

Universidad de Pamplona
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Programa de Ingeniería de Sistemas

Tema:

Aplicación de la realidad aumentada y la realidad virtual en la construcción de material educativo para la simulación de prácticas de laboratorio de la asignatura Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software en un LMS y validación por instrumento de percepción en la interacción de un grupo de estudiantes de la asignatura con los aplicativos de realidad aumentada y realidad virtual

Autor:

Luis Eduardo Ruiz Bautista

Pamplona, Norte De Santander

Junio 2020

Universidad De Pamplona
Facultad De Ingenierías y Arquitectura
Programa De Ingeniería De Sistemas

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero de Sistemas

Tema:

Aplicación de la realidad aumentada y la realidad virtual en la construcción de material educativo para la simulación de prácticas de laboratorio de la asignatura Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software en un LMS y validación por instrumento de percepción en la interacción de un grupo de estudiantes de la asignatura con los aplicativos de realidad aumentada y realidad virtual

Autor:

Luis Eduardo Ruiz Bautista

Director:

William Mauricio Rojas Contreras
Magister en Ciencias Computacionales

Pamplona, Norte de Santander

Junio 2020

Agradecimientos

Primero que todo quiero dar gracias a Dios por permitirme llegar hasta este punto, ayudándome en cada uno de los obstáculos que la vida me ha puesto en frente. A mis padres, quienes desde muy pequeño me dieron todo lo que necesité y me apoyaron sin importar los errores que cometí, ellos siempre han creído en mí, y esta resulta ser una gran oportunidad para enseñarles el resultado de todo el trabajo y el esfuerzo que han demostrado durante toda mi vida.

Gracias a mi director de trabajo de grado Mauricio Rojas por el tiempo que me dedicó y todo el esfuerzo que hizo para que yo lograra cumplir con cada una de las etapas de este proyecto, acompañándome durante todo este proceso mientras compartía conmigo sus conocimientos.

A todos los docentes, compañeros y amigos que estuvieron allí ofreciéndome una mano cuando al necesité y, además, hicieron parte de mi crecimiento como profesional, ya que cada uno de ellos ayudó con su voz de aliento durante mi formación, permitiéndome conseguir una mentalidad ganadora y así lograr cumplir esta meta.

Resumen

La incorporación de tecnologías emergentes en educación superior se ve impactado por el hecho de que se requieren nuevos modelos pedagógicos que faciliten la enseñanza y el aprendizaje, con el fin de obtener mejores resultados en cuanto a la formación de estudiantes. Las tecnologías emergentes como la Realidad Aumentada (RA) junto a la incorporación de material educativo, permite generar conocimientos de una forma más didáctica, además de ser entretenido e innovador. Aunque esta no es la única herramienta que está siendo usada en los últimos años, ya que la Realidad Virtual (RV) también permite que el usuario observe un escenario tridimensional causando la sensación de estar inmerso en él y en el cual puede percibir cualquier contenido audiovisual entre otros educativo.

En la educación superior se busca preparar a cada uno de los estudiantes como un profesional listo para laborar, con el fin de que se encuentren relacionados con la tecnología, que cada vez hace parte de tareas que se realizan a diario. Con este proyecto se busca elaborar material educativo digital a través de la implementación de aplicaciones con realidad aumentada y realidad virtual para el curso de Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software, y evaluar el nivel de aceptación de un grupo de control sobre estas herramientas que no han tenido mayor aplicación en la formación universitaria, para que de esta manera se pueda obtener como resultado un conjunto de variables afectivas como: interés, compromiso, estrés, relajación y excitación, además de características propias de las aplicaciones como usabilidad y navegabilidad, que permitan conocer datos cualitativos sobre la implementación de este tipo de métodos de aprendizaje en la Educación Superior.

Abstract

The incorporation of emerging technologies in higher education is impacted by the fact that new pedagogical models that facilitate teaching and learning are required, in order to obtain better results in terms of student training. Emerging technologies such as Augmented Reality (AR) together with the incorporation of educational material, allow generating knowledge in a more didactic way, as well as being entertaining and innovative. Although this is not the only tool that is being used in recent years, since Virtual Reality (VR) also allows the user to observe a three-dimensional scenario causing the feeling of being immersed in it and in which they can perceive any audiovisual content among others educational.

