podemos obviar que dentro de los indicadores de desarrollo se contempla la implementación de tecnologías de vanguardia en múltiples áreas como eje fundamental del mismo. Apostar por la educación es sin duda uno de los caminos correctos hoy en día para el desarrollo de un país entero. He allí que en este proyecto se fomentó el interés y la motivación en los jóvenes y niños para utilizar la tecnología (realidad aumentada) que va de la mano con la educación.

El desinterés por parte de los niños y jóvenes hacia los métodos de enseñanza actuales se ve reflejado en su constante distracción durante el momento de enseñanza, esta situación es una de las líneas problemáticas que se encuentran perseverantes en el sistema educacional actual; ante esta situación se buscó una solución con una didáctica diferente.

La fase de investigación expone toda la información relevante acerca de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero R.L. en el municipio de Esquipulas, Chiquimula. De esta manera, conteniendo la estructura organizativa, misión, visión, descripción del trabajo, servicios que genera y las principales necesidades de la organización.

La fase de trabajo técnico profesional presenta la descripción y los respectivos beneficiarios del proyecto. Además, contiene la fundamentación teórica para el proceso de elaboración, el alcance del proyecto y sus restricciones.

La fase de enseñanza aprendizaje muestra de forma breve el proceso para la realización de las capacitaciones y asegurar el uso correcto de la aplicación desarrollada.

OBJETIVOS

General

Desarrollar una plataforma móvil y diseñar material didáctico aplicando tecnologías con realidad aumentada para la cooperativa San José Obrero (COOSAJÓ, R.L.) en el municipio de Esquipulas, Chiquimula.

Específicos

1. Identificar los puntos que permitan la fluida interacción con los diversos temas educativos que ofrece el área de educación cooperativa y la realidad aumentada.
2. Desarrollar una aplicación para el sistema operativo Android que permita la ejecución de realidad aumentada orientada a los temas de educación cooperativa brindados por COOSAJÓ R.L.
3. Crear una aplicación de escritorio para la impresión de códigos QR utilizados por la herramienta de aprendizaje con realidad aumentada.
4. Capacitar al personal de la cooperativa de educación para el uso correcto de la herramienta.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes de la organización

1.1.1 Descripción de la organización

COOSAJÓ R.L. es una cooperativa de ahorro y crédito con cobertura en el nororiente del país con el único objetivo principal de prestar servicios de calidad para el crecimiento y desarrollo de las personas, fundamentándose en tres ejes principales:

- Educación
- Salud
- Medio ambiente

Donde todos los asociados tienen la autoridad de tomar decisiones y elegir los proyectos que son de mayor beneficio para todos los interesados.

Según Portal COOSAJÓ R.L. (2018) la Cooperativa COOSAJÓ R.L. se describe como “una institución trascendente que genera riqueza por medio del apoyo al acceso a bienes, servicios y valores a través de productos y buenas prácticas financieras y cooperativas, logrando que hombres y mujeres vivan digna y felizmente, dentro de una sociedad sostenible” (párr. 1).

1.1.2 Estructura organizativa

COOSAJO se describe como una organización con estructura jerárquica (figura 1) donde la máxima autoridad de la cooperativa es la Asamblea General conformada en su totalidad por todos los asociados del área de influencia de COOSAJO R.L., ella es la que se encarga de tomar las decisiones para seleccionar que proyectos se realizarán. Así mismo, tiene la función de elegir a los funcionarios del Consejo Administrativo. En el mismo nivel se encuentra la Comisión de Vigilancia, integrada por tres miembros electos por el Consejo Administrativo, para realizar auditorías constantes en la toma de decisiones del consejo y de los créditos que se adjudican.

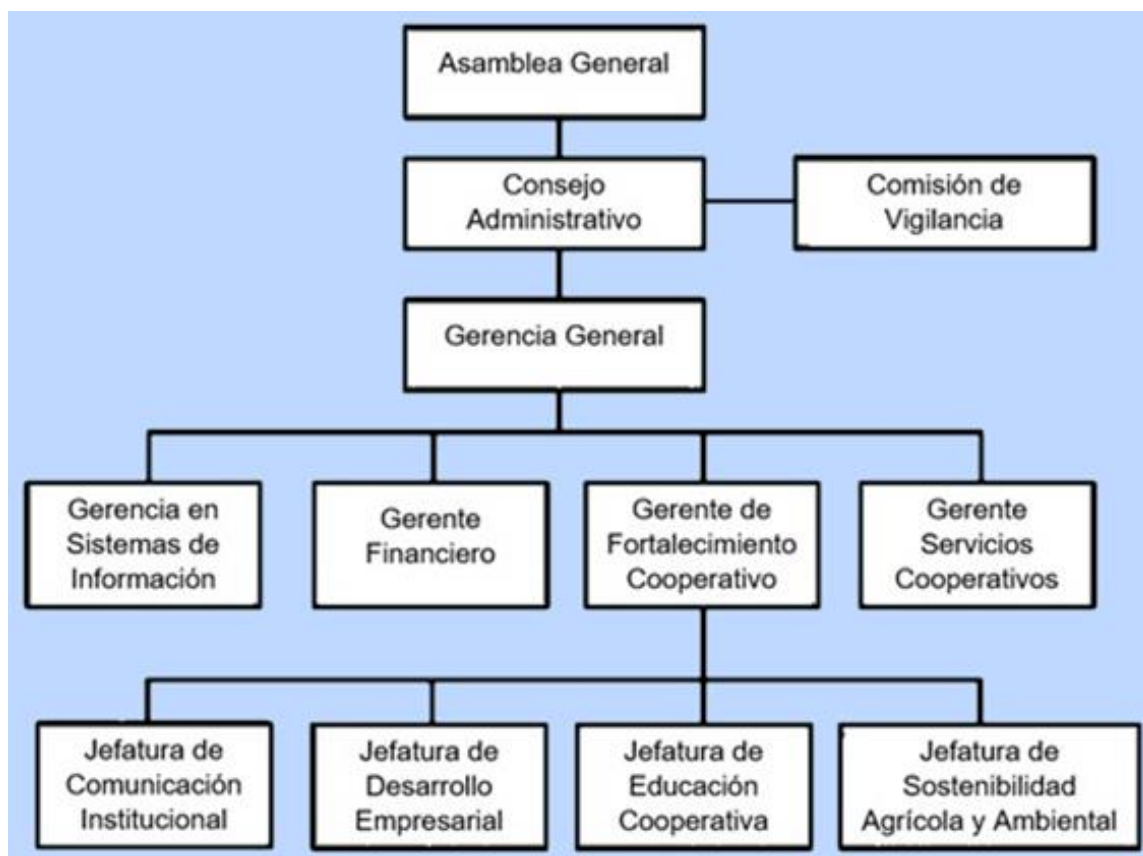
En el siguiente escalón está la Gerencia General que se subdivide en las gerencias de Negocios, Financiera, de Fortalecimiento Cooperativo y de Riesgos.

La Gerencia de Fortalecimiento Cooperativo se subdivide en cuatro jefaturas:

- Jefatura de Educación Cooperativa, es la encargada de desarrollar capacitaciones relacionadas al cooperativismo.
- Jefatura de Sostenibilidad Agrícola y Ambiental, es la encargada de prestar servicios respecto a temas de mejoramiento en la producción agrícola y protección del ambiente.

- Jefatura de Comunicación Institucional, es el ente encargado de las relaciones públicas.
- Jefatura de Desarrollo Empresarial, que capacita a empresarios emprendedores.

Figura 1. **Organigrama de COOSAJO R.L. es MI COOPE**



Fuente: elaboración propia.

1.1.3 Misión

Acorde con el Portal COOSAJO R.L. (2018) es “brindar soluciones financieras innovadoras, a través de un servicio profesional, personalizado, que permite brindar a sus asociados beneficios integrales” (párr. 2).

1.1.4 Visión

De acuerdo con el Portal COOSAJO R.L. (2018) es “ser una institución trascendente que genera riqueza por medio del apoyo al acceso a bienes, servicios u valores a través de productos y buenas prácticas financieras y cooperativas, logrando que hombres y mujeres vivan digna y felizmente, dentro de una sociedad sostenible y exitosa” (párr. 3).

1.1.5 Descripción del trabajo de la organización

La Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero R.L. (2018) “Somos una Cooperativa de Ahorro y Crédito que ve en los Asociados el potencial de desarrollo de nuestro país. Somos los que sentimos y vivimos las necesidades de nuestra gente. Somos una cooperativa que promueve la salud y el desarrollo personal de cada uno de los habitantes de nuestra región” (párr. 2).

1.1.6 Productos o servicios

COOSAJÓ R.L. ofrece servicios de ahorro y crédito, seguros, remesas, acompañamiento empresarial, acompañamiento agrícola y ambiental y educación cooperativa.

La institución también se ve encargada de realizar un proyecto de excedentes cada año que va dirigido a todos los asociados como una muestra de agradecimiento por la confianza depositada en ellos.

1.1.7 Principales necesidades que plantea la organización

Transformar la forma de impartir los talleres y demás actividades coordinadas por parte del área de educación cooperativa para aumentar la retención del mensaje en los asociados y participantes de las actividades (mayormente la de niños y jóvenes) y generar mayor número de asociados.

1.2 Antecedentes del problema

Las oficinas de educación cooperativa de COOSAJÓ R.L., en un principio, contaban con un material convencional para realizar sus salidas a los diferentes centros de educación de la región, presentaciones ante el público con material didáctico como carteles o presentación de diapositivas, acompañadas de un proyector.

Posterior a ello, se empezó a utilizar una plataforma de videos online para entregar contenido informativo sobre la cooperativa y sus temas educativos de interés para proyectarlos a la sociedad con una mejor calidad ocasionada por la edición previa en cada video. Pero el movimiento no se llevó a cabo debido a la falta de acuerdo entre el personal de la institución en general.

El área de influencia de la educación promovida por COOSAJÓ R.L. abarca los diferentes colegios y escuelas de los departamentos de Chiquimula, Zacapa, Jalapa, Izabal y Guatemala. Las agencias que se encuentran en el departamento de Chiquimula se ubican en los municipios de Esquipulas, Quezaltepeque, Concepción Las Minas, Olopa, Ipala y San José La Arada. El resto de las agencias se encuentran en La Unión, Zacapa; San Luis Jilotepeque, Jalapa; Puerto Barrios, Izabal; y Guatemala, Guatemala. La agencia central de COOSAJÓ R.L., se encuentra en el casco urbano de Esquipulas. En el interior de la agencia central se ubica la Gerencia de Fortalecimiento Cooperativo junto con en el Parque Recreativo Chatún, donde también se puede hallar la Jefatura de Educación Cooperativa y Sostenibilidad Agrícola y Ambiental.

1.3 Planteamiento y descripción del problema

Los métodos de enseñanza actuales presentaban fallas en dirección al incorrecto uso de material didáctico y la falta de capacidad del docente para tratar las diversas situaciones presentadas durante el proceso de aprendizaje. La distracción de la persona era un factor que permanecía durante mucho tiempo en el sistema educativo tradicional, puesto que los temas impartidos, al no ser del interés del aprendiz o por dificultad en la enseñanza, eran aburridas para los mismos, ocasionando eventualmente desinterés en general por la educación.

COOSAJO R.L. buscaba innovar sus procesos educativos en el área de educación cooperativa, puesto que los procesos actuales presentaban necesidades, de las cuales se destacaban:

- Mejorar la retención de atención del público más pequeño (niños) al momento de impartir las charlas de educación cooperativa.
- La actualización del material de apoyo utilizado durante el proceso de enseñanza realizado por la cooperativa.
- Aumentar la participación de los colaboradores en las dinámicas realizadas por la cooperativa educativa.

1.4 Delimitación del problema

1.4.1 Delimitación geográfica

El EPS se llevó a cabo en las oficinas de educación cooperativa que están localizadas en el interior del parque Chatún (ver figura 2) de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero, ubicada en el km 224.5 carretera a Honduras, Aldea Atulapa, Esquipulas, Chiquimula, Guatemala.

Figura 2. Ubicación geográfica de COOSAJO R.L.



Fuente: elaboración propia.

1.4.2 Delimitación institucional

El proyecto se realizó para el área de educación cooperativa en COOSAJO R.L. bajo la supervisión del Lic. Juan Carlos Castillo Pinto, el Ing. Enrique Villeda y la Licda. Cándida Morales Chacón.

1.4.3 Delimitación personal

La fase de investigación y elaboración del proyecto involucró a la Licda. Cándida Morales Chacón, como supervisora, al Ing. Enrique Villeda, coordinador de la jefatura de educación cooperativa y al Lic. Juan Carlos Castillo Pinto, Gerente de Fortalecimiento Cooperativo.

1.4.4 Delimitación temporal

El proyecto se realizó durante los meses de febrero a julio del año 2020. En este período se realizó las fases de análisis, diseño, desarrollo e implementación del proyecto.

1.4.5 Delimitación teórica

El proyecto se desarrolló utilizando tecnologías AR y para el desarrollo de la aplicación de escritorio se utilizó el lenguaje de programación Java, la metodología de desarrollo de software que se utilizó en el proyecto fue Kanban.

1.5 Inventario inicial de recursos de tecnología de información

Dispositivos móviles con un sistema operativo Android en su versión mayor o igual a 5.1.1 por parte del personal (usuarios iniciales) y computadoras portátiles con sistema operativo Windows 10 en condiciones aptas para aplicaciones Java.

1.6 Justificación

La implementación de una nueva forma de enseñar a los niños, jóvenes y demás colaboradores sobre el cooperativismo y la educación financiera que promueve COOSAJÓ R.L., surgió de la necesidad por aumentar el interés y la

participación de las personas que contempla el área de educación cooperativa, así mismo, promover el mensaje que la cooperativa desea transmitir de una mejor manera y aumentar el número de asociados.

Derivado de ello era de vital importancia la creación de una nueva herramienta pedagógica que cambiara las directrices de aprendizaje, aumentara la motivación hacia la educación cooperativa y que permitiera al respectivo público desarrollar mayor interés por el cooperativismo y la educación financiera.

2. FASE DE TRABAJO TÉCNICO PROFESIONAL

1.7 Descripción del proyecto

Se analizaron las temáticas que se contemplan en el programa de educación cooperativa brindadas por COOSAJO R.L. (Social, Económica, Ambiental) para determinar los subtemas adecuados de cada una y adaptar sus conceptos a la apreciación visual tanto para niños y jóvenes (ver tabla 1). Posteriormente a la selección se asignó una dinámica para cada tema que pueda visualizarse de forma eficiente mediante la tecnología de realidad aumentada.

Tabla 1. Temáticas del programa de educación cooperativa

TEMÁTICA "EDUCACIÓN COOPERATIVA"					
	No.	TEMA	SUBTEMA	OBJETIVO	ESTRATEGIA
Social	1	Actitud		Promover la importancia de una buena actitud ante la vida, por medio de juegos, utilizando una apps.	Realidad aumentada
	2	Autoestima		Fortalecer la autoestima de los asociados por medio de juegos, utilizando la tecnología.	Realidad aumentada
	3	Inteligencia Emocional		Fortalecer la inteligencia emocional de los asociados con actividades innovadoras por medio de apps.	Realidad aumentada
	4	Valores		Fomentar la practica de valores entre los usuarios.	Realidad aumentada
	5	Liderazgo		Promover el liderazgo entre las comunidades y asociados haciendo uso de la tecnología.	Realidad aumentada
	6	Historia de la cooperativa		Conocer la historia del cooperativismo de forma innovadora por medio de realidad aumentada.	Realidad aumentada
Economico	7	Finanzas Personales	Cutura de ahorro	Identificar habitos o acciones que contribuyan a la buena educación financiera por medio actividades en realidad aumentada.	Realidad aumentada
Ambiental	12	Conciencia Ambiental	Cuidado de los bosques	Fomentar una conciencia ambiental en todos los asociados para el cuidado del medio ambiente usando la tecnología.	Realidad aumentada
			Cuidado del agua		

Fuente: elaboración propia.

Se desarrolló una aplicación móvil para el sistema operativo Android como herramienta principal en donde se muestran los temas seleccionados de educación cooperativa, cada uno acompañado por una dinámica distinta en la cual se utiliza la realidad aumentada como principal medio de interacción usuario-aplicación.

La aplicación se auxilia de códigos QR impresos un medio físico para su correcta funcionalidad, por lo tanto, se desarrolló una aplicación de escritorio para la generación de estos, limitada a solo mostrar el tema al que corresponde cada QR (o QR's dependiendo de la temática) y su opción de impresión directa.

El proyecto se desarrolló con la herramienta Unity 3D juntamente con la base de datos de Vuforia Engine y para la aplicación de escritorio se utilizó el lenguaje de programación Java. Los modelos 3D utilizados para la proyección en realidad aumentada fueron creados en la herramienta Blender.

1.8 Beneficios del proyecto

Los favorecidos del proyecto fueron inicialmente los niños y jóvenes que al momento de interactuar con la aplicación pueden aprender todo acerca de la educación cooperativa que ofrece COOSAJÓ R.L. de una manera dinámica y acorde al cambio tecnológico que están acostumbradas las nuevas generaciones.

Asimismo, la institución en general de COOSAJÓ R.L fue beneficiada al ofrecer una nueva forma para enseñar a los niños y jóvenes acerca de la educación cooperativa, generando mayor interés en sus asociados y población en general por sus proyectos de educación.

Los principales beneficios fueron:

- Se aumentó el interés por parte de las personas hacia la educación que ofrece COOSAJÓ R.L. ya que mostró una forma dinámica y menos convencional que la ofrecida por la educación tradicional.
- Se fomentó el uso de las tecnologías de vanguardia (a través de la realidad aumentada) en una temática de interés nacional como lo es la educación.
- Se elaboró una aplicación que haciendo uso de realidad aumentada se puedan explicar los distintos temas de educación que ofrece COOSAJÓ R.L., haciendo posible que esta misma pueda adaptarse más adelante a un hardware más intuitivo y gratificante para el usuario (por ejemplo, lentes de realidad aumentada) mejorando así, su experiencia de aprendizaje.
- Se brindó a la población en general (mayormente a niños y jóvenes) una nueva forma de aprender, más divertida e interactiva.

1.9 Fundamentación teórica

1.9.1 Realidad Aumentada (AR)

“La Realidad Aumentada (a partir de ahora AR), es una tecnología que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla con imágenes,

modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por ordenador” (Espinosa, 2015, p. 2). La Realidad Aumentada permite añadir capas de información visual sobre el mundo físico que rodea a las personas, utilizando dispositivos que soporten esta tecnología (como teléfonos móviles). Esto genera nuevas experiencias en el usuario que aportan un conocimiento relevante del entorno.

1.9.2 Unity 3D (v 2019.3)

Según el portal Unity (2021) es una aplicación para “crear juegos y aplicaciones en 2D, 3D y VR a gran velocidad” (párr. 1).

1.9.3 Aplicación de escritorio

En un principio se podía hablar de Aplicaciones Desktop compuestas por Ventanas estáticas (sólo texto e imágenes) y luego fueron evolucionando hasta lo que conocemos hoy en día, donde existen distintos tipos de aplicaciones de Escritorio como correo, foros, chats, videojuegos, documentos on-line, CMS (Sistemas de Gestión de Contenidos), sistemas que dan soporte a las redes sociales, tiendas virtuales, mapas on-line, juegos, etc. (Rosas, 2018, p.38-39).

1.9.4 Aplicación móvil

De acuerdo con Delía, Galdámez, Thomas y Pesado (2013) “este tipo de aplicaciones tiene sus características propias, restricciones y necesidades únicas, lo que difiere del desarrollo de software tradicional” (p. 1). Debido al

aumento en el uso de los dispositivos móviles, es de gran impacto el desarrollo de aplicaciones para estos entornos. Estas aplicaciones, al generarse en ambientes dinámicos e inciertos, hacen que su funcionalidad y restricciones sean algo complejo.

1.9.5 Vuforia Engine

Conforme al portal PTC Vuforia (2021): “es una plataforma de realidad aumentada empresarial escalable e integral. Nuestro amplio conjunto de soluciones garantiza que podamos proporcionar la tecnología AR adecuada a cada cliente en función de sus necesidades comerciales” (párr. 1).

1.9.6 Código QR

“Sistema para almacenar información en una matriz de puntos de dos dimensiones (2D). También se le considera como un código de barras de bidimensional con mayor capacidad, debido a que almacena información tanto en forma horizontal como vertical” (Martín, 2012, p. 4). Los códigos QR son utilizados por diferentes dispositivos al capturar su imagen y realizar una acción específica.

1.9.7 Kanban

Es una metodología ágil para el desarrollo de software desarrollada por Toyota. Según Figuerola (2011) la describe como:

Kanban es una herramienta proveniente de la filosofía *Lean*, de tipo “pull”, lo que significa que los recursos deciden cuándo y cuánto trabajo se comprometen a hacer. Los recursos toman (“pull”) el trabajo cuando están listos, en lugar de tener que recibirlo (“push”) desde el exterior. [...] Kanban se basa en la optimización de procesos continuos y empíricos, que se corresponde con el principio de Kaizen Lean. Enfatiza la respuesta al cambio por sobre seguir un plan (generalmente Kanban permite una respuesta más rápida que Scrum) (p. 1).

Kanban resalta la importancia del trabajo frente a una exhaustiva documentación a procesos y tareas, permitiendo concentrar más los esfuerzos al trabajo y la auto organización entre los comprometidos con el proyecto. Como describe Figuerola (2011), Kanban pueden destacar los siguientes elementos:

Stream: visualizar el flujo real de trabajo a través de los equipos, y la comprensión de lo que están haciendo en cada paso. El tablero de Kanban consiste en una serie de columnas que representan las diferentes etapas de trabajo.

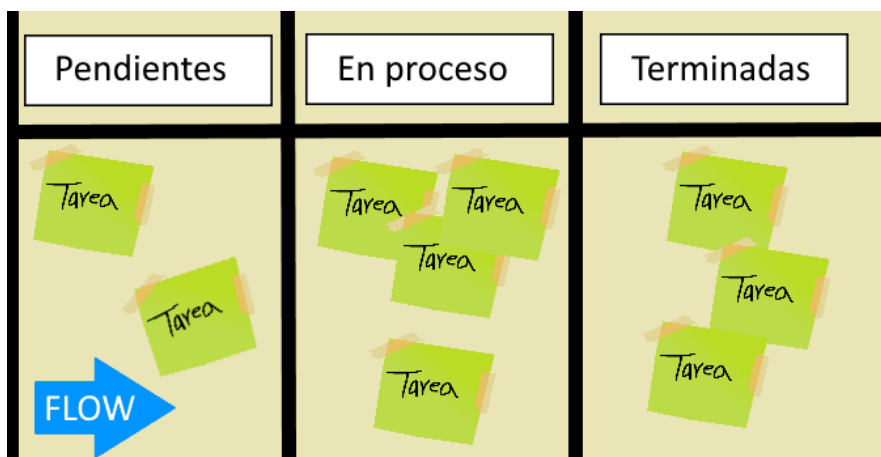
Contenido: representar los tipos diferentes de trabajo, y asegurarse de que todo el trabajo se visualiza de alguna manera que sea comprensible para todos los involucrados. [...]

Límites: definir claramente los límites de la cantidad de trabajo que el equipo puede soportar dentro de cada etapa del *Stream*. Estos límites denotan el punto a partir del cual un equipo no logra progresos adicionales al tratar de tomar un trabajo adicional. [...]

Políticas: estas políticas toman la forma de declaraciones comprobables que declaran en forma explícita y específica, qué significa avanzar una tarea (tarjeta) (p. 2).

En la figura 3 se presenta una descripción gráfica de un tablero utilizado por la metodología Kanban.

Figura 3. ***Stream* o tablero de Kanban**



Fuente: elaboración propia.

a. Objetivos de Kanban

Al utilizar la metodología Kanban se deben proponer objetivos principales y secundarios, de acuerdo con Edge (2018), principalmente se debe centrar esfuerzos en los siguientes objetivos:

1. Objetivo principal: Mejorar rendimiento con mejoras de proceso incorporadas con poca resistencia.
2. Objetivo secundario: Entregas con alta calidad.
3. Objetivo secundario: Controlar la cantidad de WIP, trabajo en curso, para entregar en un tiempo de ciclo predecible.
4. Objetivo secundario: Permitir que los miembros del equipo tengan una vida mejor al mejorar el equilibrio entre trabajo y vida.
5. Objetivo secundario: Dejar que su equipo se relaje al mantener un equilibrio entre la demanda y el rendimiento.
6. Objetivo secundario: Utilice un mecanismo de asignación de prioridades simple que limite el compromiso y mantenga abiertas sus opciones.
7. Objetivo secundario: Tener un esquema transparente para que pueda ver oportunidades de mejora y permitir el cambio a una cultura de colaboración que fomente la mejora continua.