In higher education, the aim is to prepare each student as a professional ready to work, so that they are related to technology, which is part of the daily tasks. This project seeks to develop digital educational material through the implementation of augmented reality and virtual reality applications for the Advanced Topics in Software Engineering course, and to evaluate the level of acceptance of a control group on these tools that have not greater application in university training, so that in this way a set of affective variables could be obtained such as: interest, commitment, stress, relaxation and excitement, in addition to the characteristics of the applications such as usability and navigability, which are easily known qualitative data on the implementation of this type of learning methods in Higher Education.

Tabla de Contenidos

1. Descripción del proyecto.....	14
1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.2. Justificación.....	16
1.3. Delimitación.....	18
1.3.1. Objetivo General:.....	18
1.3.2. Objetivos Específicos.....	18
1.4. Acotaciones.....	19
1.5. Metodología.....	20
2. Marco Teórico y Estado del Arte.....	23
2.1. Marco Conceptual.....	23
2.2. Realidad Aumentada.....	25
2.2.1. Elementos básicos de Realidad Aumentada.....	25
2.2.2. Realidad Aumentada en la educación.....	25
2.3. Realidad Virtual.....	26
2.3.1. Elementos básicos de Realidad Virtual.....	26
2.3.2. Mecanismos básicos de la Realidad Virtual.....	28
2.3.3. Clasificación de la Realidad Virtual.....	28
2.3.4. Realidad Virtual en la educación.....	30

2.3.5. Material Educativo con Realidad Virtual	30
2.4. Estado del Arte	31
3. Procedimiento	36
3.1. Método Propuesto.....	36
3.1.1. Identificar y recopilar información	37
3.1.2. Definir herramienta de desarrollo para RV	37
3.1.3. Definición de escenarios e interacciones.....	38
3.1.4. Definir la información de cada Panel.....	38
3.1.5. Creación de objetos, textos, audios y animaciones	38
3.1.6. Integración de componentes	39
3.1.7. Integración de la aplicación a un LMS.....	39
4. Implementación del método propuesto en la creación de material educativo	40
4.1. Aplicación del método propuesto para la creación de material educativo con Realidad Virtual	40
4.1.1. Identificar y recopilar de información.....	40
4.1.2. Definir herramienta de desarrollo para RV	42
4.1.3. Definición de escenarios e interacciones.....	44
4.1.4. Definir la información de cada Panel.....	44
4.1.5. Creación de objetos, textos, audios y animaciones	45
4.1.6. Integración de componentes	48

4.1.7. Integración de la aplicación a un LMS	49
4.2. Creación de la aplicación de Realidad Virtual	50
4.3. Aplicación del método propuesto para la creación de material educativo con Realidad Aumentada	52
4.3.1. Implementar marcador a cada segmento	52
4.3.2. Identificar interacciones del usuario en el segmento	57
4.3.3. Construcción del guion de cada interacción, diseño de cada interacción del segmento y objetos a integrar en la interacción.....	57
4.3.4. Implementar cada interacción	58
4.3.5. Integrar la interacción a la unidad.	59
4.4. Creación e instalación de la aplicación de Realidad Aumentada	63
4.4.1. Creación del apk.....	63
4.4.2. Instalación del apk.....	63
5 Experimento y análisis de resultados	65
5.1. Variables evaluadas	65
5.2. Metodología	66
5.3. Resultados	67
6. Conclusiones.....	72
7. Recomendaciones y trabajos futuros	73
8. Bibliografía.....	74

9. Anexos	77
9.1. Prueba de Diagnostico	77
9.2. Guía para la visualización de diagramas de Casos de Uso con RA (Realidad Aumentada).....	79
9.3. Guía para la visualización de diagramas de Casos de Uso con RV (Realidad Virtual)	81