8. Objetivo secundario: Tener un proceso que permita un desarrollo de alta madurez, buena gobernanza, agilidad empresarial y resultados predecibles (párr. 98-121).

b. Tablero Kanban

Kanban es una metodología basada en tareas, la cuales se colocan en tarjetas y estas se colocan en un tablero Kanban, el eje principal de la metodología es su tablero. Según Edge (2018) estas son las dos configuraciones más comunes en la implementación de Kanban:

La configuración de éste está muy estandarizada, también puede ser personalizarlo para que refleje las necesidades del proyecto, como mínimo, el tablero tendrá las siguientes tres columnas organizadas de izquierda a derecha:

Pendiente: esta es la columna donde colocará todo el trabajo próximo, [...]

En curso: se trata de todas las tareas en las que se está trabajando actualmente, es importante que permanezca por debajo de los límites determinados de WIP [...]

Completado: aquí es donde se colocarán todas las tareas terminadas (párr. 244-249).

c. Tarjetas Kanban

Kanban muestra las tareas de forma visual en tarjetas, las cuales deben seguir una dinámica y contener información para realizar cada tarea. Edge (2018) propone las siguientes definiciones para interactuar con las tarjetas de forma correcta:

Todas sus tareas se colocan en tarjetas y se moverán a sus distintas columnas a medida que pasan por las diferentes fases del proceso de trabajo, el objetivo principal es mover la tarea de izquierda a derecha, al hacer esto una prioridad, se asegura de que todo el trabajo se termine por completo antes de continuar con el siguiente paso, de esta manera, mejorará la eficiencia.

Por lo general las tareas se dividen en tareas pequeñas (1 día), medianas (varios días) y grandes (1 semana), las tareas que tardan más de una semana se denominan proyectos los cuales se dividen en los 3 tipos de tareas.

Una tarjeta Kanban solo contendrá una tarea, los datos más comunes en las tarjetas son: número, nombre, descripción, fecha de vencimiento, costo y equipo (párr. 250-290).

d. Toyota y la utilización de Kanban

A través del método Kanban, Toyota logró grandes mejoras en sus procesos de producción. “La tasa de demanda es lo que Kanban usa para controlar la tasa de producción. La demanda se transmite desde el último comprador hasta los procesos de la tienda. En 1953, Toyota utilizó esta nueva idea en su taller mecánico” (Edge, 2018, párr. 13).

Edge (2018) expone que, para la efectiva utilización de Kanban, Toyota implemento una lista de seis reglas:

1. Todos los procesos proporcionarán una solicitud a su proveedor a medida que se consuman los suministros.
2. Todos los procesos se producen en base a la secuencia y cantidad de solicitudes entrantes.
3. Sin una solicitud, nada será hecho o entregado.
4. La solicitud siempre se adjunta al artículo.
5. Los procesos deben garantizar que solo se entreguen artículos sin defectos.
6. Las solicitudes pendientes deben limitarse para asegurarse de que los procesos son sensibles y determinar las ineficiencias (párr. 19-24).

Kanban, al mantener una filosofía Lean, comparte la idea de eliminar los desperdicios en las actividades de un proceso. De acuerdo con Edge (2018), Toyota con Kanban logró mejorar significativamente su sistema de producción:

Deshacerse de actividades inútiles es extremadamente importante para una empresa exitosa. Este es un componente principal de la filosofía Lean, y lo ayudará a aumentar sus ganancias. Esta idea tiene origen en Taiichi Ohno. Dirigió el sistema de producción de Toyota y es considerado como el padre fundador de *Lean Manufacturing*.

Toda su carrera se basó en establecer un proceso de trabajo eficiente y sólido. Encontró tres obstáculos que pueden influir negativamente en los procesos de trabajo. Estos son Mura, o irregularidad; Muri, o sobrecarga; y Muda, o desperdicios.

Descubrió siete tipos de desperdicios mediante el análisis profundo. Los llamó los siete Mudas. Se convirtieron en una práctica para ayudar a optimizar los recursos y reducir los costos (párr. 438-445).

e. Caso de éxito: Ormazabal

Conforme dicta el Portal QRM Institute en Casos de éxito Ormazabal (2020):

Ormazabal es una empresa industrial vasca enfocada al diseño y fabricación de células de potencia y estaciones transformadoras, con un 50% de su mercado en el sector de los campos de aerogeneradores tanto terrestres como marinos (párr. 1).

La implementación la metodología Agile-Kanban permite minimizar el lead time de todos los procesos (párr. 8).

f. Kanban y los proyectos de software

De acuerdo con Edge (2018):

Cuando los equipos usan Kanban para el desarrollo de software, el trabajo se realiza según lo permita la capacidad. El trabajo nunca se fuerza a través del proceso. Este sistema ayuda en la toma de decisiones sobre cuánto, qué y cuándo producir algo. La organización de un tablero Kanban permite una mejor comprensión del flujo de trabajo. Reduce el desperdicio de la multitarea y el cambio de contexto, muestra todos los problemas operativos y ayuda con la colaboración para mejorar el sistema (párr. 57-58).

Kanban no es solo una herramienta de apoyo para otras metodologías, no es solo un tablero. Edge (2018) describe a Kanban como:

Kanban está posicionado para ser un marco de gestión de decisiones, lo que lo hace mucho más poderoso de lo que parece desde un punto de vista externo. ¡No es solo un tablero colgado en la pared! Ayuda a promover la toma de decisiones de base económica al administrar y priorizar el trabajo basado en ciertos objetivos económicos (párr. 75).

g. Kanban y la gestión de proyectos de software

Kanban presenta un enfoque para proyectos de desarrollo de software, según Edge (2018):

Kanban ha sido modificado para ser utilizado en el desarrollo de software con un enfoque de gestión de proyectos. [...]. Cuando se trata del desarrollo de software, puede tener tres tipos de desperdicios: Desperdicio en el potencial del equipo. Desperdicio en la gestión de proyectos. Desperdicio en el desarrollo de código.

Los proyectos más grandes se dividen en tareas para: Dar una forma de localizar y resolver cuellos de botella. Centrarse en el tiempo de ciclo del trabajo entregado. Permitir un flujo de trabajo fácil. Reducir dependencias. Mejorar la visibilidad (párr. 126-150).

1.9.8 Arquitectura cliente-servidor

Para Kendall y Kendall (2011) “se refieren a un modelo de diseño que podemos considerar como aplicaciones que se ejecutan en una red” (p. 529-530). Esta arquitectura presenta un modelo de diseño de software donde cada proveedor de recursos o servicios ejecutan tareas de forma repartida hacia otros clientes. El cliente es quien realiza peticiones a otro programa y el servidor es el encargado de devolver una respuesta.

1.9.9 Sistema operativo

Conforme expone Baz, Ferreira, Álvarez y García (s.f.) un sistema operativo se define como la “Capa compleja entre el hardware y usuario, concebible también como una máquina virtual, que facilita al usuario o al programador las herramientas e interfaces adecuadas para realizar sus tareas informáticas, abstrayéndole de los complicados procesos necesarios para llevarlas a cabo” (p. 5).

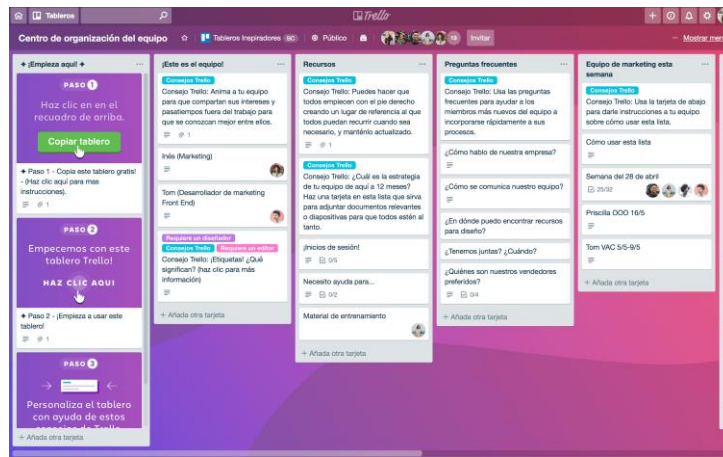
1.9.10 Android (v 5.1.1+)

Según Baz, Ferreira, Álvarez y García (s.f.) “Android es un sistema operativo móvil basado en Linux y Java que ha sido liberado bajo la licencia Apache versión 2. El sistema busca, nuevamente, un modelo estandarizado de programación que simplifique las labores de creación de aplicaciones móviles” (p. 6).

1.9.11 Trello

Trello (2021) “es una solución fácil, gratuita, flexible y visual para gestionar proyectos” (párr. 2). En la figura 4 se visualiza un tablero en Trello.

Figura 4. Tablero de tareas en Trello



Fuente: elaboración propia.

1.9.12 Lenguaje unificado de modelado

“El UML consiste en cosas, relaciones y diagramas [...]. Los primeros componentes (o elementos primarios) de UML se llaman cosas” (Kendall y Kendall, 2011, p. 286).

La metodología UML presenta dos tipos principales de diagramas estructurales y de comportamiento, las cuales Kendall y Kendall (2011) describen:

Los diagramas estructurales se utilizan, por ejemplo, para describir las relaciones entre las clases. Éstos se dividen en diagramas de clases, diagramas de objetos, diagramas de componentes y diagramas de despliegue. Por otro lado, los diagramas de comportamiento se pueden utilizar para describir la interacción entre las personas (actores en UML) y lo que denominamos caso de uso, o la forma en que los actores utilizan el sistema. Los diagramas de comportamiento se dividen en diagramas de casos de uso, diagramas de secuencia, diagramas de comunicación, diagramas de estados y diagramas de actividad (p. 287).

1.9.13 Casos de uso

“Un modelo de casos de uso muestra una vista del sistema desde la perspectiva del usuario, por lo cual describe qué hace el sistema sin describir cómo lo hace” (Kendall y Kendall, 2011, p. 287).

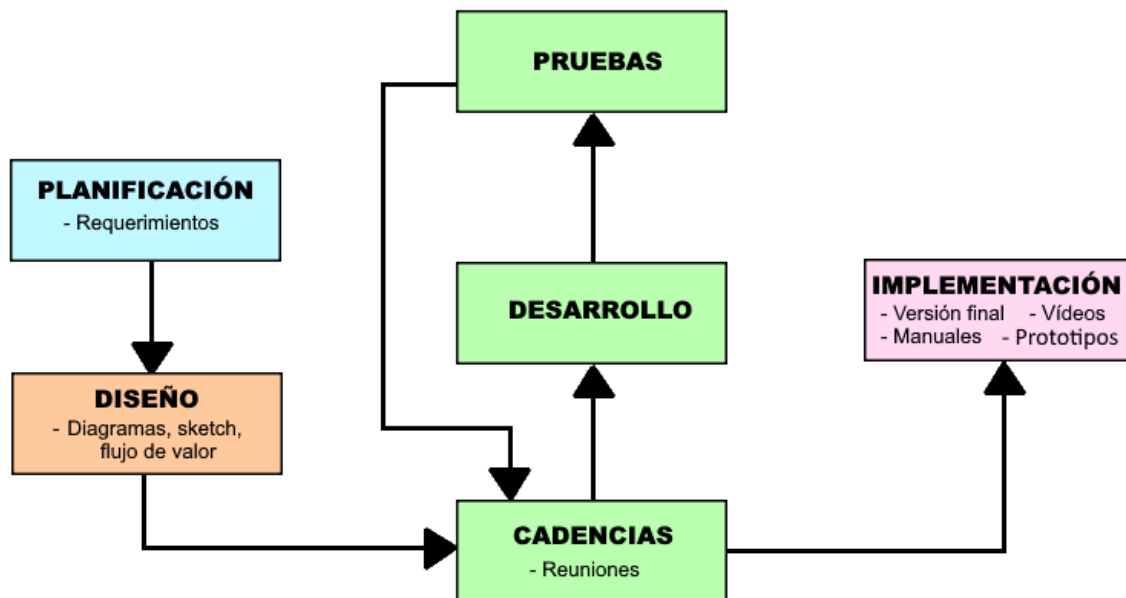
1.9.14 Blender

“Blender es un paquete de estudio de modelado y animación 3D” (Flavell, 2010, p. 1). Blender al ser un programa de código libre permite la utilización de este en múltiples proyectos de manera fácil y rápida.

1.10 Ciclo de vida del proyecto

La metodología Kanban define el ciclo iterativo en la etapa de desarrollo, incluyendo a su vez una etapa de pruebas donde los resultados serán medidos y corregidos en base a reuniones que a su vez se fueron realizando con la institución para obtener retroalimentación temprana y no esperar hasta un producto final. El ciclo de vida del proyecto consta de cinco etapas: planificación, diseño, desarrollo, pruebas e implementación y entregables (figura 5).

Figura 5. Ciclo de vida del proyecto



Fuente: elaboración propia.

1.11 Planificación

La etapa inicial para el uso correcto de una metodología Kanban debe ser conforme al ciclo de vida del proyecto, el cual define a la planificación como el punto inicial para el desarrollo.

1.11.1 Alcance del proyecto y productos esperados

La aplicación móvil se desarrolló para teléfonos con sistema operativo Android. La herramienta contempló como contenido únicamente los temas de educación cooperativa seleccionados previos al desarrollo de esta, dirigidos especialmente para un público de niños y jóvenes.

Se desarrolló una aplicación de escritorio que permite la impresión de los códigos QR correspondientes a los temas seleccionados de educación cooperativa que son utilizados por el sistema de realidad aumentada que ofrece la aplicación móvil.

La captura de los requerimientos se realizó según las proyecciones contempladas en el ámbito de educación por parte del departamento de educación cooperativa de COOSAJO R.L., con apoyo de su personal.

1.11.2 Requerimientos

a. Requerimientos funcionales

Tabla 2. **Requerimientos funcionales de la aplicación**

<i>RF1</i>	La aplicación de realidad aumentada se podrá ejecutar en cualquier dispositivo móvil sin necesidad de estar conectado a internet.
<i>RF2</i>	Desarrollar una aplicación de escritorio para que presente información de los temas de educación cooperativa ocupados en la aplicación móvil.
<i>RF3</i>	Se podrá generar un código QR impreso (para su uso en las dinámicas de la aplicación móvil) desde el ordenador mediante la aplicación de escritorio.
<i>RF4</i>	La pantalla de impresión de códigos QR puede guardar los impresos en archivos PDF.
<i>RF5</i>	El usuario al ejecutar la aplicación móvil deberá apuntar la Cámara hacia el QR de la temática deseada entre todas las disponibles
<i>RF6</i>	Debe desplegarse una temática para cada uno de los códigos QR correspondientes a los temas seleccionados sobre educación cooperativa en la pantalla del teléfono.
<i>RF7</i>	Las actualizaciones solo podrán ser efectuadas por el desarrollador del sistema.

Fuente: elaboración propia.

b. Requerimientos no funcionales

Tabla 3. **Requerimientos no funcionales de la aplicación**

<i>RNF1</i>	La aplicación debe de estar disponible en todo momento que un usuario desee hacer uso de esta, no limitada a una conexión a internet.
<i>RNF2</i>	Se debe tener acceso a la aplicación móvil desde cualquier teléfono con sistema operativo Android con una versión mayor o igual a 5.1.1.
<i>RNF3</i>	La base de datos de las temáticas debe ser abordada en Vuforia Engine
<i>RNF4</i>	La interfaz entre la aplicación móvil y la base de datos es brindada por Vuforia Engine.
<i>RNF5</i>	La aplicación de escritorio debe contar con los mismos temas que se contemplan en la aplicación móvil.
<i>RNF6</i>	La aplicación de escritorio debe estar desarrollada con el lenguaje de programación Java.
<i>RNF7</i>	El sistema se diseñará de tal forma que permita al usuario una utilización intuitiva.
<i>RNF8</i>	La aplicación móvil debe estar desarrollada en conjunto con el kit para desarrollo de software de realidad aumentada para dispositivos móviles Vuforia.
<i>RNF9</i>	La interfaz de usuario para la aplicación de escritorio utilizará ventanas estilo Windows para aplicaciones Java.

Fuente: elaboración propia.

1.12 Diseño

Conforme al desarrollo de Kanban para la siguiente etapa del ciclo del proyecto se presenta el diseño. En el desarrollo del software se hizo uso de la metodología Kanban, la cual presenta el flujo de trabajo durante la realización de todo el proyecto, mostrando en un tablero el control de todas las actividades, para esto se utilizó Trello, aplicación web de creación de tableros de control estilo Kanban.

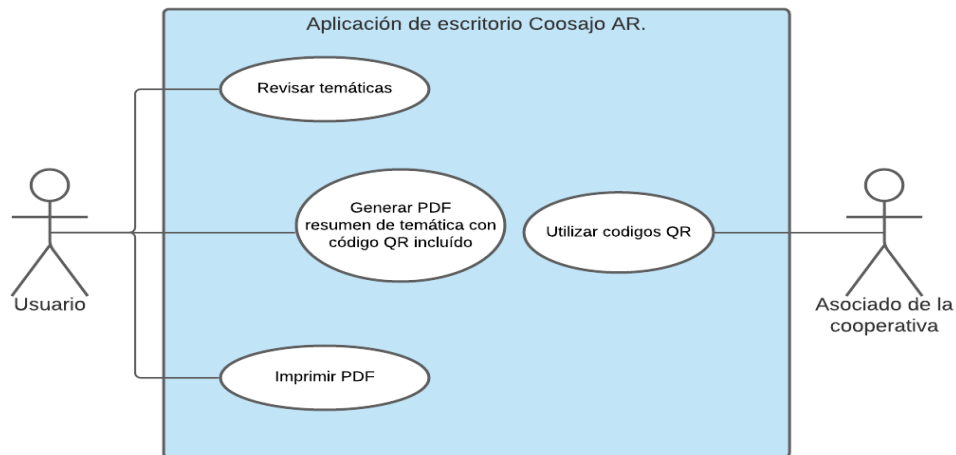
1.12.1 Modelado del negocio

a. Modelado de casos de uso del negocio

Kanban en su etapa de diseño presenta diagramas que describan el modelado del negocio del proyecto, este define qué debe suceder en el negocio cuando este se ejecuta, en general muestra una descripción gráfica del comportamiento de una serie de acciones que producen un resultado de valor para un actor particular del negocio.

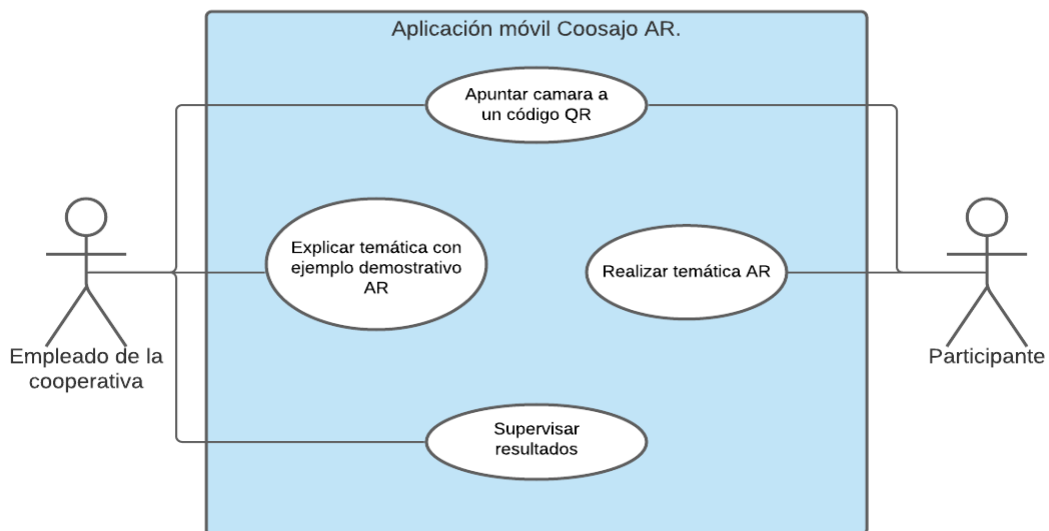
A continuación, mediante figuras definidas se presentan los procesos de generación de códigos QR (figura 6), el proceso de proyección de temáticas de realidad aumentada en la aplicación móvil (figura 7) y el proceso de desarrollo de temáticas para la aplicación (figura 8).

Figura 6. **Diagrama de casos de uso de alto nivel para generación de códigos**



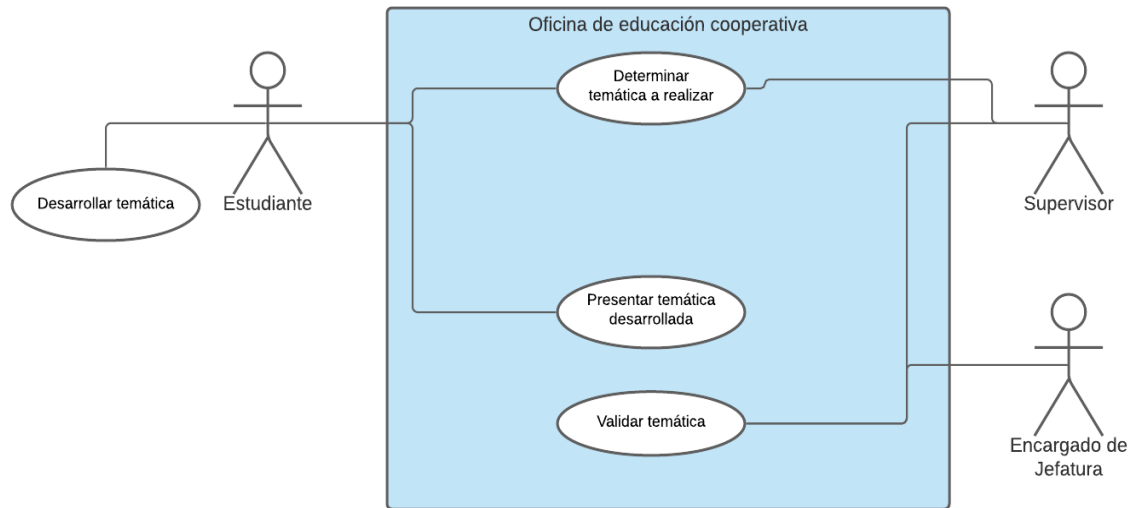
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Diagrama de casos de uso de alto nivel de la proyección de temáticas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Diagrama de casos de uso de alto nivel del desarrollo de temáticas**

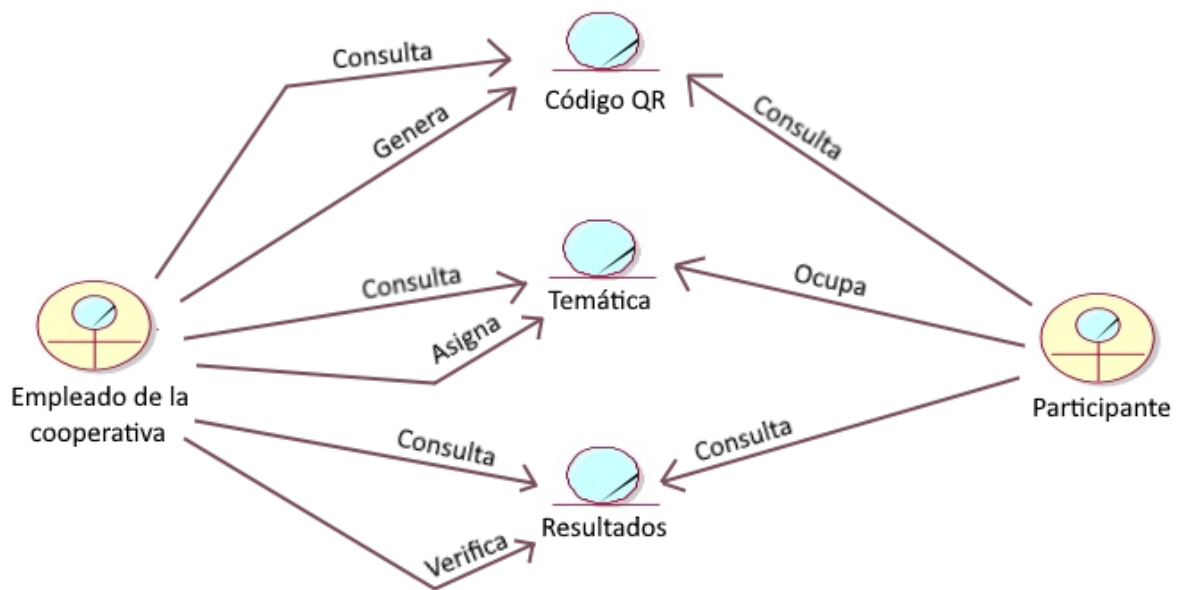


Fuente: elaboración propia.

b. Modelado de objetos del negocio

Describen los casos de uso del negocio con los objetos o documentos incluidos. Este modelo identifica todos los “roles” y “cosas” en el negocio, los cuales son representados como clases en la vista lógica. En la figura 9 se ilustra los procesos para ejecutar correctamente la aplicación completa de Coosajo AR.