Tabla de Figuras

Figura 1. Elementos básicos de la Realidad Virtual. Fuente: (AETecno, 2016).....	27
Figura 2. Método propuesto para la construcción de material educativo con Realidad Virtual	36
Figura 3. Unity versión 2018.4.14f1. Fuente: Elaboración propia	43
Figura 4. Importación del paquete GoogleVR. Fuente: Elaboración propia.....	43
Figura 5. Panel frontal, creación de objetos del Modelo Funcional. Fuente: Elaboración propia	45
Figura 6. Panel frontal, texto problema. Fuente: Elaboración propia.....	46
Figura 7. Panel izquierdo, controles de navegación. Fuente: Elaboración propia.....	46
Figura 8. Panel derecho, tipos de relaciones. Fuente: Elaboración propia.	47
Figura 9. Creación de animaciones, usando el componente Animation. Fuente: Elaboración propia.....	48
Figura 10. Asignación de animaciones. Fuente: Elaboración propia	48
Figura 11. Creación script para el sistema de un cajero automático. Fuente: Elaboración propia.....	49
Figura 12. Guía de instalación para la aplicación con RV. Fuente: Elaboración propia.	49
Figura 13. Configuración de los botones del mando. Fuente: Elaboración propia.....	50
Figura 14. Configuración de propiedades para realidad virtual. Fuente: Elaboración propia.	51
Figura 15. Selección de plataforma para el proyecto. Fuente: Elaboración propia.	51

Figura 16. Marcador 1, definiciones del Diagrama de casos de uso. Fuente: Unipamplona (2020).....	53
Figura 17. Marcador 2, ejemplo del cajero automático. Fuente: depositphotos (2020).	53
Figura 18. Marcador 3, ejemplo de administración de un gym. Fuente: 123RF (2020).....	54
Figura 19. Registro en Vuforia Engine.	54
Figura 20. Creación de una base de datos en Vuforia.....	55
Figura 21. Adición de Targets a la base de datos.	55
Figura 22. Base de datos creada, con calificación por imagen.	56
Figura 23. Puntos de reconocimiento del target gym.	56
Figura 24. Diseño del primer segmento. Fuente:Elaboración propia.	57
Figura 25. Jerarquía del primer segmento, panel relaciones. Fuente: Elaboración propia. .	58
Figura 26. Jerarquía segundo segmento, ejemplo cajero automático. Fuente: Elaboración propia.....	59
Figura 27. Creación de la licencia para la ARCamara.....	59
Figura 28. Activación del paquete de VuforiaRA. Fuente: Elaboración propia.	60
Figura 29. Descarga de la base de datos de Vuforia.....	61
Figura 30. Importación de la base de datos Disparadores_img. Fuente: Elaboración propia.	61
Figura 31. Asignación de marcadores. Fuente: Elaboración propia.	62
Figura 32. Asignación licencia Vuforia Engine. Fuente: Elaboración propia.....	62
Figura 33. Guía de instalación para la aplicación con RA. Fuente: Elaboración propia	64
Figura 34. Incorporación de aplicaciones RA y RV a un LMS. Fuente: Elaboración propia.	64

Figura 35. Gráfico de resultados sobre las variables emotivas. Fuente: Elaboración propia.	68
Figura 36. Gráfica de resultados sobre las características del software. Fuente: Elaboración propia.....	70
Figura 37. Target 1, definiciones casos de uso. Fuente: Elaboración propia.	79
Figura 38. Target 2, Sistema cajero automático. Fuente: Elaboración propia.	80
Figura 39. Target 3, Sistema para la administración de un gym. Fuente: Elaboración propia.	80

Lista de Tablas

Tabla 1. Actividades del primer objetivo. Fuente: Elaboración propia.	20
Tabla 2. Actividades del segundo objetivo. Fuente: Elaboración propia.....	21
Tabla 3. Actividades del tercer objetivo. Fuente: Elaboración propia.....	21
Tabla 4. Actividades del cuarto objetivo. Fuente: Elaboración propia.....	22
Tabla 5. Resultados porcentuales de las variables emotivas. Fuente: Elaboración propia. .	68
Tabla 6. Resultados porcentuales sobre las características del software.	70