Figura 9. **Modelado de objetos para el proceso de ejecución de la aplicación**

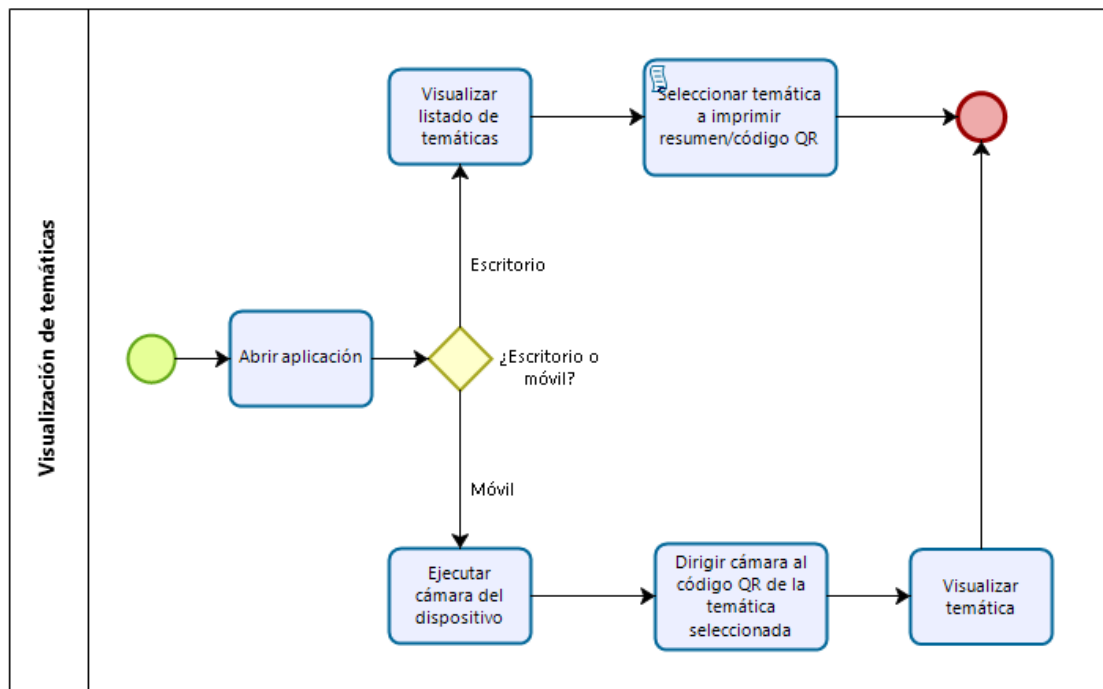


Fuente: elaboración propia.

c. Diagrama de procesos

Utilizando la notación gráfica BPMN para exponer las actividades presentes en un proceso completo, se otorga a todos los analistas de negocio y desarrolladores una forma eficiente para representar los distintos flujos de trabajo (*workflows*) que tienen que modelarse. A continuación, se presentan diagramas para los respectivos procesos de visualización de temáticas (figura 10), registro de una temática en el sistema de Vuforia Engine y Unity (figura 11) y creación de una temática (figura 12).

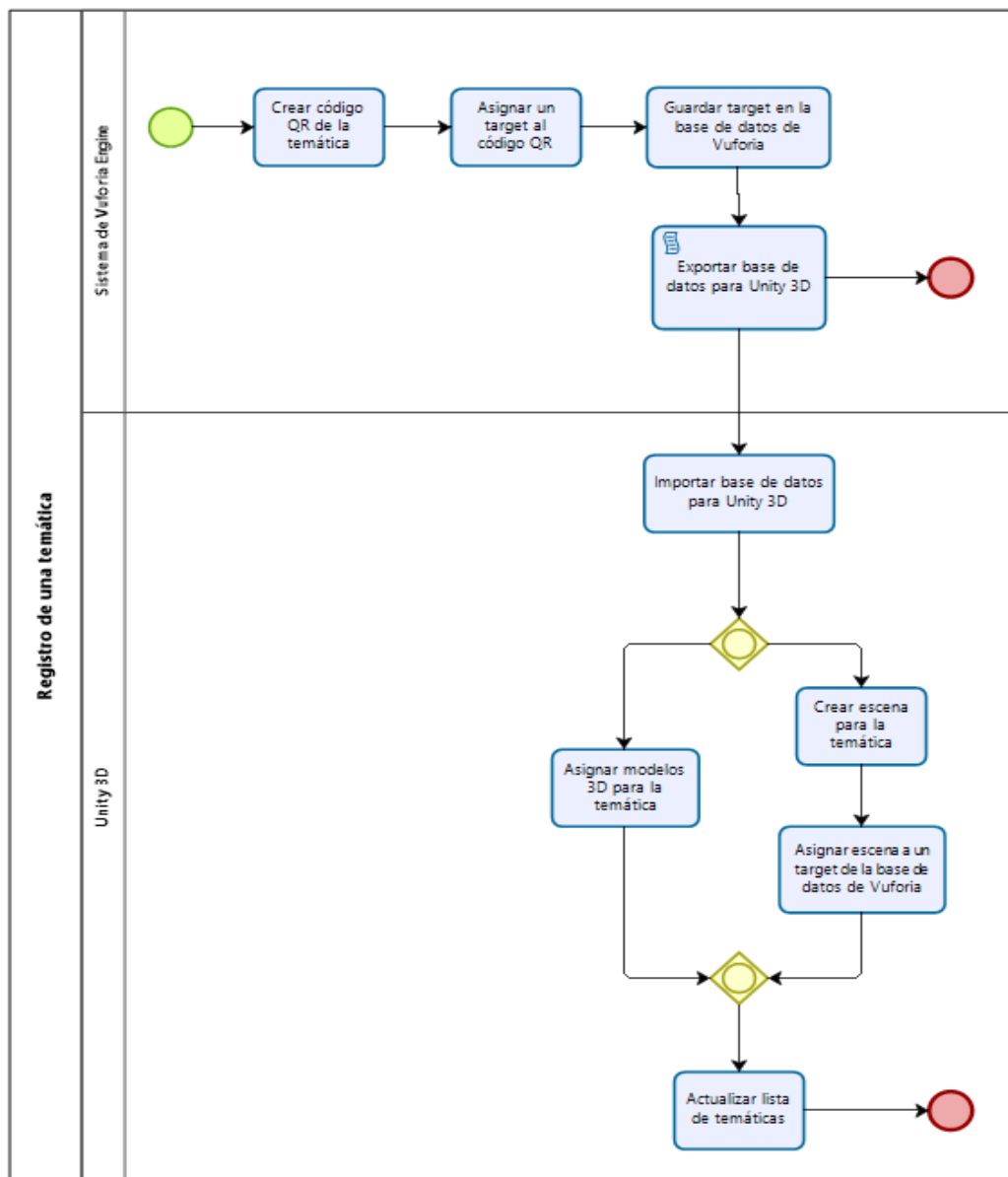
Figura 10. Diagrama de procesos para la visualización de temáticas



Fuente: elaboración propia.

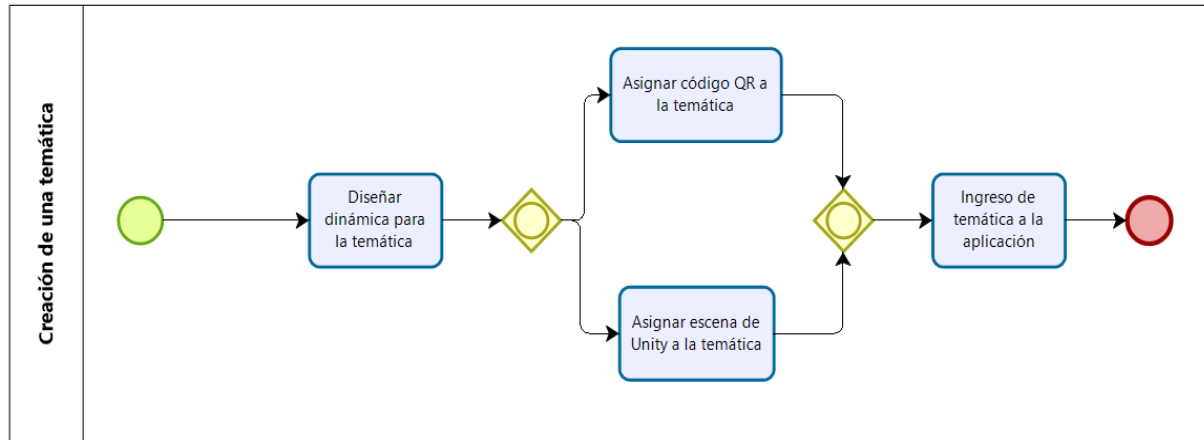
En todos los procesos de gestión de la base de datos en Vuforia Engine y de la creación de temáticas en el entorno de Unity son realizadas por el administrador de la aplicación, el cual es el mismo desarrollador.

Figura 11. Diagrama de procesos para el registro de una temática



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de procesos para la creación de una temática



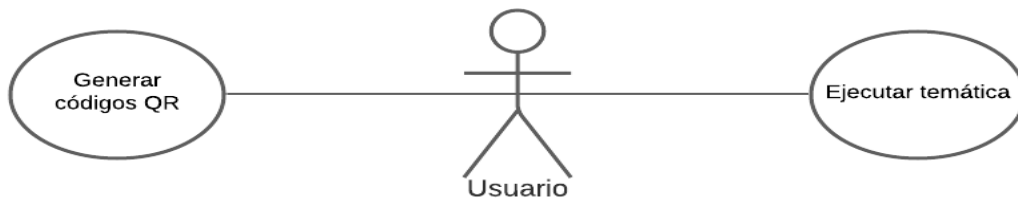
Fuente: elaboración propia.

1.12.2 Modelado del sistema

a. Modelos de casos de uso del sistema

La forma en que todos los actores usan el sistema se representa con un caso de uso, que son fragmentos de funcionalidad que especifican una serie de acciones que el sistema puede ejecutar interactuando con sus actores, abarcando alternativas dentro de las específicas secuencias. En la figura 13 se presenta la funcionalidad de la ejecución de una temática.

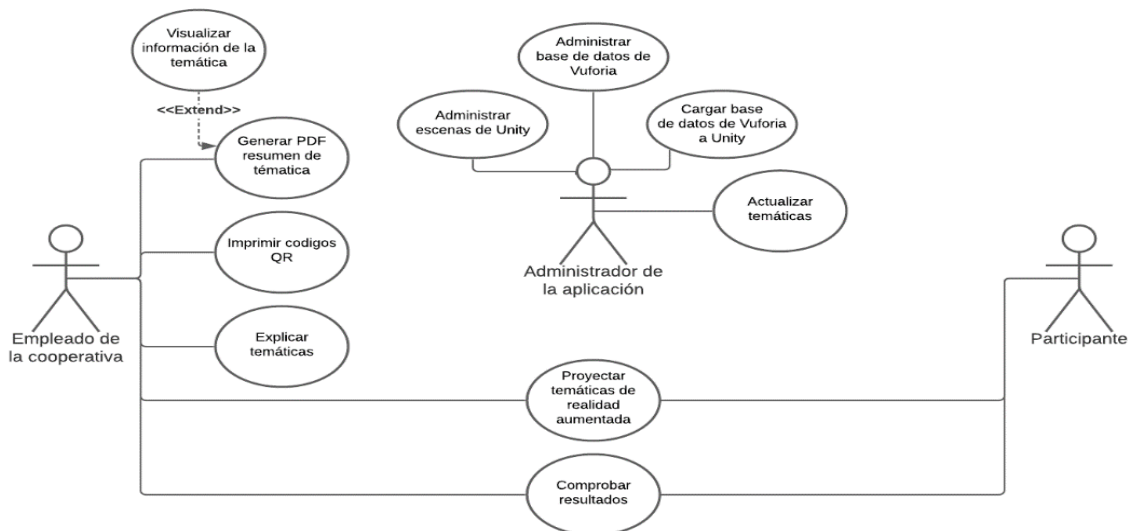
Figura 13. Diagrama de casos de uso del sistema para ejecutar una temática



Fuente: elaboración propia.

La figura 14 presenta las funciones de la aplicación móvil para llevar a cabo la ejecución completa de la temática. El actor administrador en el proyecto es el mismo encargado de desarrollar la aplicación.

Figura 14. Diagrama de casos de uso de la aplicación móvil Coosajo AR



Fuente: elaboración propia.

b. Especificaciones de los casos de uso

Las especificaciones de casos de uso identifican a rasgos generales un caso de uso, describiendo el rol y el objetivo del caso de uso. Las especificaciones de los casos de usos para ejecutar una temática, se identifican en las tablas 4 a la 5 y de la 6 a la 15; Especifican el diagrama de casos de uso de la aplicación móvil Coosajo AR.

- **Casos de uso para ejecutar una temática**

Tabla 4. **Especificación de caso de uso "generar códigos QR"**

Caso de uso	Generar códigos QR	
Resumen	Visualizar todos los códigos QR específicos a las temáticas existentes, seleccionar el/los que se desee e imprimirlos para usarlos en la aplicación móvil.	
Actores	• Usuario.	
Precondiciones	• El equipo de escritorio debe tener instalado Java en su versión 8. • Debe de estar instalada la aplicación de escritorio en el equipo.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	Abrir la aplicación de escritorio.
	2.	Seleccionar la temática deseada.
	3.	Generar Código QR deseado.

Continuación de la tabla 4

Flujo alternativo	Excepción provocada en el paso 3.	
	1.	Se guardará en archivo PDF el respectivo código QR en ausencia de una impresora requerida.
Post condiciones	Los supervisores pueden utilizar los códigos QR en diferentes estructuras y redimensionarlos de tamaño.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. **Especificación de caso de uso "ejecutar temática"**

Caso de uso	Ejecutar temática	
Resumen	Proyectar las temáticas en realidad aumentada y poder interactuar con todas ellas mediante el uso de la aplicación móvil.	
Actores	• Usuario.	
Precondiciones	• El dispositivo móvil debe contar con sistema operativo Android en su versión 5.1.1 o superior. • Debe de estar instalada la aplicación móvil Coosajo AR en el dispositivo. • Deben estar presentes los códigos QR a utilizarse para las temáticas deseadas.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	Colocar en un entorno físico el Código QR de la temática que se vaya a realizar.
	2.	Abrir la aplicación móvil.

Continuación de la tabla 5

Flujo de eventos	3.	Dirigir la cámara de la aplicación hacia el código QR de la temática deseada.
	4.	Realizar temática.
Flujo alternativo	Excepción provocada en el 4.	
	1.	Terminada la temática esta se puede reiniciar.
Post condiciones	Los supervisores pueden comprobar y analizar resultados entre los diferentes participantes que estén realizando la temática.	

Fuente: elaboración propia.

• **Casos de uso aplicación móvil Coosajo AR**

Tabla 6. **Especificación de caso de uso "generar PDF resumen de temática"**

Caso de uso	Generar PDF resumen de temática	
Resumen	Imprimir el resumen del funcionamiento de la temática seleccionada.	
Actores	• Empleado de la cooperativa.	
Precondiciones	• Tener una impresora incorporada en el equipo. • Tener instalada la aplicación de escritorio.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	Abrir la aplicación de escritorio.
	2.	Seleccionar la temática deseada.
	3.	Imprimir resumen de la temática.

Continuación de la tabla 6

Flujo alternativo	Excepción provocada en el paso 3.	
	1.	Se guardará en archivo PDF el resumen en ausencia de una impresora requerida.
Post condiciones	Los supervisores deberán preparar su dinámica de enseñanza con el respectivo resumen de la temática y utilizar el código QR para enseñarlas.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Especificación de caso de uso "visualizar información de la temática"

Caso de uso	Visualizar información de la temática	
Resumen	Presentación de información completa correspondiente a la temática que se haya seleccionado.	
Actores	• Empleado de la cooperativa.	
Precondiciones	• Tener instalada la aplicación de escritorio.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	Abrir la aplicación de escritorio.
	2.	Seleccionar la temática deseada.
	3.	Generar PDF.
Flujo alternativo	Excepción provocada en el paso 3.	
	1.	Se desplegará el lector de PDF predeterminado.
Post condiciones	El empleado de la cooperativa puede imprimir el archivo que contiene todo sobre la temática.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Especificación de caso de uso "imprimir códigos QR"

Caso de uso	Imprimir códigos QR	
Resumen	Imprimir el código QR de la temática seleccionada.	
Actores	• Empleado de la cooperativa.	
Precondiciones	• Tener instalada la aplicación de escritorio. • Tener una impresora instalada en el equipo.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	Abrir la aplicación de escritorio.
	2.	Seleccionar la temática deseada.
	3.	Generar PDF.
	4.	Imprimir código QR.
Flujo alternativo	Excepción provocada en el paso 3.	
	1.	Se guardará en archivo PDF el resumen en ausencia de una impresora requerida.
Post condiciones	El empleado de la cooperativa puede utilizar el código QR sobre una superficie física para que se proyecte la temática de realidad aumentada en la aplicación móvil.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. **Especificación de caso de uso "explicar temáticas"**

Caso de uso	Explicar temáticas	
Resumen	Exponer el funcionamiento de la temática e indicar el manejo de los resultados finales para cada una de estas.	
Actores	• Empleado de la cooperativa.	
Precondiciones	• Debe de comprenderse toda la temática según el resumen que esta ofrece en la aplicación de escritorio. • El dispositivo móvil debe contar con sistema operativo Android en su versión 5.1.1 o superior. • Debe de estar instalada la aplicación móvil Coosajo AR en el dispositivo. • Deben estar presentes los códigos QR a utilizarse para las temáticas deseadas.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	Explicar a participantes el contenido teórico de la temática.
	2.	Abrir aplicación móvil.
	3.	Apuntar cámara a código QR.
	4.	Detallar el flujo de trabajo de la temática.
Flujo alternativo	Excepción provocada en el paso 2.	
	1.	Si el dispositivo no es Android v5.1.1+ la aplicación se cerrará.
Post condiciones	El empleado de la cooperativa puede utilizar el código QR sobre una superficie física para que se proyecte la temática de realidad aumentada en la aplicación móvil.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. **Especificación de caso de uso “proyectar temáticas de AR”**

Caso de uso	Proyectar temáticas de realidad aumentada	
Resumen	Enseñar con ejemplo dinámico la funcionalidad entera de la temática.	
Actores	• Empleado de la cooperativa. • Participante.	
Precondiciones	• Debe haberse explicado la temática de la aplicación y su teoría. • El dispositivo móvil debe contar con sistema operativo Android en su versión 5.1.1 o superior. • Debe de estar instalada la aplicación móvil Coosajo AR en el dispositivo. • Deben estar presentes los códigos QR a utilizarse para las temáticas deseadas.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	El empleado de la cooperativa y el participante deben ambos abrir la aplicación móvil.
	2.	Apuntar cámaras a código QR.
	3.	El empleado de la cooperativa debe exponer el funcionamiento de la temática.
	4.	El participante debe seguir los pasos explicados por el empleado de la cooperativa y obtener sus propios resultados.
Flujo alternativo	Excepción provocada en el paso 3.	
	1.	Terminada la temática esta se puede reiniciar.

Continuación de la tabla 10

Post condiciones	El empleado de la cooperativa puede comprobar los resultados obtenidos entre los distintos participantes e interpretar los resultados según lo dicho en los resúmenes de las temáticas.
-------------------------	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Especificación de caso de uso "comprobar resultados"

Caso de uso	Comprobar resultados	
Resumen	Observar e interpretar resultados de los participantes.	
Actores	• Empleado de la cooperativa. • Participante.	
Precondiciones	• El dispositivo móvil debe contar con sistema operativo Android en su versión 5.1.1 o superior. • Debe de estar instalada la aplicación móvil Coosajo AR en el dispositivo. • Deben estar presentes los códigos QR a utilizarse para las temáticas deseadas. • La temática se debe haber finalizado.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	El empleado de la cooperativa y el participante deben ambos haber finalizado la temática.
	2.	El empleado de la cooperativa debe validar e interpretar los resultados de los participantes para concluir a un aprendizaje personal.

Continuación de la tabla 11

Flujo alternativo	Excepción provocada en el paso 1.	
	1.	Terminada la temática esta se puede reiniciar.
Post condiciones	La temática se puede repetir para obtener resultados diferentes y mejorar el proceso de aprendizaje entre los participantes.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. **Especificación de caso de uso "administrar escenas de Unity"**

Caso de uso	Administrar escenas de Unity	
Resumen	Tener acceso a toda la funcionalidad de las temáticas de la aplicación móvil en Unity y su representación en modelos 3D.	
Actores	• Administrador de la aplicación.	
Precondiciones	• El usuario debe tener acceso al proyecto de Unity. • El usuario debe tener conexión a internet.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	Abrir proyecto de Unity.
	2.	Conectarse con la base de datos de Vuforia Engine.
	3.	Acceder a todas las funciones del sistema.
	4.	Guardar cualquier cambio.
Flujo alternativo	Excepción provocada en el paso 2.	

Continuación de la tabla 12

Flujo alternativo	1.	Mensaje de error al mostrar targets de la base de datos de Vuforia si no cuenta con Internet.
Post condiciones	Los cambios se resguardan en la base de datos.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. **Especificación de caso de uso "administrar base de datos de Vuforia"**

Caso de uso	Administrar base de datos de Vuforia	
Resumen	Tener acceso a toda la base de datos de Vuforia que contiene todos los códigos QR en lista de targets.	
Actores	Administrador de la aplicación.	
Precondiciones	El usuario debe tener acceso a la cuenta que esta enlazada con el proyecto de Unity en el sitio web de Vuforia.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	Ingresar al enlace de inicio de sesión de la página web oficial de Vuforia.
	2.	Iniciar sesión.
	3.	Ingresar al administrador de targets.
	4.	Seleccionar la base de datos del proyecto Coosajo AR.
	5.	Acceder a todas las modificaciones en la base de datos.
	6.	Guardar cualquier cambio deseado.

Continuación de la tabla 13

Flujo alternativo	Excepción provocada en el paso 3.	
	1.	Si no se encuentra ninguna base de datos se lanzará el mensaje que se debe crear una.
Post condiciones	Cualquier base de datos que se vaya a exportar se debe elegir la opción que sea compatible para un proyecto de Unity 3D.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14. **Especificación de caso de uso “cargar base de datos de Vuforia a Unity”**

Caso de uso	Cargar base de datos de Vuforia a Unity	
Resumen	Exportar la base de datos de Vuforia Engine al proyecto de Unity.	
Actores	• Administrador de la aplicación.	
Precondiciones	• El usuario debe tener acceso a una cuenta de Vuforia. • El usuario debe tener acceso al proyecto de Unity.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	Ingresar al enlace de inicio de sesión de la página web oficial de Vuforia.
	2.	Iniciar sesión.
	3.	Ingresar al administrador de targets.
	4.	Seleccionar la base de datos del proyecto Coosajo AR.

Continuación de la tabla 14

Flujo de eventos	5.	Exportar base de datos para un proyecto de Unity.
	6.	Importar base de datos de Vuforia al proyecto de Unity.
Flujo alternativo	Excepción provocada en el paso 6.	
	1.	Si ya existe una base de datos de Vuforia en el proyecto de Unity aparecerá un mensaje que pregunta si se unirán todos los targets nuevos con los ya existentes.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 15. **Especificación de caso de uso "actualizar temáticas"**

Caso de uso	Actualizar temáticas	
Resumen	Realizar modificaciones deseadas en las temáticas seleccionadas.	
Actores	• Administrador de la aplicación.	
Precondiciones	• El usuario debe tener acceso a una cuenta de Vuforia. • El usuario debe tener acceso al proyecto de Unity.	
Flujo de eventos	Paso	Acción
	1.	Realizar cambios en los targets de la base de datos de Vuforia Engine.
	2.	Exportar base de datos con las modificaciones realizadas.

Continuación de la tabla 15

Flujo de eventos	3.	Importar base de datos al proyecto de Unity.
	4.	Modificar los scripts de la temática deseadas en Unity.
	5.	Modificar los modelos 3D para las escenas asignadas de la temática específica.
	6.	Guardar cualquier cambio deseado.
Flujo alternativo	Excepción provocada en el paso 3.	
	1.	Si ya existe una base de datos de Vuforia en el proyecto de Unity aparecerá un mensaje que pregunta si se unirán todos los targets nuevos con los ya existentes.

Fuente: elaboración propia.

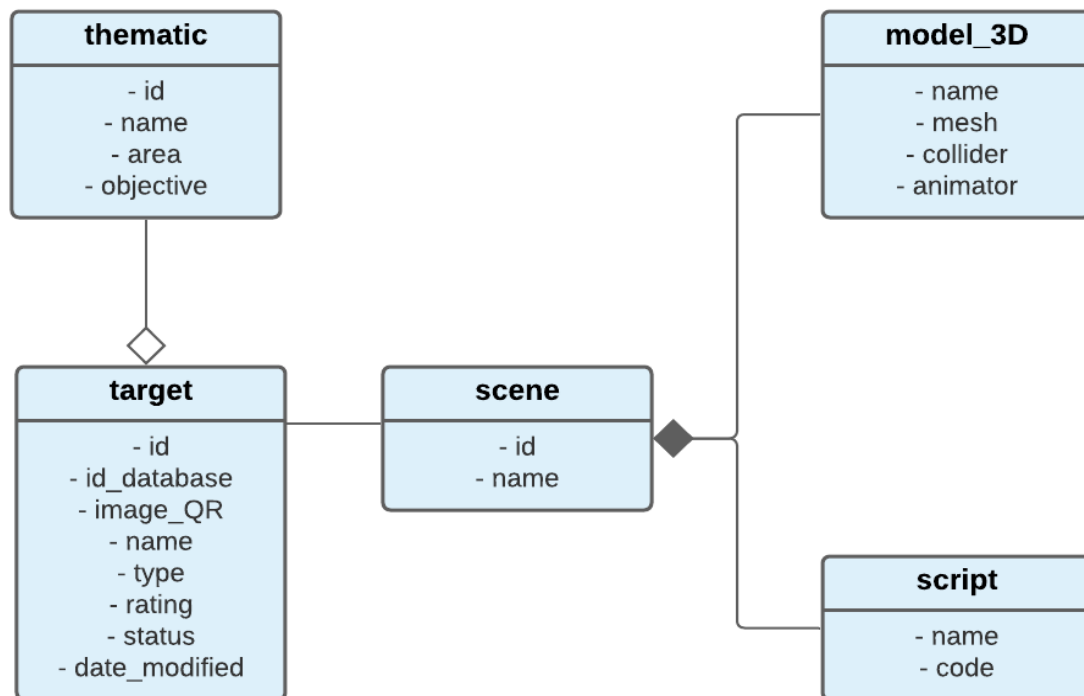
1.12.3 Análisis y diseño del sistema

a. Modelado de análisis y diseño

"Para empezar a planear un proyecto hay que descomponerlo en tres actividades principales: Análisis, Diseño, Implementación" (Kendall y Kendall, 2011, p. 77). El análisis de procesos asimila toda la información correspondiente a los procesos de negocio en un contexto de organización general. El diseño define los deseos de la organización para un proceso y su respuesta cuando este se está ejecutando. En la fase de modelado de análisis y diseño se da también el establecimiento de las estructuras de datos.

Para su representación se hizo uso del diagrama de clases, en la figura 15 se ilustra las clases y relaciones que intervienen en el proyecto de la aplicación móvil de realidad aumentada Coosajo AR.

Figura 15. **Modelo de análisis y diseño de la aplicación móvil Coosajo AR**

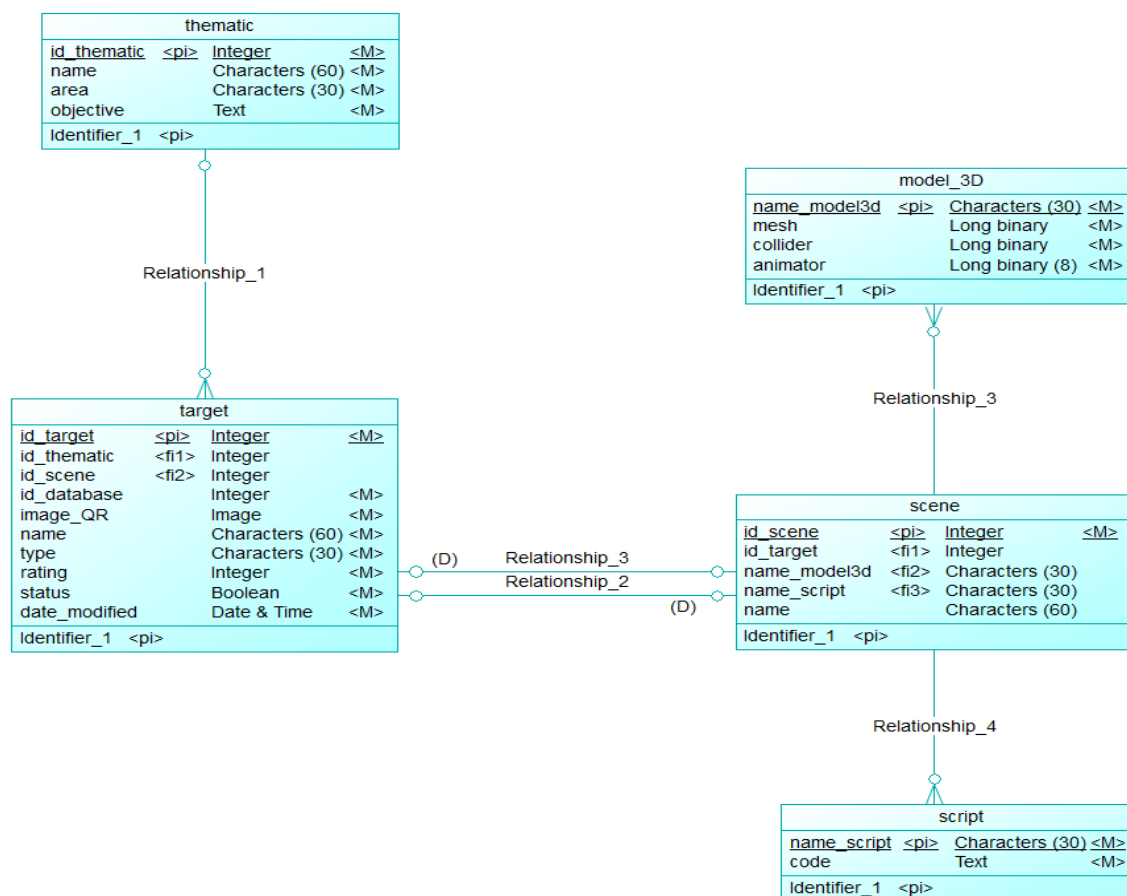


Fuente: elaboración propia.

b. Modelado de datos

El modelado de datos describe la estructura lógica de los sistemas, definiendo su tipo, el conjunto de restricciones para su integridad y las operaciones respectivas para su manipulación. Así también mediante el uso del diagrama relacional se presenta el funcionamiento de la base de datos para la aplicación móvil de realidad aumentada Coosajo AR (figura 16).

Figura 16. Modelo relacional de la aplicación móvil de Coosajo AR

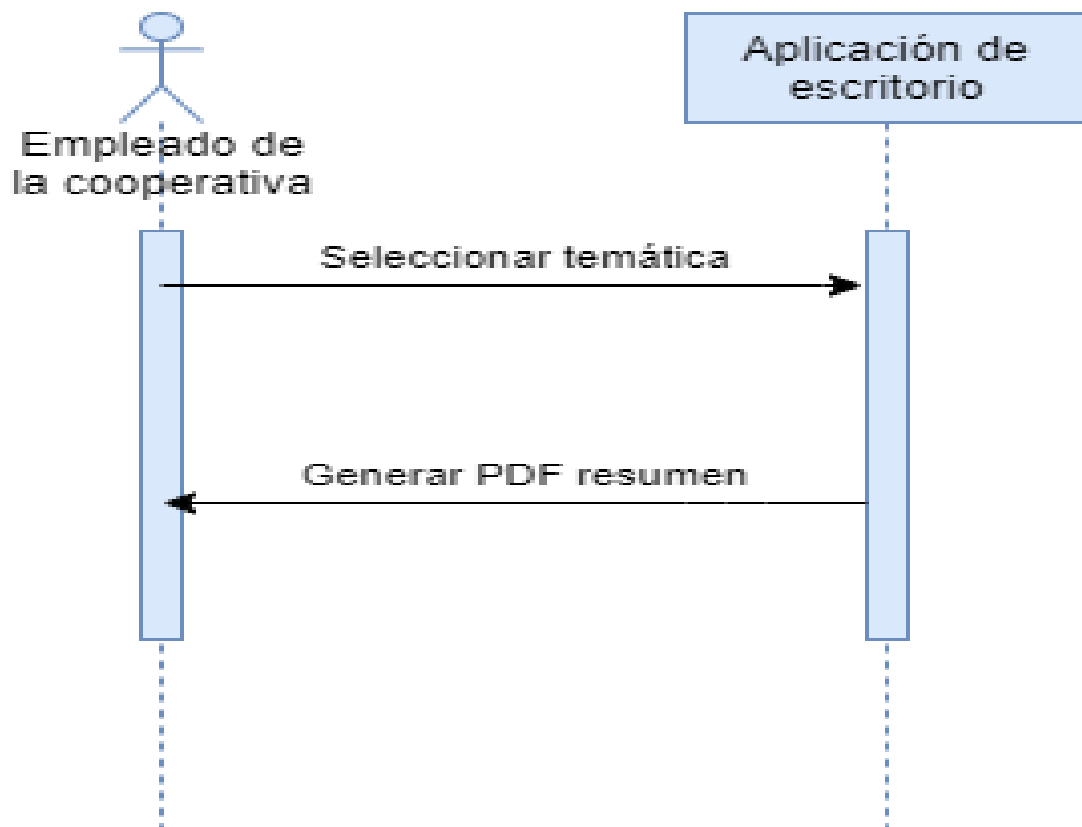


Fuente: elaboración propia.

c. Diseño de procesos del software

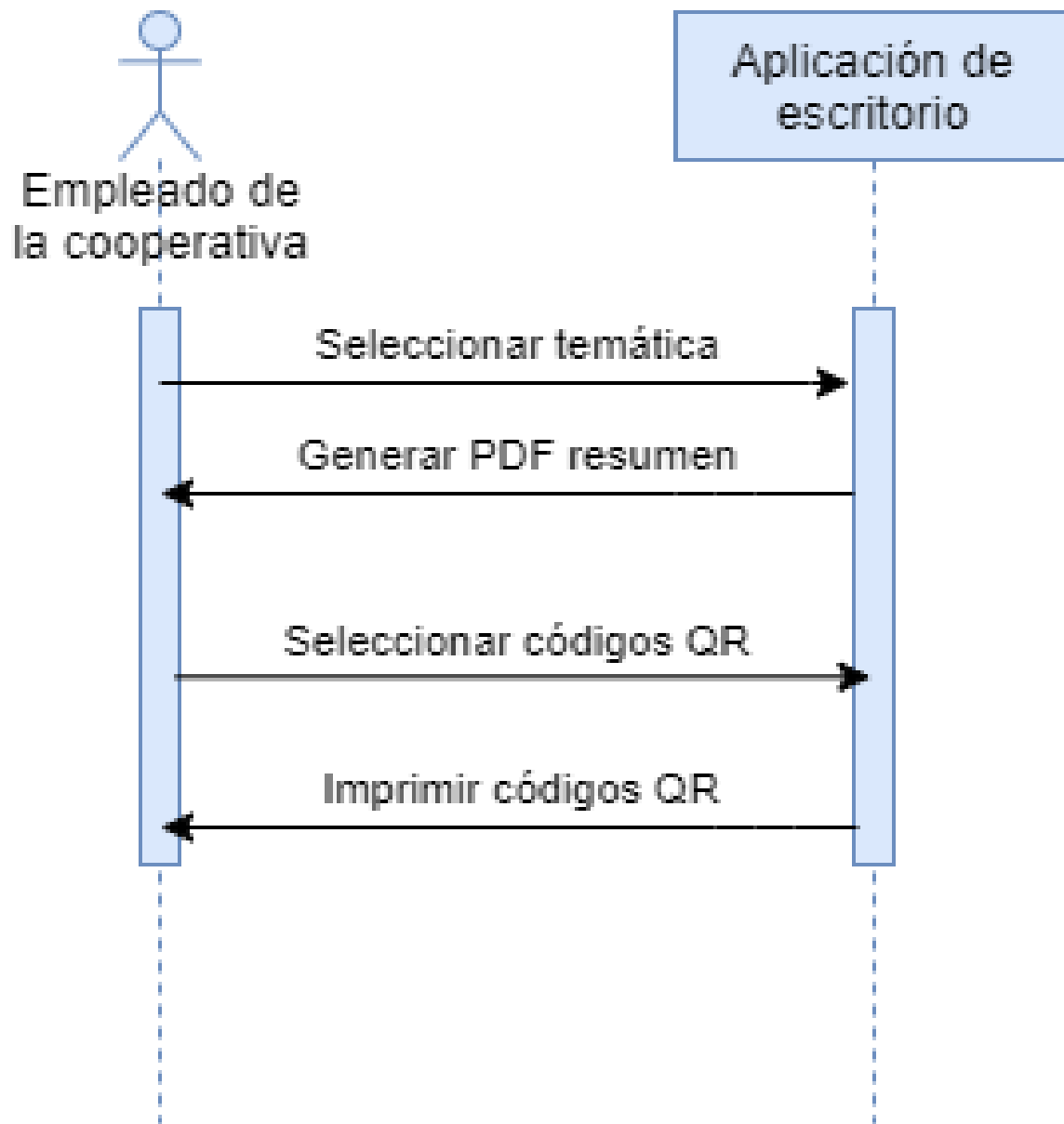
Mediante el uso de diagramas de secuencias se definen los detalles de los objetos y los componentes cuando interactúan entre sí para completar un proceso de software, otorgando un modelo de la lógica para las operaciones, funciones o procedimientos sofisticados del sistema. En las figuras 17 a la 25 se presentan los diagramas de secuencias que poseen los procesos para la aplicación móvil Coosajo AR.

Figura 17. **Diagrama de secuencias de generar PDF resumen de temática**



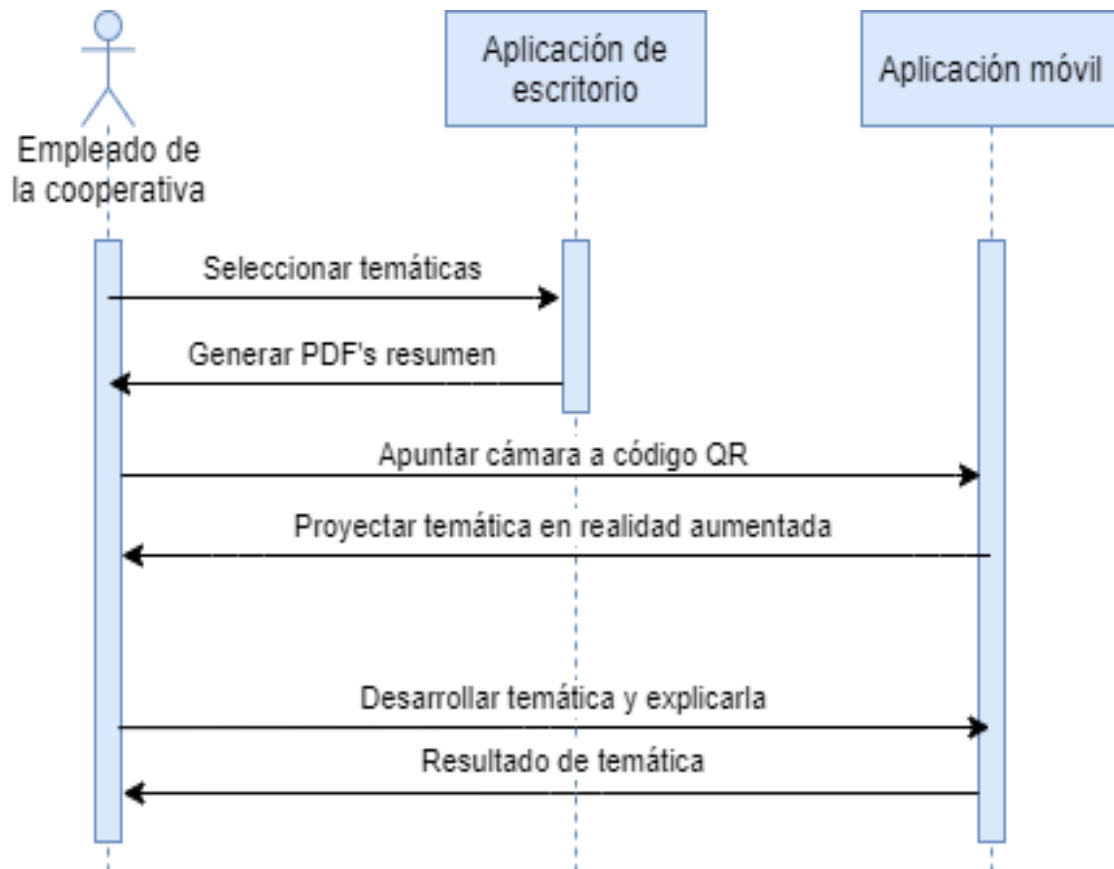
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de secuencias de imprimir códigos QR



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Diagrama de secuencias de explicar temáticas



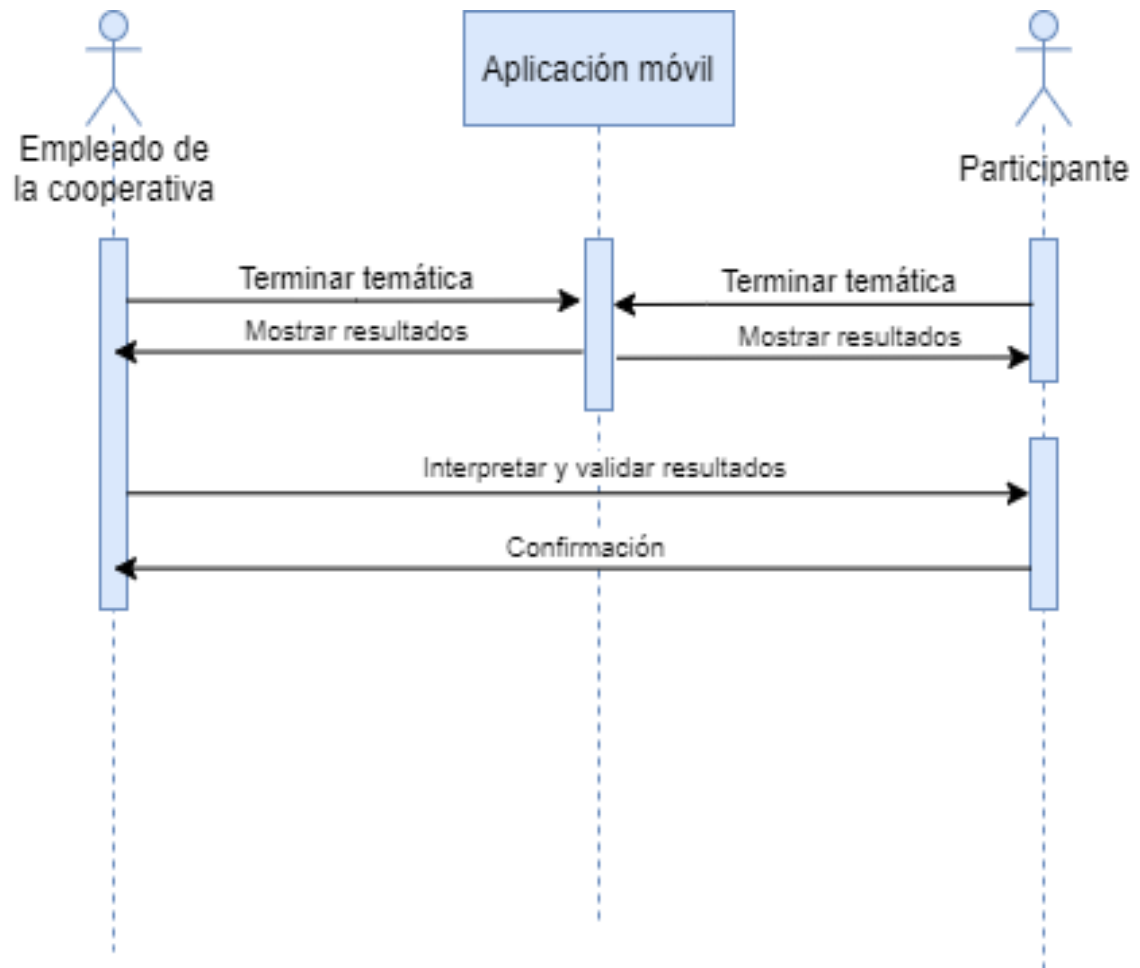
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Diagrama de secuencias de proyectar temáticas de realidad aumentada**



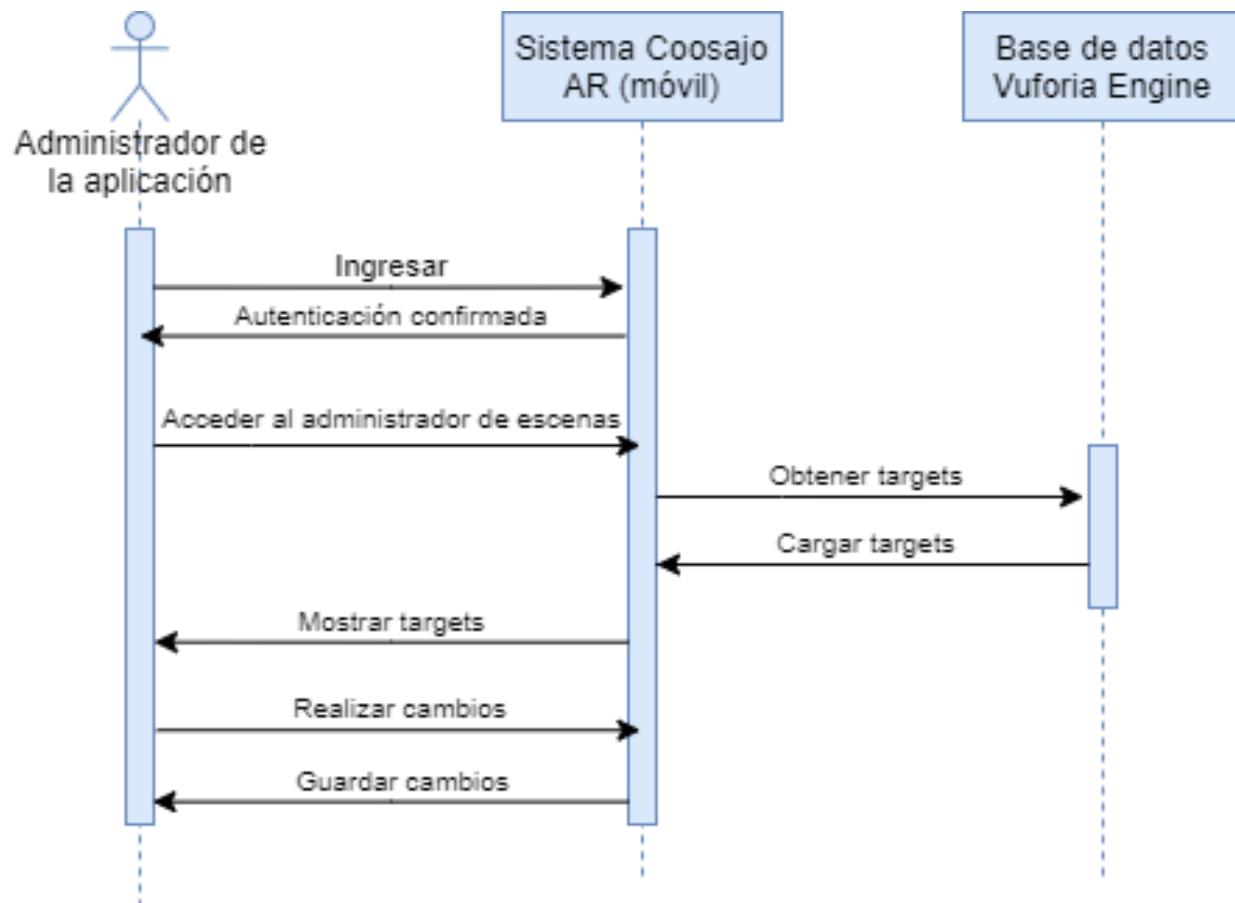
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Diagrama de secuencias de comprobar resultados