1. Descripción del proyecto

1.1. Planteamiento del problema

En los últimos años la Realidad Aumentada está consiguiendo un protagonismo cada vez más importante en diversas áreas de conocimiento, mostrando la versatilidad y posibilidades que presenta esta nueva tecnología derivada de la Realidad Virtual (Ruiz Torres, 2011). La posibilidad de combinar el mundo real con lo virtual resulta ser una herramienta útil de entretenimiento educativo, que se refiere al contenido diseñado para enseñar y entretener, además, puede ser desarrollada con interfaces sencillas facilitando la implementación de esta herramienta en la educación.

El uso extendido de las tecnologías avanzadas y especialmente la difusión universal de dispositivos móviles de comunicación y cómputo definen nuevas formas, tiempos y espacios formativos, y los docentes están obligados a implementar metodologías vinculadas a tales instrumentos (Vázquez-Cano, 2012). Los estudiantes representan el futuro de un país, su formación debe estar influenciada por el uso de nuevas tecnologías, debido a que el mundo laboral ya implementa en sus procesos herramientas tecnológicas.

Alrededor del mundo muchos países están en la búsqueda de métodos de enseñanza-aprendizaje que permitan junto a la Realidad Virtual proveer a los estudiantes una experiencia con entretenimiento y además llena de nuevos conocimientos. De acuerdo a la falta de incorporación de estrategias para la simulación de prácticas de laboratorio en asignaturas teórico-prácticas y prácticas de los programas de la Universidad de Pamplona, se deben buscar metodologías aplicables en la Educación Superior con el fin de garantizar

que la enseñanza y el aprendizaje sean los necesarios y totalmente complementarios para la formación de profesionales. El uso de la tecnología se ha convertido en tendencia sobre el entorno educativo, ya que garantiza ser un complemento, debido a que el material educativo virtual contribuye a factores como la falta de atención en los salones de clase, el estrés, entre otras.

Uno de los problemas recurrentes en esta época de la docencia desarrollada en tiempos de emergencia es el de la virtualización de laboratorios o el desarrollo de prácticas de laboratorio a través de las mediaciones tecnológicas. Por ello se plantea el uso de una herramienta que permita al estudiante explorar un escenario virtual mientras adquiere información y además explore el alcance de los avances tecnológicos de los últimos años, teniendo como objetivo lograr que la educación sea una tarea más dinámica.

1.2. Justificación

Las Tecnologías de la información y la comunicación hacen referencia al software necesario para que un usuario pueda acceder, transmitir o manipular información, de acuerdo al Banco Mundial: “Las TIC mejoran la comunicación y el intercambio de conocimientos e información necesarios para los procesos de desarrollo”. Las TIC han cambiado la forma en que se comunican la sociedad, las empresas y el gobierno, además, de los procedimientos y procesos de trabajo. Su implementación en la educación se realiza con el fin de aceptar e implementar nuevas prácticas y estrategias que mejoren la enseñanza y el aprendizaje.

Por otra parte, se han investigado los beneficios y las aplicaciones de la realidad virtual (RV) en diferentes escenarios. La realidad virtual posee mucho potencial y su aplicación en la educación ha sido objeto de estudio últimamente. Sin embargo, actualmente existe poco trabajo sistemático sobre cómo los investigadores han aplicado la realidad virtual inmersiva para fines de educación superior que considera el uso de pantallas montadas en la cabeza (HMD) tanto de alta gama como económicas (Radianti, 2020).

En el contexto local se han desarrollado algunas iniciativas relacionadas con la incorporación de la RA en programas académicos en pregrado y a nivel de maestría; sin embargo, en cuanto a la incorporación de RV son pocas las iniciativas en el contexto local. Por eso, se busca con este proyecto el desarrollo e implementación de aplicaciones con RA y RV con el alcance de estudiar el nivel de aceptación que pueden tener cada una de estas

herramientas por parte de un grupo de estudiantes de la asignatura Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software de la Universidad de Pamplona, y funcione como material de apoyo para proporcionar los recursos suficientes en futuras aplicaciones de estas tecnologías en la Educación Superior. Además, contribuye a la virtualización de laboratorios (componente práctico de las asignaturas) en tiempo de confinamiento obligatorio.