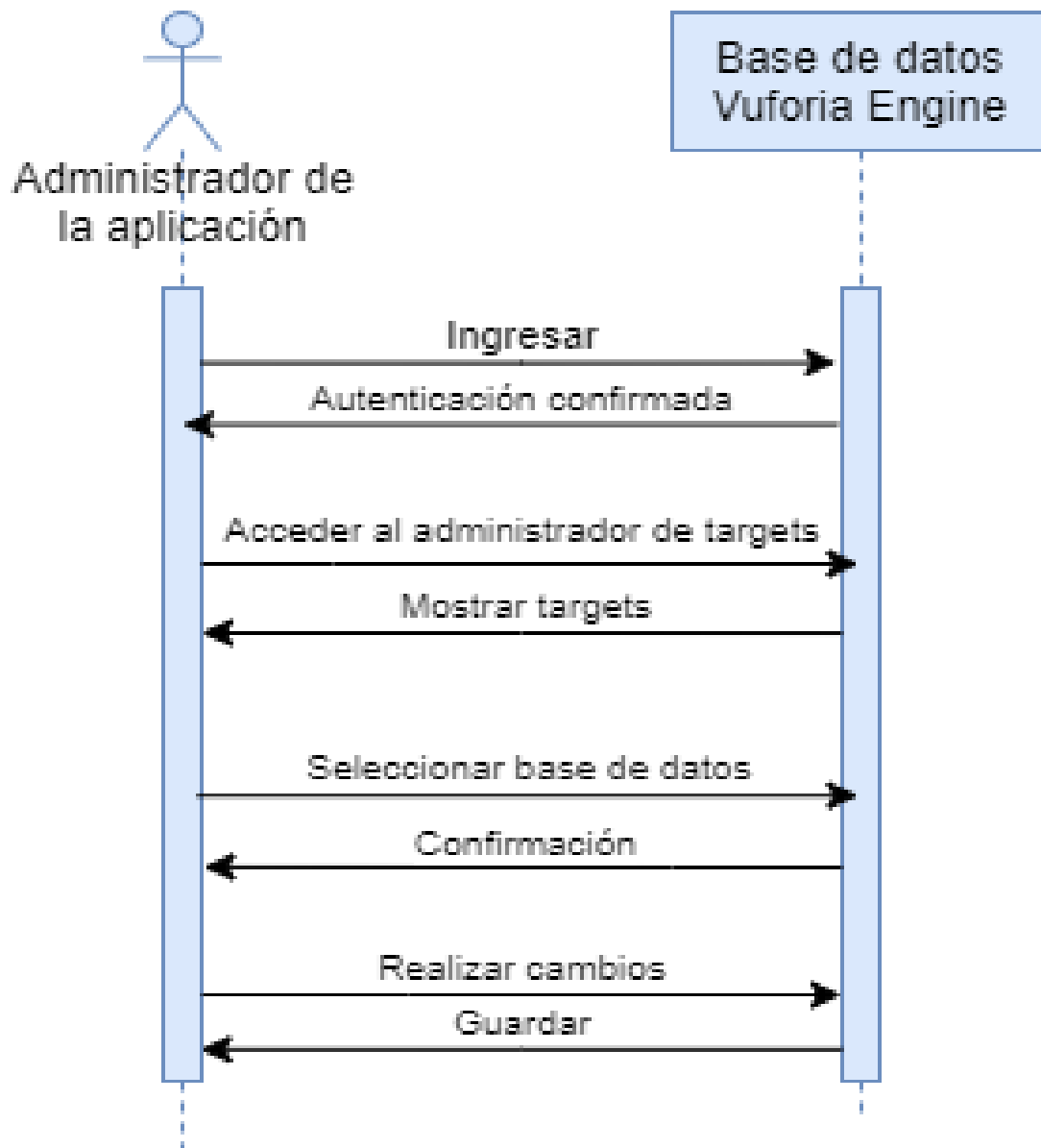
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Diagrama de secuencias de administrar escenas de Unity



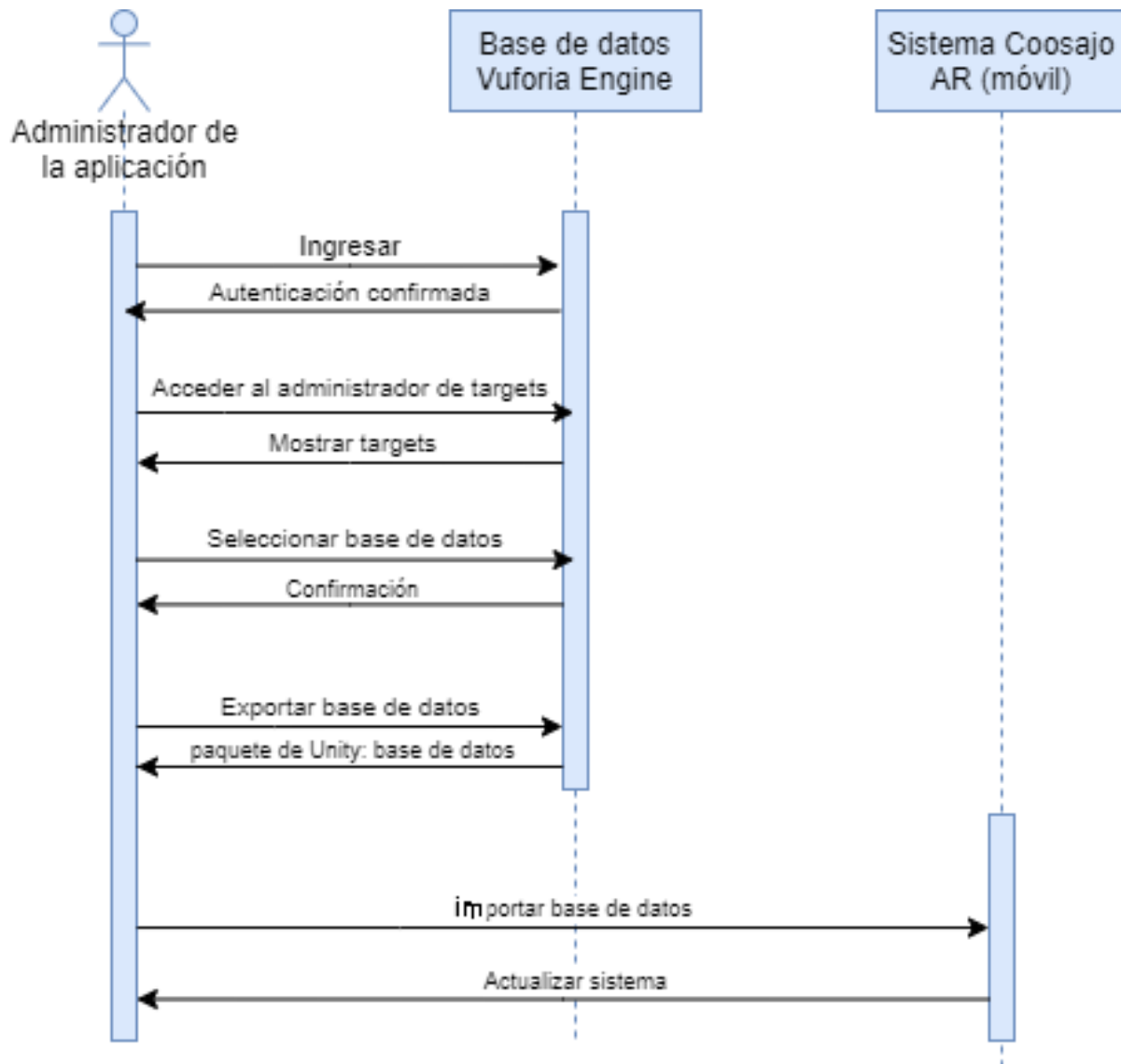
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Diagrama de secuencias de administrar base de datos de Vuforia



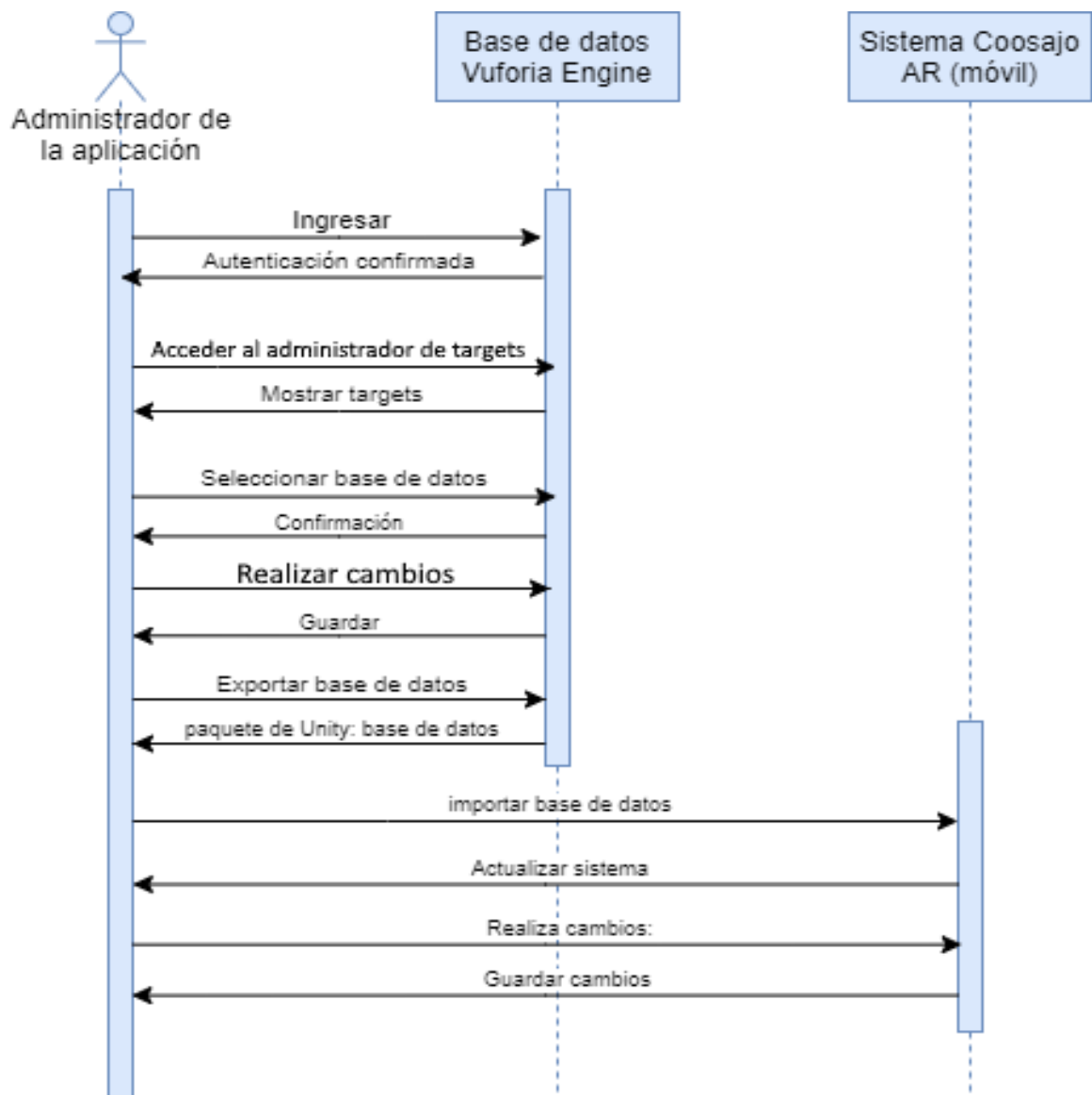
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Diagrama de secuencias de cargar base de datos de Vuforia a Unity**



Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Diagrama de secuencias de actualizar temáticas



Fuente: elaboración propia.

1.12.4 Flujo de valor

En la metodología Kanban en el flujo de valor se presenta la serie de pasos que se deben seguir para dar por completada una actividad, contando con un inicio y un fin. La figura 26 muestra el flujo de valor para desarrollar cada tarea durante el proyecto realizado de Coosajo AR.

Figura 26. Diagrama del flujo de valor

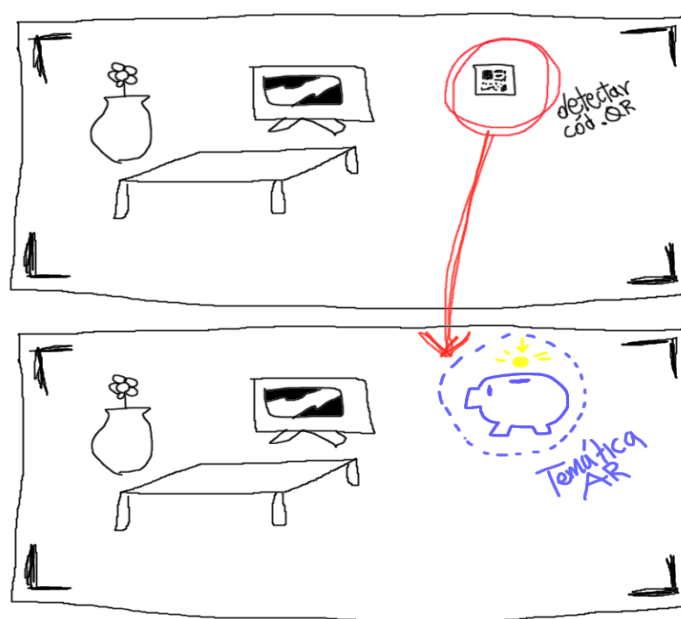


Fuente: elaboración propia.

1.12.5 Sketch

Un sketch es un primer boceto del diseño de las distintas secciones del sistema. La figura 27 representa un boceto inicial para el proyecto Coosajo AR.

Figura 27. **Sketch de visualización de temática**



Fuente: elaboración propia.

1.13 Cadencias

La etapa iterativa del ciclo de vida del proyecto comienza con las cadencias, que en la metodología Kanban se representan con reuniones y de estas mismas se obtienen las tarjetas para la realización del proyecto.

1.13.1 Tarjetas Kanban

Representan las tareas que se realizaron desde el inicio hasta el final del proyecto. La tabla 16 presenta todas las tarjetas planificadas para el desarrollo de la aplicación Coosajo AR.

Tabla 16. **Tarjetas Kanban proyecto Coosajo AR**

No.	Título	Descripción
1	Planificación de reuniones	Cadencias previas para el diseño y preparación de las temáticas a desarrollar.
2	Redacción de anteproyecto	Escribir la propuesta de proyecto.
3	Investigar áreas de educación del dep. de ed. cooperativa	Realizar un estudio detallado del enfoque de cada una de las áreas de educación que contempla la institución.
4	Planificar temáticas	Seleccionar las temáticas y diseñar la dinámica principal de cada una de estas.
5	Diagramas de procesos BPMN	Diagramas para plasmar el flujo de trabajo (workflow) del proyecto.
6	Modelado de casos de uso	Describir las acciones que se realizaran en el proyecto.
7	Modelado de casos de uso de negocio	Describir la serie de acciones para describir el modelo del negocio.
8	Levantar los requerimientos	Redactar formalmente las necesidades del usuario con respecto al proyecto.

Continuación de la tabla 16

9	Realización de Sketches	Presentación inicial sobre la visualización de la aplicación.
10	Creación de modelos de análisis y diseño	Elaboración del diagrama de clases y diagrama relacional del proyecto.
11	Creación de modelos de secuencias para procesos	Describir las líneas de vida en los procesos que contempla el proyecto.
12	Creación modelo de implementación	Diagramar la estructura de la arquitectura física del hardware, software y de los artefactos del sistema.
13	Creación modelo de despliegue	Diagramar las relaciones físicas de los distintos nodos del sistema.
14	Realización de prototipos	Primeros ejemplares funcionales de la aplicación.
15	Creación de base de datos Vuforia	Crear y ejecutar una base de datos otorgada por el sistema de Vuforia Engine.
16	Creación de códigos QR	Generación de imágenes tipo código QR como targets para la aplicación.
17	Creación script reutilizable de animaciones	Archivo C# con instrucciones para realizar animaciones en los modelos 3D.
18	Aplicación de escritorio	Archivo .exe desarrollado en Java que tiene como fin generar los resúmenes y códigos QR de cada temática.
19	Realizar temática #1	Desarrollo, prueba unitaria y presentación ante la institución de la temática #1.

Continuación de la tabla 16

20	Realizar temática #2	Desarrollo, prueba unitaria y presentación ante la institución de la temática #2.
21	Realizar temática #3	Desarrollo, prueba unitaria y presentación ante la institución de la temática #3.
22	Realizar temática #4	Desarrollo, prueba unitaria y presentación ante la institución de la temática #4.
23	Realizar temática #5	Desarrollo, prueba unitaria y presentación ante la institución de la temática #5.
24	Realizar temática #6	Desarrollo, prueba unitaria y presentación ante la institución de la temática #6.
25	Realizar temática #7	Desarrollo, prueba unitaria y presentación ante la institución de la temática #7.
26	Realizar temática #8	Desarrollo, prueba unitaria y presentación ante la institución de la temática #8.
27	Realizar resúmenes PDF	Archivo PDF con las dinámicas de cada temática y su respectivo código QR.
28	Probar temáticas	Pruebas finales a las temáticas.
29	Grabar videos tutoriales para cada temática	Plasmar tutoriales para el uso e instalación de la aplicación en videos.

Fuente: elaboración propia.

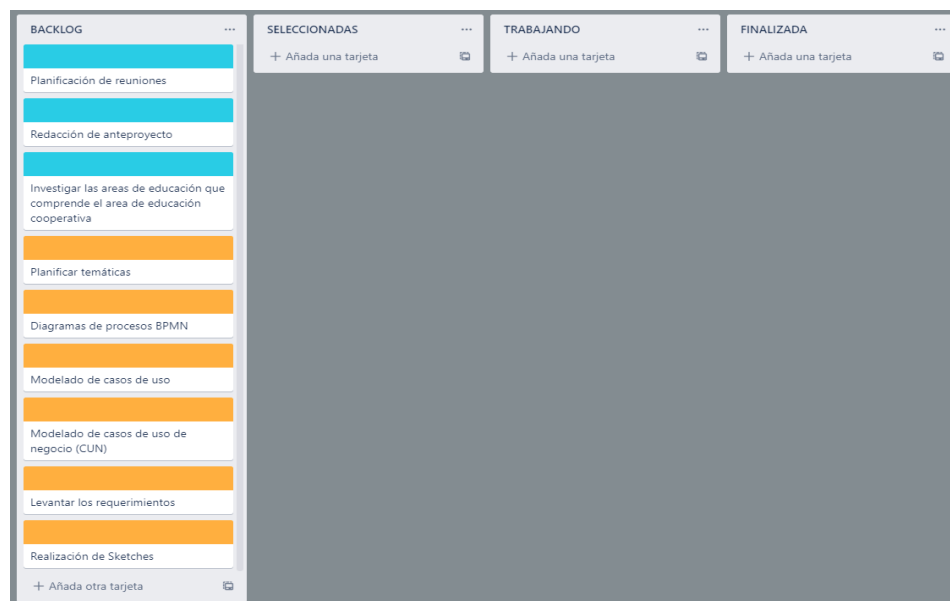
1.14 Desarrollo

El desarrollo en la metodología Kanban es un proceso iterativo que se ve guiado por las tarjetas Kanban.

1.14.1 Tablero Kanban

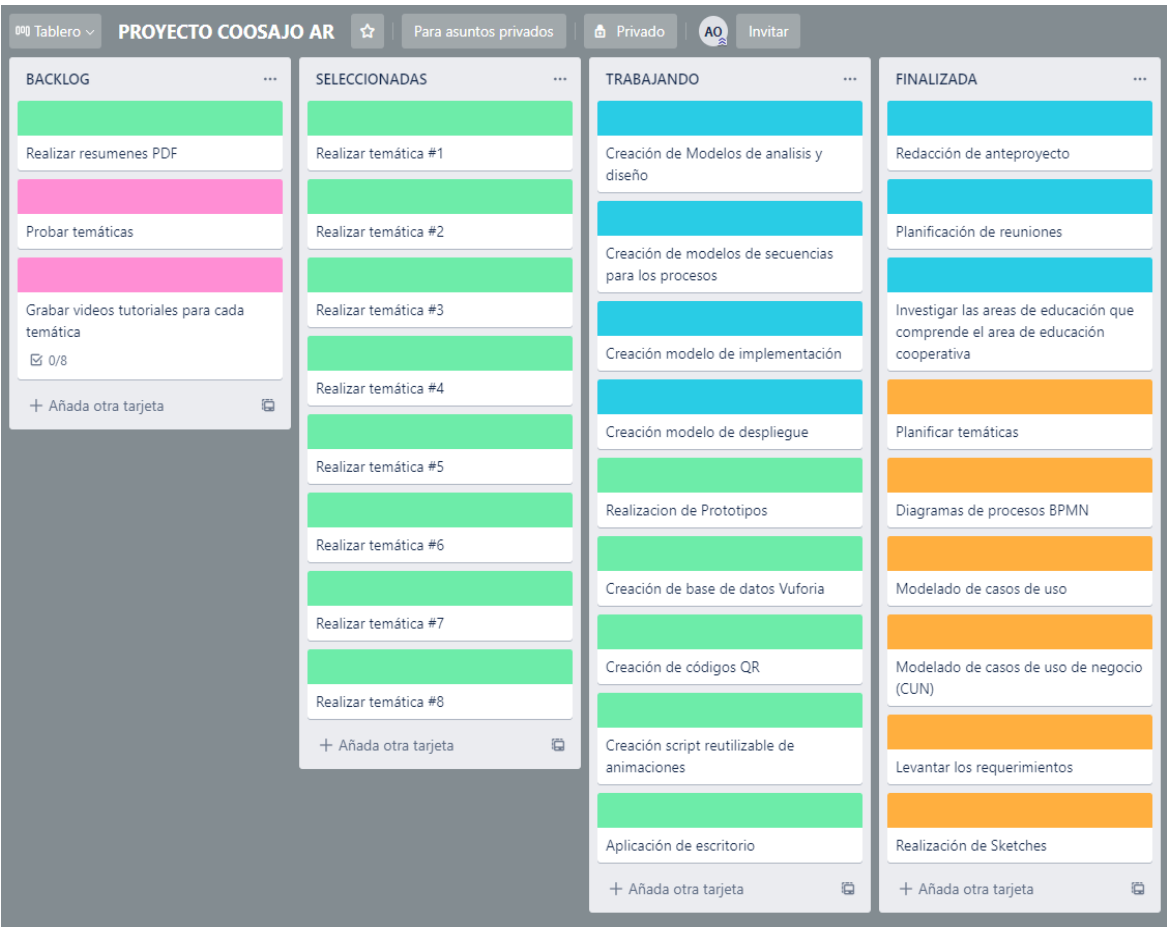
Como método para llevar el control que conlleva completar cada una de las actividades necesarias dentro de los distintos procesos Kanban utiliza un tablero representando cada una de las actividades por tarjetas colocadas en la lista correspondiente según el avance del proyecto. En las figuras 28 a 30 se identifican el inicio, un intermedio y un final del proceso con tableros Kanban.

Figura 28. Tablero Kanban inicial



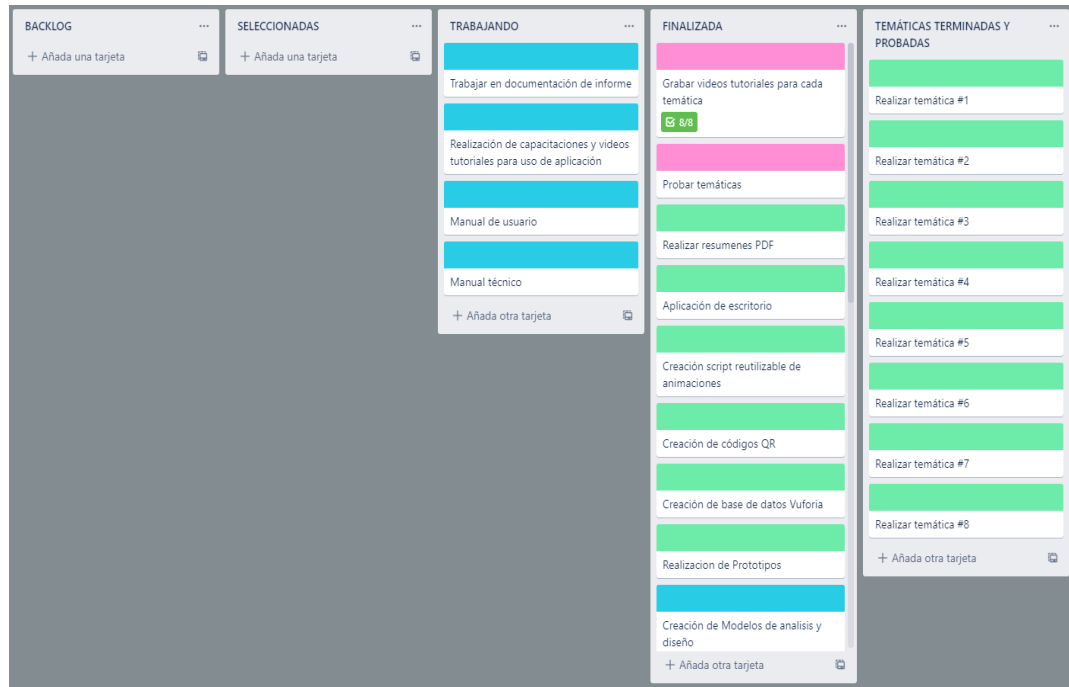
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Tablero Kanban intermedio



Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Tablero Kanban final**



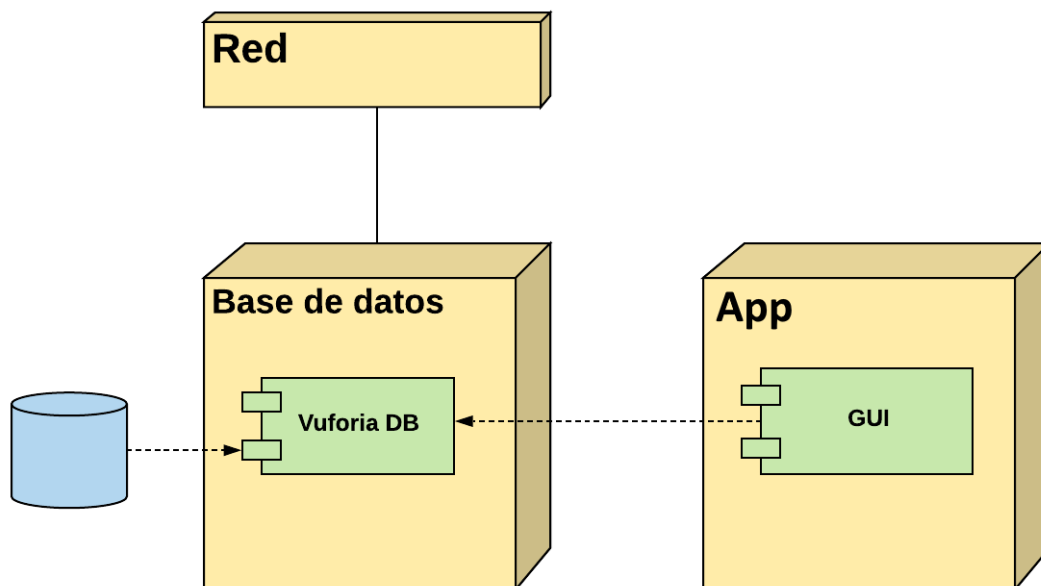
Fuente: elaboración propia.

En las figuras presentadas se muestran cada actividad con un color diferente, donde el naranja representa las tareas correspondientes a la retroalimentación inicial obtenida con la institución, celeste representa las tareas correspondientes a la planificación y diseño inicial, verde a las tareas de desarrollo y rosado representa las tareas postdesarrollo realizadas en conjunto con la institución.

1.14.2 Despliegue

Utilizando el Lenguaje Unificado de Modelado se muestran las relaciones físicas de los distintos nodos que componen un sistema y el reparto de los componentes sobre dichos nodos, detallando la configuración en funcionamiento del sistema incluyendo su software y su hardware. En la figura 31 se presenta el diagrama de despliegue del proyecto de Coosajo AR.

Figura 31. Diagrama de despliegue del proyecto Coosajo AR



Fuente: elaboración propia.

1.14.3 Gestión de la configuración

La aplicación de Coosajo AR se encuentra conformada por una aplicación de escritorio y una aplicación móvil. Ambas aplicaciones usan elementos alojados en la base de datos de Vuforia Engine, con la cual se ejecutan los procesos de visualización de escenas en realidad aumentada en la aplicación móvil y se generan correctos códigos QR en la aplicación de escritorio. Estas fueron desarrolladas con la tecnología ofrecida por Vuforia Engine en conjunto con el entorno de desarrollo de Unity 3D, además de C# y Java.

1.14.4 Gestión de cambios

En el transcurso del desarrollo de ambas aplicaciones fueron surgiendo solicitudes de cambios en busca de mejorar y lograr las expectativas que se plantearon en la etapa inicial de diseño por parte de la institución. En las tablas 17 a la 23 se presentan los cambios realizados, el solicitante, prioridad, motivo del cambio, fecha de solicitud, etc.

Tabla 17. **Solicitud de cambio 1**

Solicitud de cambios							
Proyecto	Aplicación móvil Coosajo AR.						
Solicitante	Lic. Cándida Morales				ID	AMAR01	
Fecha	6/04/2020				Estado	Finalizado	
Prioridad	Crítica		Alta	X	Mediana		Baja

Continuación de la tabla 17

Descripción	Establecer una nueva textura para el modelo 3D de la temática #1 que sea más acorde al amor propio.
Motivo	El diseño presentado con exposición, únicamente del logo de la institución no era visualmente del agrado completo de la institución.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. **Solicitud de cambio 2**

Solicitud de cambios									
Proyecto	Aplicación móvil Coosajo AR.								
Solicitante	Lic. Cándida Morales				ID	AMAR02			
Fecha	13/04/2020				Estado	Finalizado			
Prioridad	Crítica		Alta	X	Mediana		Baja		
Descripción	Rediseño completo del sistema de preguntas en la temática #3 con el objetivo de mejorar la dinámica de esta misma.								
Motivo	El sistema de preguntas presentado iba dirigido a una dinámica más personal de lo esperado, se buscaba que fuera más amplia en términos de participación.								

Fuente: elaboración propia.

Tabla 19. **Solicitud de cambio 3**

Solicitud de cambios									
Proyecto	Aplicación móvil Coosajo AR.								
Solicitante	Lic. Cándida Morales				ID		AMAR03		
Fecha	28/04/2020				Estado		Finalizado		
Prioridad	Crítica		Alta		Mediana	X	Baja		
Descripción	Cambio en el contenido de frases para las temáticas #1 y #3.								
Motivo	Las frases se dirigían a una respuesta más corta y contundente, la institución buscaba para estas dos temáticas frases/preguntas que motivaran al dialogo y a la enseñanza, así mismo para impulsar la didáctica del catedrático.								

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. **Solicitud de cambio 4**

Solicitud de cambios									
Proyecto	Aplicación móvil Coosajo AR.								
Solicitante	Lic. Cándida Morales				ID		AMAR04		
Fecha	28/04/2020				Estado		Finalizado		
Prioridad	Crítica		Alta	X	Mediana		Baja		
Descripción	Rediseño de la temática #4 para la implementación de nuevos modelos y eliminar características no deseadas.								

Continuación de la tabla 20

Motivo	La temática se enfocaba en las actitudes de alegría, tristeza y enojo. Se decidió por remover toda dinámica que contemplara a la actitud de tristeza, dejando únicamente la temática, entorno a las actitudes de alegría y enojo.
--------	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21. Solicitud de cambio 5

Solicitud de cambios									
Proyecto	Aplicación móvil Coosajo AR.								
Solicitante	Lic. Cándida Morales				ID	AMAR05			
Fecha	5/05/2020				Estado	Finalizado			
Prioridad	Crítica		Alta	X	Mediana		Baja		
Descripción	Cambio en el contenido de frases para las temáticas #4.								
Motivo	Las preguntas mostradas para ejemplificar la actitud alegre y enojada en esta temática se enfocaban en situaciones muy generales por lo que la institución optó por mejorar estas y dirigir las a situaciones más específicas en la vida cotidiana para conectar más con las experiencias diarias de los usuarios.								

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22. **Solicitud de cambio 6**

Solicitud de cambios									
Proyecto	Aplicación de escritorio Coosajo AR.								
Solicitante	Lic. Cándida Morales					ID	AEAR01		
Fecha	4/06/2020					Estado	Finalizado		
Prioridad	Crítica		Alta		Mediana		Baja	X	
Descripción	Modificación en una etiqueta mostrada para la temática #6 en la aplicación de escritorio.								
Motivo	La temática #6 estaba nombrada como “Historia de la cooperativa” y la institución decidió por cambiarla a “Cooperativismo e historia de la cooperativa”.								

Fuente: elaboración propia.

Tabla 23. **Solicitud de cambio 7**

Solicitud de cambios									
Proyecto	Aplicación móvil Coosajo AR.								
Solicitante	Lic. Cándida Morales					ID	AMAR06		
Fecha	1/07/2020					Estado	Finalizado		
Prioridad	Crítica	X	Alta		Mediana		Baja		
Descripción	Rediseño completo de la temática #8.								
Motivo	El diseño inicial para esta temática no estaba completo.								

Fuente: elaboración propia.

1.14.5 Gestión del proyecto

Cuando los equipos usan Kanban para el desarrollo de software, el trabajo se realiza según lo permita la capacidad, nunca se fuerza a través del proceso, de modo que el sistema ayuda en la toma de decisiones sobre cuánto, qué y cuándo producir algo.

Se hizo uso de un tablero Kanban que permitió una mejor comprensión del flujo de trabajo, reduciendo así el desperdicio de la multitarea y el cambio de contexto, mostrando todos los problemas operativos mejorando así el sistema.

Kanban no estima el tiempo para terminar una tarea, ya que no contempla su duración de proceso en el proyecto general.

Las tareas ocupan el primer lugar en la metodología Kanban y un solo equipo trabaja en una tarea de principio a fin, en el desarrollo de software, admite el flujo de trabajo continuo, también conocido como flujo de valor.

1.15 Pruebas

Se llevaron a cabo pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación móvil y que se mantuviera a las expectativas planteadas por parte de la cooperativa al inicio de su diseño.

Se presentan planes de pruebas para cada una de las temáticas realizadas para la aplicación móvil junto a su respectivo y correcto funcionamiento de la realidad aumentada mediante tablas que contienen los siguientes apartados:

- No
- Efecto esperado
- Efecto obtenido
- Evaluación de prueba
- Fecha de prueba
- Situación actual

Las tablas 24 a la 29 presentan el plan de pruebas que comprende el funcionamiento total de cada una de las temáticas de la aplicación móvil Coosajo AR y la aplicación de escritorio.

Tabla 24. **Plan de prueba número 1 para temáticas de aplicación móvil**

No.	1
Efecto esperado	Las temáticas #1, #2 y #3 puedan proyectar correctamente sus elementos 3D y que estos pudieran identificarse con sus respectivos códigos QR.
Efecto obtenido	1. La textura de la temática #1 requería un cambio de diseño por petición de la institución. 2. Los códigos QR correspondientes a la temática #2 se confunden entre los diferentes elementos 3D por un problema de baja calidad en las imágenes de los targets.
Evaluación de prueba	Aprobado
Fecha de prueba	13-05-2020
Situación actual	1. La textura presenta una apariencia más agradable visualmente y una animación más fluida. 2. Los códigos QR ya no presentan confusión entre los diversos elementos ya que cuentan con targets más precisos.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25. **Plan de prueba número 2 para temáticas de aplicación móvil**

No.	2
Efecto esperado	La temática #4 presente una interacción más intuitiva para el usuario.
Efecto obtenido	1. Ocurre según lo esperado.
Evaluación de prueba	Aprobado
Fecha de prueba	27-05-2020
Situación actual	La temática #4 presenta una interacción más fluida entre usuario-aplicación.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 26. **Plan de prueba número 3 para temáticas de aplicación móvil**

No.	3
Efecto esperado	La temática #5, #6 y #7 puedan proyectar correctamente sus elementos 3D junto a sus respectivas transiciones y animaciones y pudieran identificarse con sus respectivos códigos QR.
Efecto obtenido	1. Ocurre según lo esperado.
Evaluación de prueba	Aprobado
Fecha de prueba	1-06-2020
Situación actual	Las temáticas #5, #6 y #7 cuentan con modelos interactivos, animaciones y transiciones correctas.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 27. **Plan de prueba número 4 para temáticas de aplicación móvil**

No.	4
Efecto esperado	La temática #4 despliega las preguntas y respuestas correspondientes a la validación otorgada por la institución de una forma intuitiva y con transiciones funcionales.
Efecto obtenido	1. El contenedor de preguntas y respuestas para la temática #4 tiene una mayor fluidez que versiones anteriores. 2. Las preguntas y respuestas están validadas por la institución.
Evaluación de prueba	Aprobado
Fecha de prueba	8-06-2020
Situación actual	1. El contenedor de preguntas y respuestas esta reutilizable por si se desea ocupar en otra temática o bien agregar nuevas características. 2. Las preguntas y respuestas son según lo acordado en el diseño inicial de la temática #4 sujeto a cambios de revisión.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 28. **Plan de prueba número 5 para temáticas de aplicación móvil**

No.	5
Efecto esperado	La temática #8 pueda proyectar correctamente sus elementos 3D y que estos pudieran identificarse con sus respectivos códigos QR y disparen las animaciones correctas.
Efecto obtenido	1. Ocurre según lo esperado.
Evaluación de prueba	Aprobado
Fecha de prueba	6-07-2020
Situación actual	La temática #8 cuenta con modelos interactivos y transiciones correctas.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 29. **Plan de prueba número 6 para la aplicación de escritorio.**

No.	6
Efecto esperado	La aplicación de escritorio despliegue correctamente los resúmenes y códigos QR de las temáticas
Efecto obtenido	1. Ocurre según lo esperado.
Evaluación de prueba	Aprobado
Fecha de prueba	7-07-2020
Situación actual	-

Fuente: elaboración propia.

1.16 Implementación

1.16.1 Prototipos

Un prototipo es una primera representación o representación limitada de una función, procedimiento o vista en general del proyecto.

a. Prototipos de temáticas de la aplicación móvil

En la figura 32 se ilustra el prototipo utilizado para introducir la explicación visual de la dinámica contemplada para la temática #1 que se necesitó para dar a conocer el funcionamiento de la realidad aumentada a la institución. Se aprecia un frasco decorado con el logo de la institución.

Figura 32. Prototipo de temática 1



Fuente: elaboración propia.

En la figura 33 se ilustra el prototipo utilizado para explicar la temática #2 que requería la utilización de múltiples códigos QR impresos. Se aprecia un Código QR en la espalda de una persona representado así la enumeración de elementos requeridos para dicha temática.

Figura 33. **Prototipo de temática 2**



Fuente: elaboración propia.

b. Temáticas de la aplicación Coosajo AR

- **Temática 1: autoestima**

Esta temática se ve representada por un frasco colorido y llamativo con un decorado entorno al amor propio (figura 34) que al ser presionado expone un mensaje motivacional, de manera rápida y de fácil comprensión.

Figura 34. **Temática 1**



Fuente: elaboración propia.

- **Temática 2: liderazgo**

Esta temática utiliza códigos QR que despliegan números en realidad aumentada (figura 35). Dichos números se componen en 3 equipos clasificados por colores (amarillo, rojo y azul), cada equipo conformado por 5 números (del 1 al 5) diseñan múltiples dinámicas en un ambiente abierto con estos QR.

Figura 35. **Temática 2**



Fuente: elaboración propia.

- **Temática 3: valores**

Esta temática despliega una serie de preguntas o situaciones para su discusión de parte del expositor hacia todas las personas de la audiencia (véase la figura 36).

Figura 36. **Temática 3**



Fuente: elaboración propia.

- **Temática 4: actitud**

Esta temática despliega una serie de preguntas de las cuales se tiene dos opciones para responder ante ellas, ya sea de una forma positiva o negativa, esto dependerá de la carita (modelo 3D) que presione el usuario (dichas caritas se desplegarán junto con las preguntas). Al final, se tendrá un conteo de cuantas veces se respondió positiva o negativamente ante las diferentes situaciones.

La figura 37 muestra la representación en realidad aumentada de dicha temática.

Figura 37. **Temática 4**

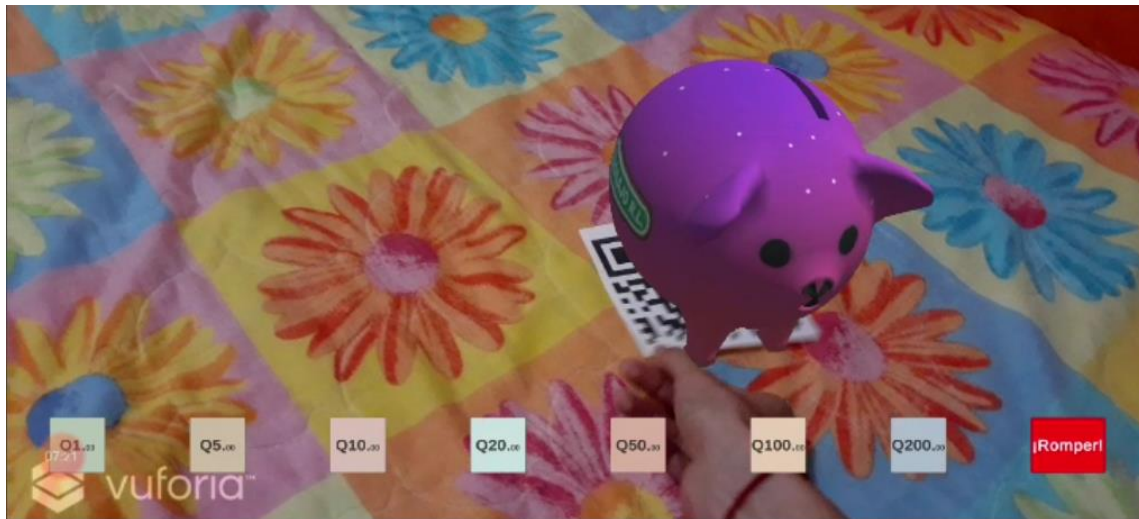


Fuente: elaboración propia.

- **Temática 5: finanzas personales**

Esta temática es representada por una alcancía (véase la figura 38) la cual tiene la opción de ingresar cualquier tipo de billete válido según la moneda de Guatemala, el quetzal (billetes de Q1, Q5, Q10, Q20, Q50, Q100 y Q200) demostrando cómo funciona el ahorro, con la opción final de romper la alcancía y demostrar los ahorros acumulados.

Figura 38. **Temática 5**

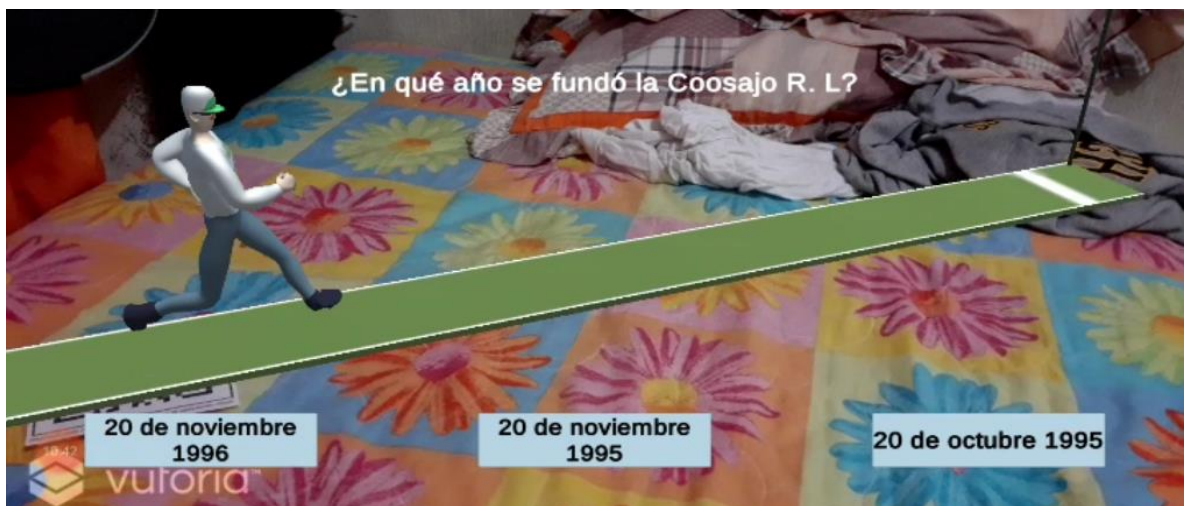


Fuente: elaboración propia.

- **Temática 6: cooperativismo e historia de la cooperativa**

Esta temática se refleja en un juego de competencia entre varios usuarios (cada uno con su aplicación). Inicialmente se mostrará a un corredor en una pista personal (véase la figura 39), a su vez, se irán mostrando preguntas al usuario acerca de la historia de la cooperativa, si se responde de manera correcta, el corredor avanzará, si no, no avanzará, ya que el corredor debe llegar a la meta para ganar el juego.

Figura 39. **Temática 6**



Fuente: elaboración propia.

- **Temática 7: conciencia ambiental**

Esta temática se refleja en un juego visual, en donde inicialmente se mostrará un ecosistema natural totalmente deteriorado, a su vez, se irán mostrando al usuario varias preguntas en forma de decisión en la cual se deberá tomar la correcta para ir renovando el ecosistema, de poco a poco, con cada decisión, hasta renovar completamente el ambiente. La figura 40 muestra un escenario inicial y final respectivamente en realidad aumentada.

Figura 40. **Temática 7**



Fuente: elaboración propia.

- **Temática 8: inteligencia emocional**

Esta temática se ve representada por un termómetro llamativo y colorido con diferentes escalas que presentan un medidor para la inteligencia emocional (véase la figura 41). Por consiguiente, mediante la respuesta de las preguntas se logra determinar el nivel del termómetro emocional.