1.3. Delimitación

1.3.1. Objetivo General:

Implementar una aplicación con Realidad Aumentada y una con Realidad Virtual para la simulación de una práctica de laboratorio en la asignatura Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software en un LMS y evaluar su impacto sobre una muestra del grupo a través de un instrumento de diagnóstico.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Construir el estado del arte de las aplicaciones de realidad aumentada, realidad virtual en educación superior y la validación del uso de este tipo de recursos a través de un instrumento de diagnóstico.
- Diseñar un método para la construcción de material educativo con realidad virtual para educación superior.
- Implementar el método en la elaboración de material educativo con realidad virtual para la asignatura Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Pamplona.
- Validar el nivel de aceptación del material educativo con realidad aumentada y realidad virtual utilizando un instrumento de percepción sobre una muestra de estudiantes de la asignatura.

1.4. Acotaciones

- Las aplicaciones de Realidad Aumentada y Realidad Virtual serán implementadas con el fin de servir como simulación de una práctica de obtención de requerimientos de la asignatura Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software de la Universidad de Pamplona y al mismo tiempo evaluar una estrategia para incorporarlas a un LMS.
- El desarrollo de las aplicaciones RV y RA se va a realizar a través de la plataforma Unity con el complemento de Vuforia y GoogleVR.
- Ambas aplicaciones contarán con tres escenarios: uno que comprende las definiciones de actor, casos de uso y relaciones, y otros dos escenarios con ejemplos sobre el desarrollo del Diagrama de Casos de uso (Modelo Funcional).

1.5. Metodología

Para el desarrollo del proyecto se va usar el siguiente diseño metodológico:

- Construir el estado del arte de las aplicaciones de realidad aumentada, realidad virtual en educación superior y la validación del uso de este tipo de recursos a través de un instrumento de diagnóstico.

Actividad	Método	Resultado
Construcción del estado del arte de realidad aumentada, realidad virtual.	Revisión de fuentes de información. Análisis y síntesis de documentos encontrados	Documento del estado del arte en Realidad aumentada y realidad virtual , RA y RV en educación, RA y RV en educación superior, y material educativo con RA y RV.
Construcción del estado del arte de realidad aumentada, realidad virtual en educación.		
Construcción del estado del arte de realidad aumentada, realidad virtual en educación superior.		
Construcción del estado del arte de material educativo con realidad aumentada, realidad virtual.		
Construcción del estado del arte de la validación del uso de este tipo de recursos con un instrumento de diagnóstico.		

Tabla 1. Actividades del primer objetivo. Fuente: Elaboración propia.

- Diseñar un método para la construcción de material educativo con realidad virtual para educación superior.

Actividad	Método	Resultado
Búsqueda de metodologías aplicadas en la educación por medio de tecnologías emergentes.	Revisión de fuentes de información.	Método que permita la construcción de material educativo de tipo texto apoyado en RV.
Búsqueda de metodologías aplicadas para la creación de material educativo con realidad virtual para educación superior.	Análisis y síntesis de documentos encontrados.	

Tabla 2. Actividades del segundo objetivo. Fuente: Elaboración propia

- Implementar el método en la elaboración de material educativo con realidad virtual para la asignatura Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Pamplona.

Actividad	Método	Resultado
Recopilación de información referente a los contenidos de la asignatura Tópicos avanzados de Ingeniería del software.	Revisión, análisis y síntesis de fuentes de información.	Material educativo para la asignatura Tópicos avanzados de Ingeniería del software
Organización de la información recopilada.	Método Planteado anteriormente.	
Selección de herramienta para desarrollar aplicaciones de RV.	Revisión, análisis y síntesis de fuentes de información.	Aplicativo de RV.
Modelamiento del material educativo con RV.	Modelo en cascada para el desarrollo de software	
Desarrollo de aplicación de RV.		