Figura 41. **Temática 8**

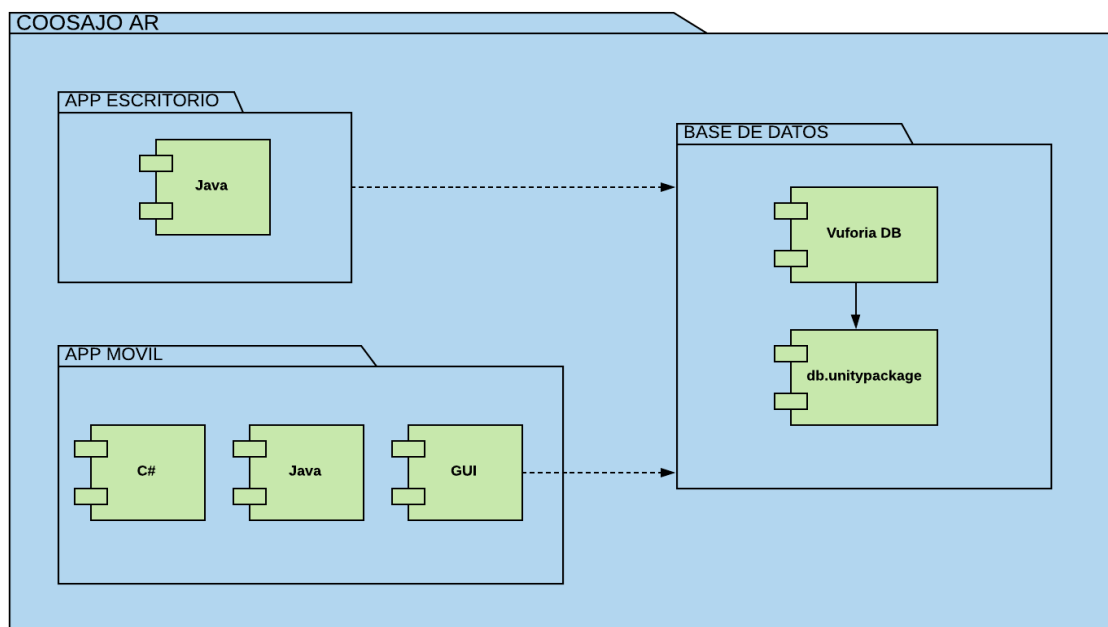


Fuente: elaboración propia.

1.16.2 Modelado de implementación

Identifica los componentes físicos de la ejecución para que puedan comprenderse y gestionarse mejor. También describe la relación que existe desde los paquetes y clases del modelo de diseño a subsistemas y componentes físicos, definiendo las principales unidades de integración alrededor de la organización, así como las unidades que se pueden versionar, desplegar y reemplazar separadamente. En la figura 38 se representa mediante un modelo de paquetes la respectiva aplicación de Coosajo AR.

Figura 42. **Modelo de implementación de la aplicación Coosajo AR**



Fuente: elaboración propia.

1.16.3 Lista de riesgos

Toda aplicación de software mantiene un cierto grado de posibilidad de fallas que afectan de manera negativa a la estructura y funcionamiento de esta. Cada uno de las mismas poseen diferentes probabilidades de suceder e impactos distintos. En la tabla 30 se presenta la lista de riesgos para la aplicación de Coosajo AR.

Tabla 30. **Lista de riesgos aplicación móvil Coosajo AR**

Descripción	Prob.	Impac.	Puntuación	Descripción	Responsable
Fallo o equivocación en la detección de un código QR	5	100	500	La base de datos de targets de Vuforia Engine mantiene un atributo para calificar el nivel de precisión para cada código QR y existe un margen de confusión en este.	Desarrollador de aplicación móvil
Eliminación de los PDF resumen en la aplicación de escritorio	10	100	1000	La aplicación de escritorio hace referencia a los PDF que se encuentran en una de las carpetas internas de la instalación.	Desarrollador de aplicación de escritorio

Fuente: elaboración propia.

1.16.4 Entorno de desarrollo

a. Tecnologías de desarrollo

Los componentes utilizados para el desarrollo del proyecto de software Coosajo AR fueron los siguientes:

- Sistema operativo, Windows 10 Pro.
- Entorno de desarrollo, Unity versión 2019.3.0f6.
- Lenguajes de programación, C# y Java.
- Base de datos, Vuforia Engine.
- Capacidad de disco duro, 2TB.
- Memoria RAM, 16.00 GB.
- Procesador Intel Core i5-2500 3.30GHz.
- Tarjeta de video, NVIDIA GeForce GTX 660.
- Editor de código fuente, Visual Studio 2017.
- Software de diagramación, Lucidchart, Bizagi Modeler, Power Designer.

1.17 Valoración económica del proyecto

A continuación, mediante las tablas 31 a la 34 se presenta una estimación de los costos efectuados durante la realización del proyecto en base a recursos utilizados en tiempo de desarrollo para las aplicaciones.

La tabla 31 presenta los roles del recurso humano involucrados en el proyecto y la descripción de las funciones ejecutadas por cada rol.

Tabla 31. **Descripción de roles**

Rol	Descripción
Consultor de sistemas (CS)	Encargado de los aspectos técnicos, capturar las necesidades del cliente, hacer los requerimientos y transmitir al equipo de trabajo lo siguiente a realizar.
Desarrollador senior (DeS)	Encargado de escribir el código de las aplicaciones basándose en los requerimientos del software y de realizar los cambios debidos.
Documentador de software (DoS)	Construye todos los manuales para la utilización de las aplicaciones y detalla los aspectos técnicos para los usuarios.
Project Manager (PM)	Planifica las actividades del proyecto y gestiona de principio a fin su realización.

Fuente: elaboración propia.

La tabla 32 especifica el costo del recurso humano, horas asignadas, cantidad de personas que desempeñaron el rol y el subtotal que es obtenido del producto de los valores tres, cuatro y cinco.

Tabla 32. **Costo de recursos humano proyecto Coosajo AR**

Rol	Salario Mensual	Costo por hora	Horas asignadas	Cantidad	Subtotal
Consultor de sistemas (CS)	Q 18,000.00	Q 112.50	100	1	Q 11,250.00
Desarrollador senior (DeS)	Q 12,000.00	Q 75.00	848	1	Q 63,600.00
Documentador de software (Dos)	Q 6,000.00	Q 37.50	68	1	Q 2,550.00
Project Manager (PM)	Q 20,000.00	Q 125.00	20	1	Q 2,500.00
Total					Q79,900.00

Fuente: elaboración propia.

La tabla 33 detalla las actividades ejecutadas por cada rol en las 5 fases del proyecto y el tiempo en horas que implicó.

Tabla 33. **Estimación de tiempo dedicado al proyecto Coosajo AR**

Fase	Nombre de tarea	Duración (horas)	Rol
Planificación	Requerimientos, modelados de casos de uso	30	CS
	Especificación de casos de uso	30	CS
	Planificación de temáticas	20	PM
Diseño	Análisis y modelado lógico	96	DeS
Desarrollo	Creación de base de datos	40	DeS
	Generación de códigos QR	40	DeS
	Scripts para animaciones	80	DeS
	Interfaces	104	DeS
	Resúmenes PDF	40	DeS
	Aplicación de escritorio	120	DeS
	Modelos 3D	80	DeS
	Escenas para las temáticas	80	DeS
	Detector de códigos QR	40	DeS
	Scripts para temáticas	80	DeS
Pruebas y cambios	Pruebas de funcionalidad	40	CS
	Gestión de cambios	40	DeS
Implementación y entregables	Implementación	8	DeS
	Manual de instalación	32	DoS
	Manual de usuario	24	DoS
	Videos aclarativos y capacitaciones	16	Dos

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 34 se resumen los costos directos e indirectos del proyecto. Así mismo, se presenta el costo total de ejecución.

Tabla 34. **Costos del proyecto**

	Costos fijos	Costos variables		Total
		Costo unitario	Cantidad	
Costos directos				
Mano de obra	Q79,900.00			Q79,900.00
Impresión de documentos		Q 50.00	1	Q 50.00
Costos indirectos				
Energía eléctrica, Internet		Q 600.00 Por mes	8 meses	Q 4,800.00
	Total sin impuestos			Q84,750.00
	Impuestos			Q10,170.00
	Total			Q94,920.00

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

1.18 Capacitación para uso de software

1.18.1 Justificación

La herramienta utiliza la realidad aumentada como fundamental material de apoyo para exponer los temas y llevar a cabo las dinámicas. No puede funcionar correctamente sin intervención humana, ya que el mal uso de este podría confundir a los participantes de las dinámicas e impactar contraproducentemente para la institución.

1.18.2 Objetivo

Inducir al personal encargado de realizar las diferentes actividades que promueve el área de educación cooperativa en COOSAJÓ R.L. a la utilización de herramientas con realidad aumentada, enfocadas en el aprendizaje para el uso óptimo y adecuado de la herramienta móvil.

1.18.3 Personal objetivo

Trabajadores encargados de promover el mensaje educativo de la cooperativa a diferentes escuelas, colegios, comunidades y demás actividades dentro del área de educación cooperativa en COOSAJÓ R.L.

1.18.4 Estructura del plan de capacitación

Las capacitaciones se realizaron durante 5 sesiones abiertas a todo el personal, como se visualiza en la tabla 35.

Tabla 35. Estructura del plan de capacitación

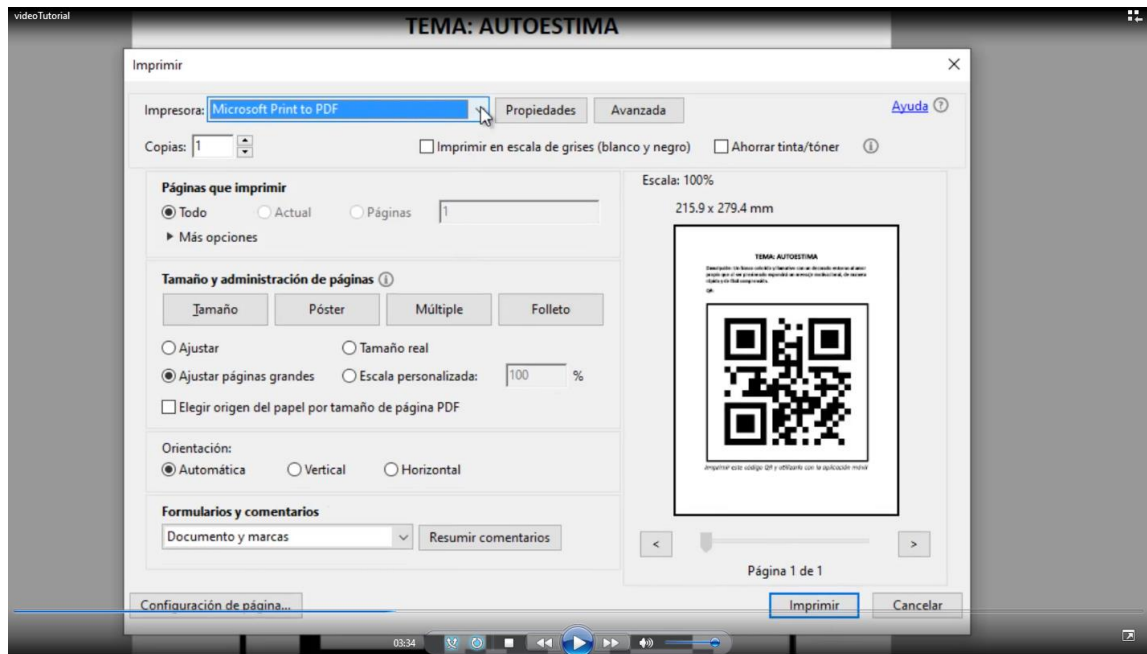
No.	Tema	Duración	Modalidad
1	Introducción	10 min	Presencial
2	Manejo de la aplicación móvil • Explicación de cada dinámica • Ejecución de la dinámica	35 min	
3	Manejo de la aplicación de escritorio • Funcionalidad de los códigos QR • Impresión de códigos QR	10 min	
4	Precauciones y cuidados	5 min	

Fuente: elaboración propia.

1.18.5 Documentación

Se hizo entrega de manuales de usuario y técnico para el uso y entendimiento. También se entregaron videos tutoriales para la instalación paso a paso de la aplicación tanto de escritorio como móvil (figura 43) y su correcto uso (figura 44).

Figura 43. Video tutorial de instalación



Fuente: elaboración propia.

Figura 44. Video tutorial para uso de la aplicación móvil



Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Por medio de un listado de dinámicas se expusieron los temas educativos sobre ámbito social, cultura de ahorro y cuidado del medio ambiente que ofrece el área de educación cooperativa en un entorno de realidad aumentada.
2. Se desarrolló la aplicación móvil Coosajo AR, para sistemas operativos Android que, haciendo uso de la tecnología de realidad aumentada, ejecuta dinámicas planeadas para cada una de las temáticas contempladas en el departamento de educación cooperativa de COOSAJO R.L.
3. El sistema integra una aplicación de escritorio para la distribución de resúmenes de las temáticas seleccionadas previamente y la generación de códigos QR de utilidad en conjunto con la aplicación móvil.
4. Mediante 2 videos explicativos, se capacitó a todo el personal del departamento de educación cooperativa para la utilización de la aplicación móvil y las dinámicas de cada temática.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere acompañar las dinámicas con otros mecanismos de aprendizaje y con personas con conocimientos pedagógicos, con el propósito de explicar cada una de las temáticas, para así mejorar la experiencia en el proceso de enseñanza.
2. Realizar periódicamente copias de respaldo de los resúmenes de cada temática y de sus respectivos QR, con el fin de asegurar la durabilidad de la información.
3. Investigar y proponer nuevas tecnologías de vanguardia con respecto a la realidad aumentada, para abrir espacio a una posible nueva forma, en donde pueda ejecutarse la aplicación de Coosajo AR, aumentando así la experiencia.
4. Se sugiere a la administración del área de educación cooperativa la planificación de reuniones donde puedan exponerse los videos explicativos acerca de la aplicación de Coosajo AR, con el fin de asegurar que todos los miembros estén familiarizados y actualizados con la herramienta.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baz Alonso, A., Ferreira Artime, I., Álvarez Rodríguez, M., & García Baniello, R. (s.f.). *Dispositivos móviles*. España: Universidad de Oviedo.

Recuperado de http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía_movil.pdf

Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero R.L. (2018).

Quienes somos. Recuperado de https://coosajo.com/website/?page_id=8163

Cooperativa de Ahorro y Crédito Integral San José Obrero R.L. (2018).

Visión. Recuperado de https://coosajo.com/website/?page_id=8163

Delía, L., Galdámez, N., Thomas, P. y Pesado, P. (s.f.). *Un análisis experimental de tipo de aplicaciones para dispositivos móviles*. Argentina: Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/32397/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Edge, J. (2018). *Kanban: La guía definitiva de la metodología Kanban para el desarrollo de software ágil* (Edición de Kindle). Estados Unidos: Bravex Publications.



Figuerola, N. (noviembre de 2011). *Kanban: su uso en el desarrollo de software*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://articulosit.files.wordpress.com/2011/11/kanban.pdf>

Flavell, L. (2011). *Beginning blender: open source 3d modeling, animation, and game design*. New York, Estados Unidos de América: Apress

Kendall, K. E., Kendall, J.E. (2011). *Análisis y diseño de sistemas (8 ed.)*. México: Pearson Educación.

Martín, S. G. (junio, 2012). *QR, el código que llega a las bibliotecas en la era digital*. En VI Encuentro de Bibliotecarios de la Provincia de Córdoba, Actualización y reflexión de una profesión en constante evolución. Conferencia llevada a cabo en Río Ceballos, Córdoba, Argentina.

Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit Revista de Medios y Educación*, (46), 187-203. doi:10.12795

PTC Vuforia. (15 de abril de 2021). *Vuforia: RA empresarial líder en el mercado* [Página web de PTC Vuforia]. Recuperado de <https://www.ptc.com/en/products/vuforia>



QRM Institute. (15 de abril de 2021). *Caso de éxito–Ormazabal* [Página web de QRM Institute]. Recuperado de <http://qrminstitute.es/caso-exitoormazabal/>

Rosas Celis, B. (2018). *Aplicación de escritorio para reportes de productores* (Reporte final de estadía). Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Programa educativo Tecnologías de la Información y Comunicación/Tecnologías de la Información, Cuitláhuac, Veracruz, México.

Trello. (15 de abril de 2021). *Sobre Trello: ¿Qué hay detrás de las tablas?*. Recuperado de <https://trello.com/about>

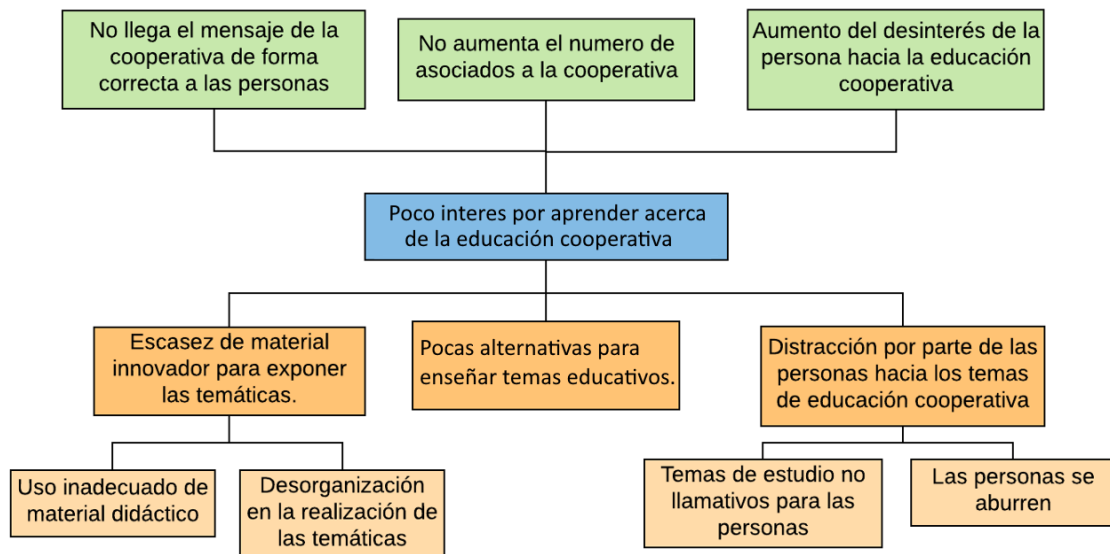
Unity. (15 de abril de 2021). *La plataforma líder para la creación de contenido interactivo en tiempo real*. Unity [Página web]. Recuperado de <https://unity.com/>



APÉNDICES

- 1. Árbol del problema: Creación de plataforma educativa móvil y diseño de material didáctico aplicando tecnologías con realidad aumentada para la Cooperativa San José obrero (COOSAJO, R.L.) en el municipio de Esquipulas, Chiquimula**
- 2. Manual de instalación**
- 3. Manual de usuario**
- 4. Capturas de pantalla de videos tutoriales para capacitación**
- 5. Contenido del CD proyecto Coosajo AR**

Apéndice 1. Árbol del problema: Creación de plataforma educativa móvil y diseño de material didáctico aplicando tecnologías con realidad aumentada para la Cooperativa San José obrero (COOSAJO, R.L.) en el municipio de Esquipulas, Chiquimula



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Manual de instalación**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS

INSTALACIÓN APLICACIÓN COOSAJO AR (REALIDAD AUMENTADA)

EDGAR ALEXIS ORELLANA OROPIN

Glosario

Android es un sistema operativo móvil desarrollado por Google, basado en Kernel de Linux y otros software de código abierto.

Archivo .apk es un tipo de archivo que encapsula todo el código, imágenes y medios necesarios para ejecutarse en los dispositivos, a simple vista no se puede determinar a exactitud si lo que se ha descargado es realmente la app o juego deseado.

Archivo .exe es un formato de archivo informático que contiene una serie de instrucciones para ejecutar un programa, generalmente cuando el usuario pulsa sobre su icono con el ratón, de allí su nombre “ejecutable”.

Archivo .rar es un formato de archivo privado, con un algoritmo de compresión sin pérdida utilizado para la compresión de datos y archivado.

Código QR es un código de barras bidimensional cuadrada que puede almacenar los datos codificados.

Google Drive es un producto de Google que permitirá a los usuarios almacenar de forma centralizada todos sus archivos.

PDF es un formato de almacenamiento para documentos digitales independiente.

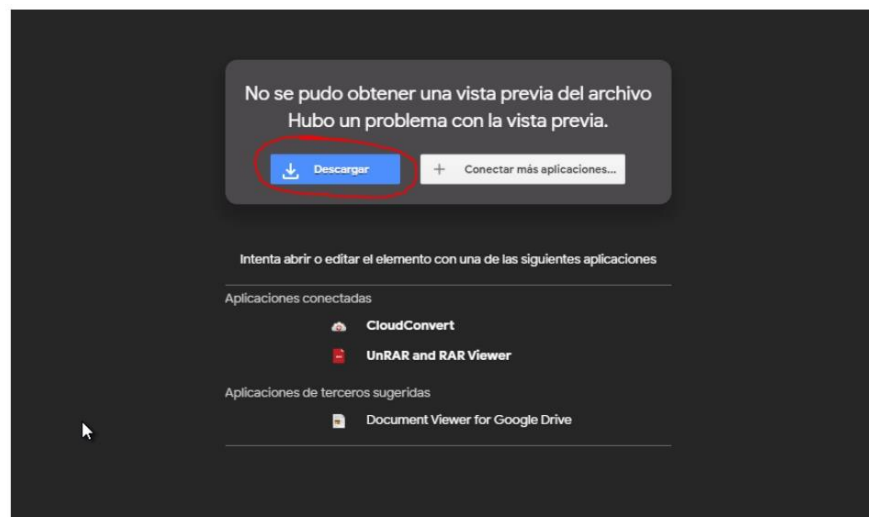
Temática es la dinámica que se ve representada mediante un Código QR y su respectiva representación a realidad aumentada.

PRIMER PASO: LA DESCARGA

Lo primero que se debe hacer es abrir un navegador con conexión a internet e ingresar al siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1SeJBcHMuCOIzmiPQgD3fQfNEBDsaQV_9/view?usp=sharing

Deberá aparecer una página web de Google Drive que indicará si se desea descargar el archivo y se procederá afirmativamente, haciendo clic en “Descargar”.



Cuando se termine de descargar el archivo, se obtendrá un archivo .rar con el nombre de “Coosajo AR” el cual se debe descomprimir haciendo clic derecho sobre el rar y luego en **extraer aquí**.



Esto descomprimirá una carpeta que contiene la aplicación para teléfono (.apk), la aplicación de escritorio (.exe) y los PDF que contienen los códigos QR. OJO: Es importante mantener esta carpeta con estos 3 archivos siempre juntos.



SEGUNDO PASO: IMPRIMIR CODIGOS QR

Se debe dar doble clic sobre la aplicación de escritorio llamada “Coosajo AR” la cual desplegará una tabla con el resumen de cada una de las lecciones, mostrando su área de aplicación y su objetivo.

AR Coosajo Desktop

TEMÁTICA	ÁREA	OBJETIVO
Autoestima	Social	Fortalecer el amor propio de los usuarios
Liderazgo	Social	Promover el liderazgo dentro de grupos entre los usuarios
Valores	Social	Fomentar los valores en las personas a través de la reflexión
Actitud	Social	Promover la importancia de una buena actitud
Finanzas personales	Económico	Identificar los buenos hábitos del ahorro y la educación financiera
Cooperativismo e historia de la cooperativa	Social	Conocer la historia del cooperativismo
Conciencia ambiental	Ambiental	Fomentar el cuidado del medio ambiente
Inteligencia emocional	Social	Fortalecer la importancia de las emociones en nuestra vida.

PDF con instructivos y QR's imprimibles:

AUTOESTIMA

LIDERAZGO

FINANZAS PERSONALES

AMBIENTAL

VALORES

ACTITUD

COOPERATIVISMO E HISTO...

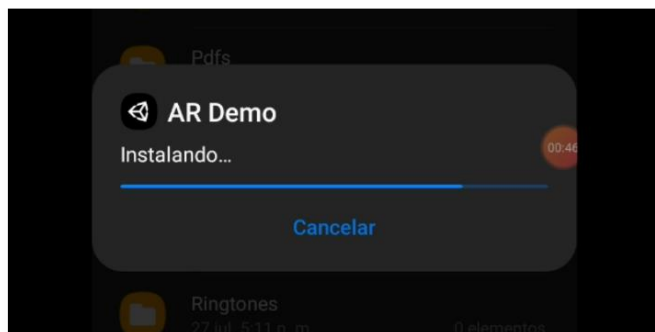
INT. EMOCIONAL

Abajo de la tabla se encontrarán 8 botones correspondientes a las 8 temáticas, y si se da clic desplegará el PDF con los Código QR específicos para la temática. Estos PDF se debe imprimir para poder utilizar los códigos QR en el mundo real. Ejemplo de algunos archivos PDF:



TERCER PASO: INSTALAR APLICACIÓN MOVIL

Se debe tener acceso a la aplicación móvil desde cualquier teléfono con sistema operativo Android con una versión mayor o igual a 5.1.1. Ya cumpliendo este requerimiento, lo único que se debe hacer es trasladar el archivo .apk de la computadora hacia el teléfono móvil y luego dentro del teléfono proceder a la instalación.