Tabla 3. Actividades del tercer objetivo. Fuente: Elaboración propia

- Validar el nivel de aceptación del material educativo con realidad aumentada y realidad virtual utilizando un instrumento de percepción sobre una muestra de estudiantes de la asignatura.

Actividad	Método	Resultado
Desarrollo experimental con el aplicativo de RA y RV capturando variables afectivas (interés, compromiso, estrés, relajación y excitación) de estudiantes de la asignatura Tópicos avanzados de Ingeniería del software	Diseño de un instrumento de percepción sobre una muestra de estudiantes.	Variabes afectivas y características propias de la implementación de las aplicaciones.
Análisis de variables	Estadística	Desarrollo de conclusiones sobre la aceptación de RA y RV en los estudiantes a los cuales se les hizo la prueba.

Tabla 4. Actividades del cuarto objetivo. Fuente: Elaboración propia

Generar un conjunto de recomendaciones para el desarrollo de material educativo con realidad aumentada y realidad virtual.

2. Marco Teórico y Estado del Arte

2.1. Marco Conceptual

- **Casco de realidad virtual**

Un casco de realidad virtual, también llamado gafas de realidad virtual, es un dispositivo de visualización similar a un casco, que permite reproducir imágenes creadas por ordenador sobre una pantalla muy cercana a los ojos o proyectando la imagen directamente sobre la retina de los ojos (Wikipedia, Casco de realidad virtual, 2020).

- **Escena**

Las escenas contienen los objetos de la aplicación. Pueden ser usadas para crear un menú principal, objetos individuales, y cualquier otra cosa. Cada archivo de escena es como un nivel único. En cada escena, se va a colocar un ambiente, obstáculos, y decoraciones, el diseño esencial y la construcción de su aplicación en pedazos (Unity, 2016).

- **Material Educativo**

Hace referencia a diferentes dispositivos comunicacionales creados en diferentes soportes con una finalidad pedagógica, teniendo el objetivo de ampliar contenidos y completar la forma en la que se tiene acceso a la información (Garrido, 2003).

- **Realidad Aumentada**

Permite añadir de información visual sobre el mundo real, usando tecnología como los teléfonos móviles. Esta herramienta se usa con el objetivo de comprender mejor el

espacio en donde se haga uso, recibiendo información visual en tiempo real (Fombona Cadavieco, Pascual Sevillano, & Ferreira Amador, 2012).

- **Realidad Virtual**

Es la simulación computarizada de nuevos espacios en los que un usuario puede interactuar y explorar un escenario como si realmente se encontrara allí, puede engañar a los sentidos creando la sensación de estar inmerso en este (Martínez, 2011).

- **Simulación**

Una definición según R. E. Shannon (1976) es: "La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos para el funcionamiento del sistema".

- **TIC**

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios; que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes (Art. 6 Ley 1341 de 2009).

2.2. Realidad Aumentada

La realidad aumentada (RA) es el término que se usa para describir al 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 (BBC, 2016). De esta manera se logran combinar objetos tangibles con elementos creados virtualmente, permitiendo visualizar información en tiempo real.

2.2.1. Elementos básicos de Realidad Aumentada

- Marcador. Imagen en 2D usada para superponer información (imágenes, objetos 3D, videos).
- Cámara. Elemento para captura o reconocimiento del marcador.
- Pantalla de Smartphone. Proyecta la información superpuesta en un marcador, combinando lo real con lo virtual.

2.2.2. Realidad Aumentada en la educación

El progreso tecnológico de los últimos años ha permitido que la tecnología de Realidad Aumentada (RA) pueda ser usada en teléfonos inteligentes comunes con aplicaciones en muchos entornos de aprendizaje formales e informales e instituciones educativas. Está emergiendo como una tecnología adecuada para enseñar habilidades psicomotoras. Simultáneamente, la ludificación se ha vuelto cada vez más popular en el campo de la enseñanza, proporcionando ejemplos famosos, como Duolingo o Codecadem.