CUARTO PASO: EJECUTAR LA APLICACIÓN MOVIL

Se debe abrir la aplicación en el celular y ahora se podrá apuntar la Cámara a cualquier Código QR y realizar las temáticas.



Apéndice 3. **Manual de usuario**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN CIENCIAS Y SISTEMAS

MANUAL DE USUARIO COOSAJO AR (REALIDAD AUMENTADA)

EDGAR ALEXIS ORELLANA OROPIN

Glosario

Código QR es un código de barras bidimensional cuadrada que puede almacenar los datos codificados.

PDF es un formato de almacenamiento para documentos digitales independiente.

Realidad Aumentada (AR) es un conjunto de técnicas que permiten la aplicación de elementos virtuales sobre una representación de la realidad física.

Temática es la dinámica que se ve representada mediante un Código QR y su respectiva representación a realidad aumentada.

LA APLICACIÓN DE ESCRITORIO Y CODIGOS QR

La aplicación Coosajo AR de escritorio es para imprimir los códigos QR, al darle doble clic se desplegarán botones de todas las temáticas de las cuales se puede generar los códigos QR en formato PDF, estos mismos se deben imprimir para usarse en el mundo real con la aplicación móvil.

LA APLICACIÓN MOVIL

La aplicación móvil consta solo de una Cámara que permite la proyección de dinámicas en realidad aumentada según el QR que se le muestre, para ello se debe tener impresos los códigos QR necesarios y según la temática ocurrirá algo en específico, a continuación se explica cada una de estas temáticas:

Temática 1: Autoestima

Un frasco colorido y llamativo con un decorado entorno al amor propio que al ser presionado expondrá un mensaje motivacional, de manera rápida y de fácil comprensión.



Temática 2: Liderazgo

códigos QR que despliegan números en realidad aumentada dichos números se componen en 3 equipos clasificados por colores (amarillo, rojo y azul) cada equipo conformado por 5 números (del 1 al 5) se pueden diseñar múltiples dinámicas en un ambiente abierto con estos QR.



Temática 3: Valores

Se desplegará una serie de preguntas o situaciones para su discusión de parte del expositor hacia todas las personas de la audiencia.



Temática 4: Actitud

Se desplegará una serie de preguntas de las cuales se tendrá dos opciones para responder ante ellas, ya sea de una forma positiva o negativa, esto dependerá de la carita que presione el usuario (dichas caritas se desplegaran junto con las preguntas) al final se tendrá un conteo de cuantas veces se respondió positiva o negativamente ante las diferentes situaciones.



Temática 5: Finanzas personales

Una alcancía la cual tendrá la opción de ingresar cualquier tipo de billete válido según la moneda de Guatemala (billete de Q1, Q5, Q10, Q20, Q50, Q100 y Q200) demostrando cómo funciona el ahorro, con la opción final de romper la alcancía y demostrar los ahorros acumulados.



Temática 6: Cooperativismo e historia de la cooperativa

Esta temática se refleja en un juego de competencia entre varios usuarios (cada uno con su aplicación) Inicialmente se mostrará a un corredor en una pista personal, a su vez se irán mostrando preguntas al usuario acerca de la historia de la cooperativa, si se responde de manera correcta, el corredor avanzará, si no, no avanzará, el corredor debe llegar a la meta para ganar el juego.



Temática 7: Conciencia ambiental

Esta temática se refleja en un juego visual, en donde inicialmente se mostrará un ecosistema natural totalmente deteriorado, a su vez se irán mostrando al usuario varias preguntas en forma de decisión en la cual se deberá tomar la correcta para ir renovando el ecosistema, de poco a poco, con cada decisión, hasta renovar completamente el ambiente.

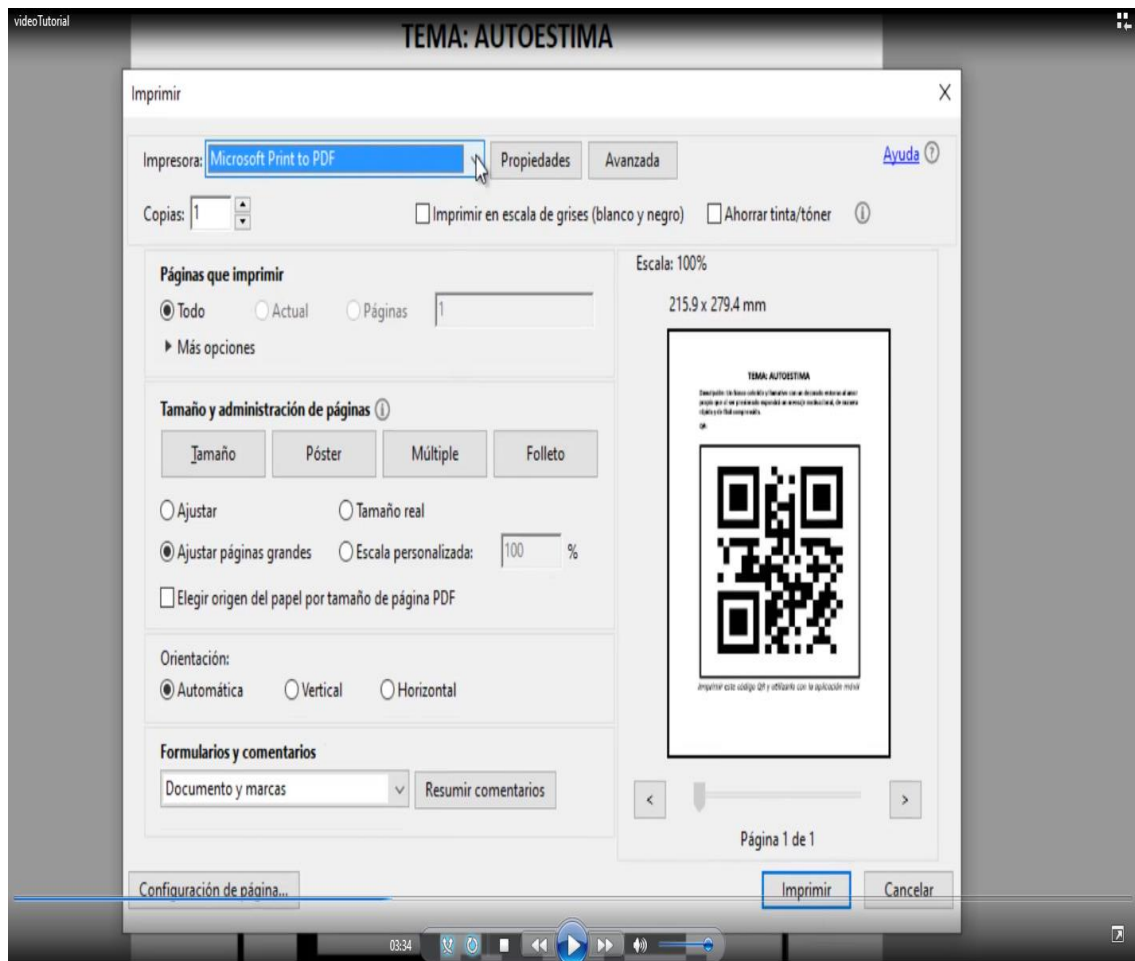


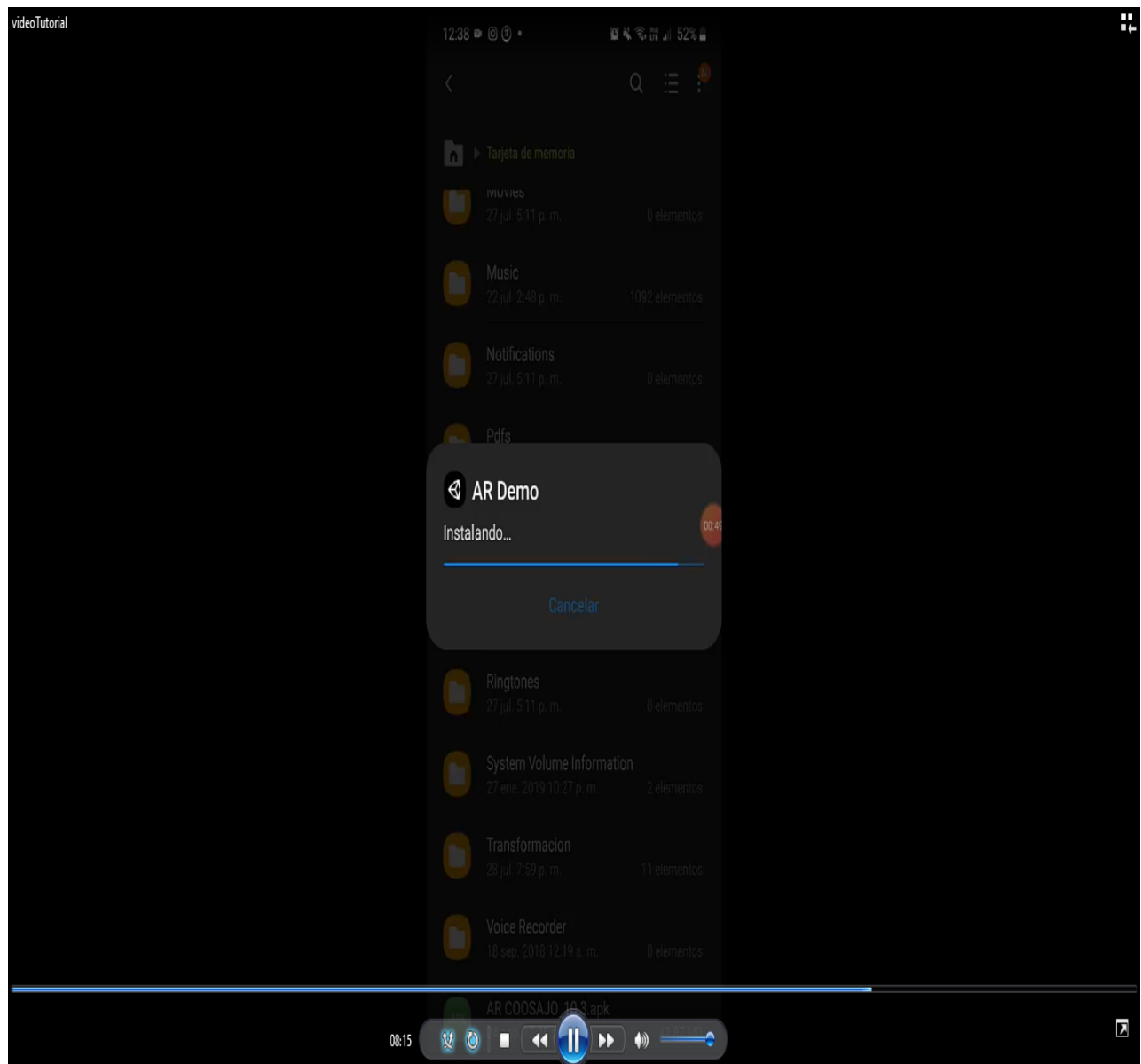
Temática 8: Inteligencia emocional

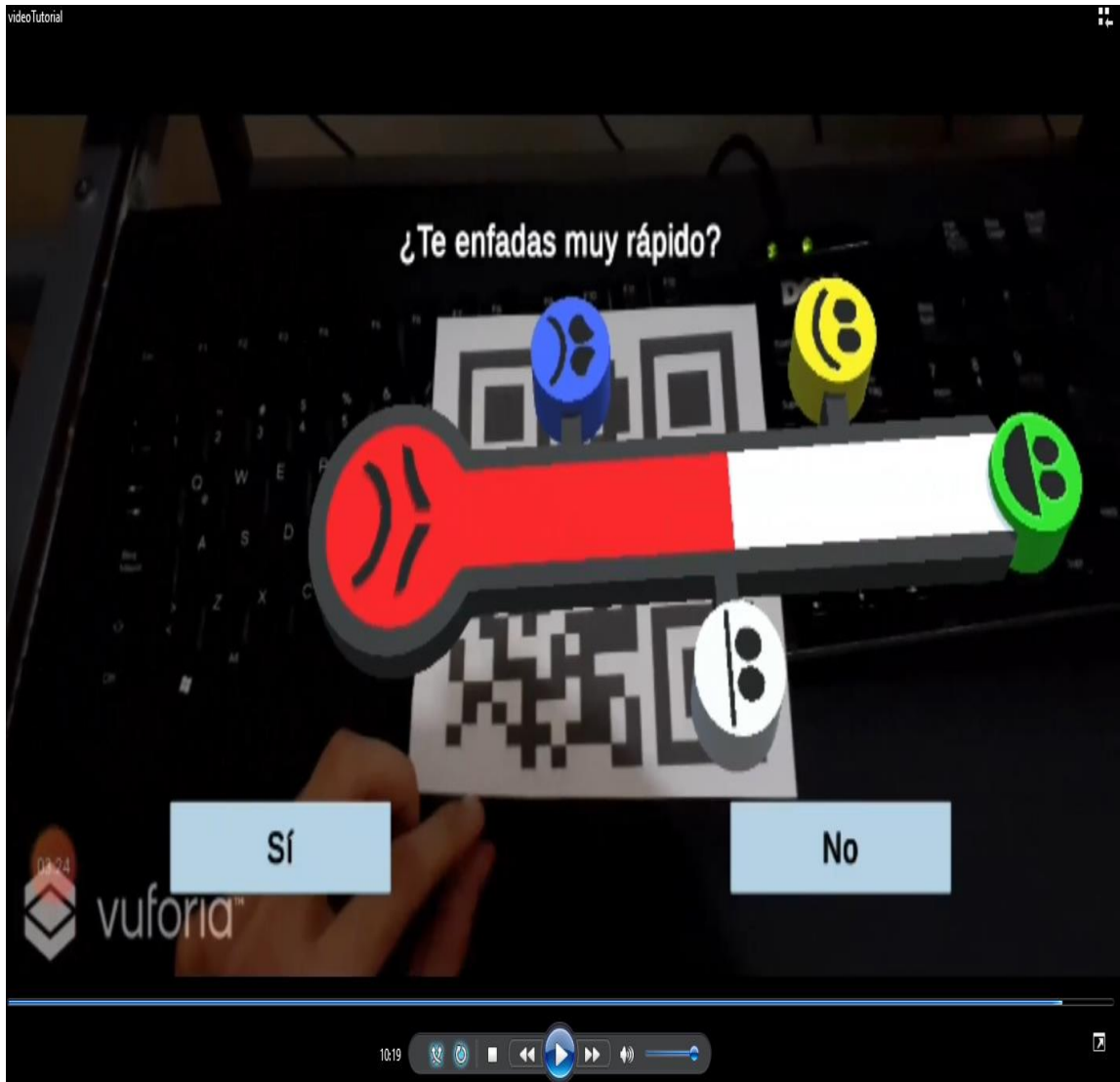
Un termómetro llamativo y colorido con diferentes escalas que presentan un medidor para la inteligencia emocional, mediante la respuesta de preguntas se logra determinar el nivel del termómetro emocional.



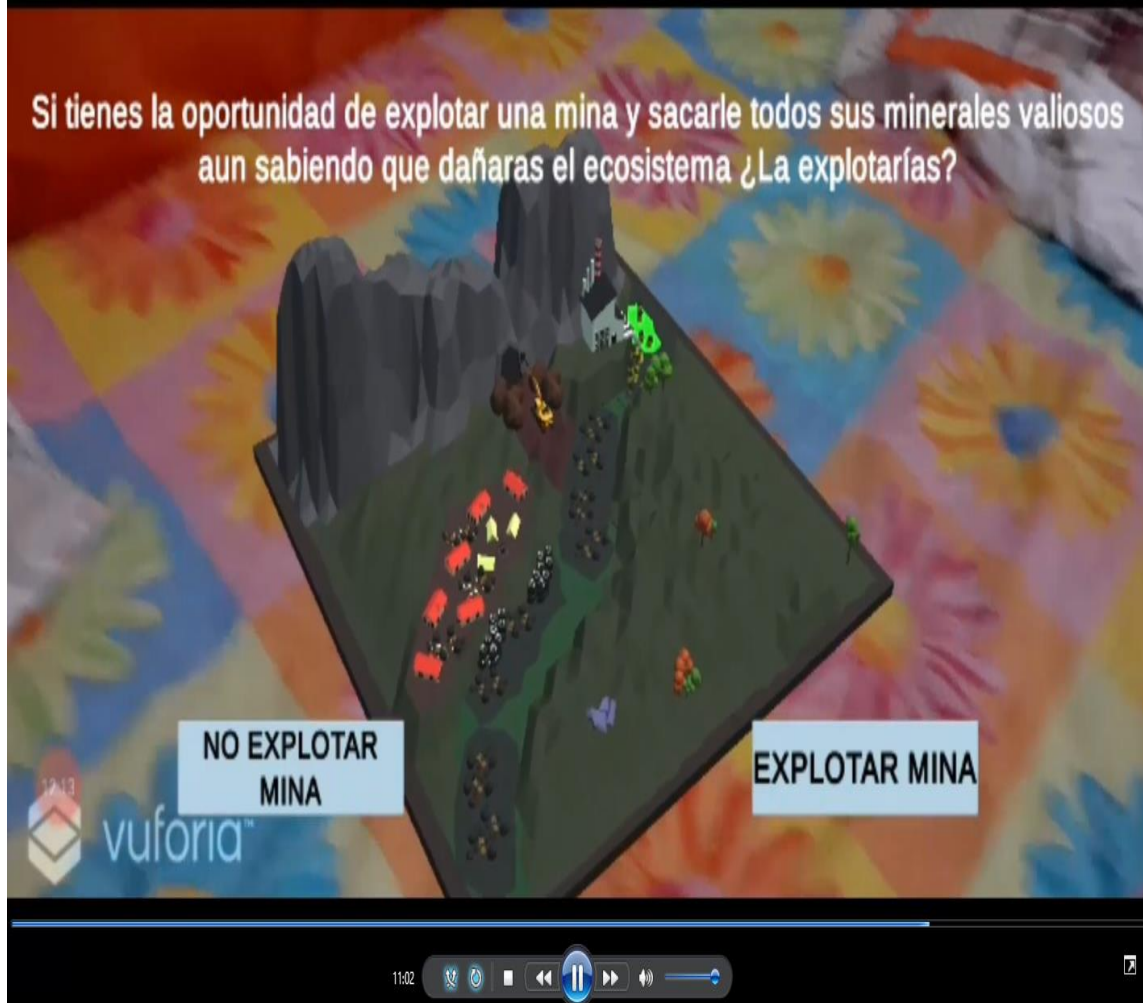
Apéndice 4. Capturas de pantalla de videos tutoriales para capacitación





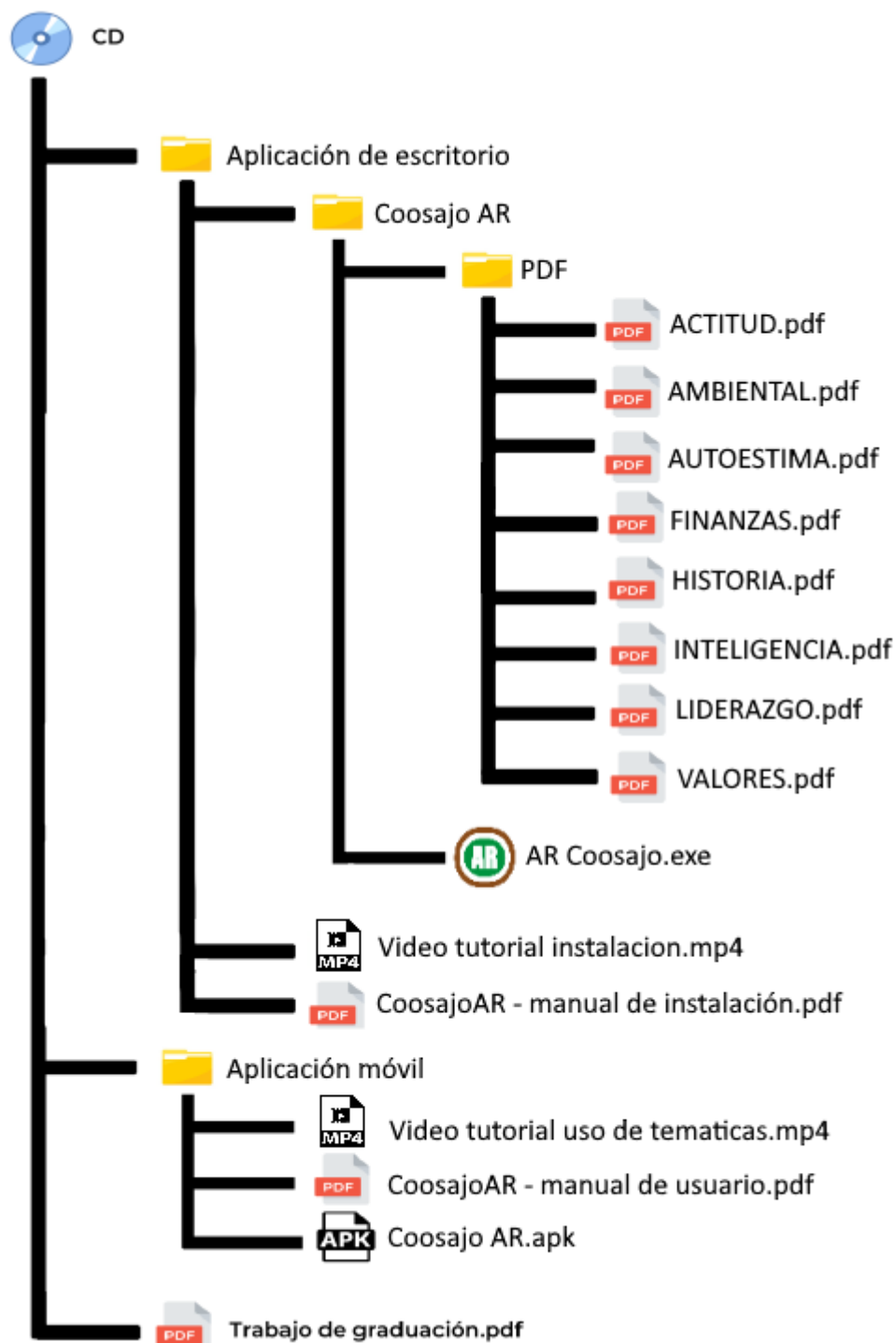


Si tienes la oportunidad de explotar una mina y sacarle todos sus minerales valiosos aun sabiendo que dañarás el ecosistema ¿La explotarías?





Apéndice 5. Contenido del CD proyecto Coosajo AR



ANEXOS

1. Certificación de entrega y aceptación del proyecto

Anexo 1. Certificación de entrega y aceptación del proyecto

Esquipulas, 14 de septiembre de 2020

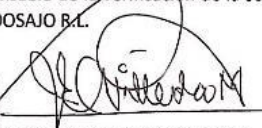
Ing. René Estuardo Alvarado González
Coordinador de EPS y Trabajos de Graduación
Carrera de Ingeniería y Ciencias y Sistemas
Centro Universitario de Oriente
Universidad San Carlos de Guatemala

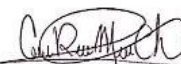
Respetable Ingeniero:

Por medio de la presente se hace constar la entrega-recepción del software desarrollado derivado de Ejercicio Profesional Supervisado del estudiante Edgar Alexis Orellana Oropin, que se identifica con el registro académico No. 201544017 y código único de identificación 3358 37484 1901, de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas del Centro Universitario de Oriente. Se recibió a entera satisfacción por la Coordinación del área de Educación Cooperativa de COOSAJO R.L. la entrega de lo siguiente:

- Software de realidad aumentada para temas educativos seleccionados en conformidad con el área de Educación Cooperativa de COOSAJO R.L.
- Software generador de códigos QR para complemento esencial de la aplicación de realidad aumentada.
- Manuales de usuario y técnico para el uso de la aplicación.

No habiendo otro asunto que tratar, se concluye la presente. Firmo a continuación como responsable de la verificación de la solución por parte del área de Educación Cooperativa de COOSAJO R.L.



Ing. Julio Enrique Villeda Machorro
Jefe de la Jefatura de Educación Cooperativa
Coosajo Es Micoope


Licda. Cándida Rosa Morales Chacón
Técnico Gestor de Educación Cooperativa
Supervisora del proyecto

COOSAJO R.L.

05


MICOPE