Muchos documentos ya han destacado los aspectos beneficiosos de la ludificación y la RA para la educación y la enseñanza. Si bien la ludificación es útil para mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes, la RA puede aplicarse con el fin de que obtengan habilidades operativas en cualquier lugar y sin costos (Alptekin, 2020).

2.3. Realidad Virtual

La realidad virtual (RV) es un entorno de escenas u objetos de apariencia real. La acepción más común refiere a un entorno generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él (Wikipedia, 2020). Este entorno es observable a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de realidad virtual.

Este puede ir acompañado de otros dispositivos, como guantes o trajes especiales, que permiten la interacción del usuario con el entorno, creando en él la sensación de estar en el mundo real.

2.3.1. Elementos básicos de Realidad Virtual

A continuación, se presentan los elementos indispensables al momento de trabajar con la Realidad Virtual, ya que cada uno de estos dispositivos va a permitir la interacción del usuario con el sistema.

- Casco de Realidad Virtual

El usuario lo debe usar al igual que unas gafas, con el fin de cubrir la totalidad de su visión. Este casco también llamado “visiocasco” impide ver lo que rodea al usuario, creando la sensación de estar completamente inmerso en el escenario, disponiendo de una

pantalla en cada ojo. Las imágenes que aparecen en las dos pantallas son ligeramente diferentes, creando el efecto de percibir un relieve.

- Un mando con botones:

Permite al usuario interactuar con el ambiente que lo rodea de acuerdo a las instrucciones que recibe desde el momento en el que se ejecuta la aplicación.

- Un sensor de posición

Recibe también el nombre de giroscopio, el cual se encuentra dentro de la pantalla del casco visor, es un dispositivo mecánico que sirve para medir, mantener o cambiar la orientación en el espacio del dispositivo. En un Smartphone el giroscopio es un componente electrónico que permite medir el ángulo de rotación del dispositivo en todos sus ejes. Este sensor de movimiento ayuda al acelerómetro a mantener la orientación, por lo general está incluido en móviles de gama alta.



Figura 1. Elementos básicos de la Realidad Virtual. Fuente: (AETecno, 2016).

2.3.2. Mecanismos básicos de la Realidad Virtual

Son cinco los mecanismos empleados en el desarrollo de aplicaciones de RV:

1. Gráficos tridimensionales (3D).
2. Técnicas de estereoscopia: Esta técnica permite al usuario percibir la imagen como relieve, además de añadir la sensación de profundidad. Esto se debe a que la imagen que percibe cada ojo está ligeramente separada del centro, lo cual le permite al cerebro comparar las dos imágenes y deducir a partir de diferencias relativas.
3. Simulación de comportamiento: La simulación en el mundo virtual no está pre-calculada, ésta se va calculando en tiempo real.
4. Facilidades de navegación: El dispositivo de control permite indicar como se quiere navegar dentro de la aplicación, esto se realiza a través de un joystick o por medio de las teclas de control del computador o también se puede ejecutar una acción al detectarse algún movimiento de cabeza.
5. Técnicas de inmersión: Consiste en aislar los estímulos provenientes del mundo real, quedando privado de algunas sensaciones, de este modo se logra provocar la sensación de pertenecer al mundo virtual.

2.3.3. Clasificación de la Realidad Virtual

De acuerdo a la investigación de Flores Jesús, Gallardo Patricia y Avalos Elvira (2014) la realidad virtual se puede clasificar en tres niveles de interacción e inmersión:

- **Sistemas de realidad virtual de escritorio o no inmersiva:** es la forma más común y menos costosa de realidad virtual que existe; por lo general, está conformada simplemente por una computadora de escritorio con características comunes con la capacidad para reproducir contenidos multimedia o simulaciones que se pueden explorar a través del teclado, el mouse, un joystick o una pantalla táctil. Estos sistemas carecen por completo de sensaciones de inmersión para el usuario.
- **Sistema de realidad virtual semi-inmersiva:** intenta proporcionar a los usuarios una sensación de estar inmersos ligeramente en un entorno virtual; se realiza en general mediante diferentes tipos de software y a través de pantallas estereoscópicas.
- **Sistema de realidad virtual de inmersión total:** está constituido por un par de pantallas de visualización tridimensional montadas en un casco sobre la cabeza del usuario, que le permiten estar del todo aislado del mundo físico exterior; en esta categoría también entran las llamadas cuevas de realidad virtual, las cuales son una sala en la que las paredes que rodean al usuario producen las imágenes tridimensionales a través de diversos tipos de proyección, y ofrecen la sensación de inmersión total. En los ambientes inmersivos, además, es necesario algún tipo de hardware especial para poder interactuar con el entorno, como son guantes, trajes y sistemas de sensores. La realidad virtual totalmente inmersiva es considerada la mejor opción para transmitir información multisensorial, incluyendo la capacidad de aislar casi por completo la interferencia que pudiera proveer el mundo exterior y

permitir de este modo al usuario enfocarse por completo en la información que le ofrece el entorno virtual.

2.3.4. Realidad Virtual en la educación

La tecnología de Realidad Virtual puede apoyar ampliamente los procesos de enseñanza – aprendizaje ya que esta permite la visualización de contenidos a gran escala, visitar ambientes o interactuar con algún evento sin necesidad de estar en un lugar en específico. La interacción de los estudiantes con la tecnología, promete que este tipo de herramientas funcione como una herramienta que mejore la retención de nuevos conocimientos, en la medida en la que se incluyan en la construcción de ese conocimiento en situaciones de aprendizaje activo.

En los últimos años la Realidad Virtual ha tomado presencia en países desarrollados sobre entornos educativos apoyando así las experiencias de aprendizaje tradicionales, gracias a que esta tecnología le permite al usuario encontrarse en un entorno visual de tres dimensiones y de este modo el estudiante puede percibir sensaciones como las que recibe en el mundo real. Esto ayuda a que no solo se experimente la sensación de estar dentro de otro mundo, sino posibilita la interacción con objetos que pertenecen a dicho entorno, todo esto llevando a factores importantes de la realidad virtual: la inmersión y la interacción.

2.3.5. Material Educativo con Realidad Virtual

Consiste en la creación de una herramienta para la construcción de contenido pedagógico basado en Realidad Virtual con el objetivo de ampliar los contenidos de enseñanza-aprendizaje en la educación. Este material se caracteriza por la forma en la que

se presenta el contenido, ya sea por los aspectos estéticos, profundidad o claridad de la información.

2.4. Estado del Arte

Luego de una rigurosa búsqueda dentro de las bibliotecas digitales SCOPUS y Google Académico, se destacaron algunos trabajos relacionados con la presente investigación:

El reciente trabajo de Sáez-López, J.M., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J.A., Carrasco, C.J.G. (2020), consistió en evaluar el impacto, las prácticas y las actitudes que se generan a partir de la realidad aumentada en la formación inicial de los futuros docentes, y la presencia de estas prácticas en un contexto de formación universitaria.

El estudio se llevó a cabo con 87 profesores de primaria en formación. La información se obtuvo aplicando la prueba de Wilcoxon. Los datos cualitativos obtenidos en preguntas abiertas también se triangularon. Se enfatiza que los estudiantes no usan habitualmente este recurso en la universidad, y que con estas prácticas a veces hay una cierta cantidad de distracción e incluso pérdida de tiempo. A partir de los datos analizados, también destacaron que una vez que se supera la disponibilidad de recursos, la planificación de la clase y la formación inicial del profesorado, la realidad aumentada proporciona beneficios y ventajas centradas en las pedagogías que permiten un mayor entusiasmo por parte de los estudiantes, con ventajas significativas en la creatividad, innovación, participación, y especialmente en la motivación de los participantes. Coincidiendo con investigaciones recientes, los resultados subrayan la necesidad de capacitación inicial para

poder diseñar y aplicar prácticas con realidad aumentada en la enseñanza y aprovechar los beneficios antes mencionados.

Por otra parte, el estudio realizado por Ibáñez, M.B., Uriarte Portillo, A., Zatarain Cabada, R., Barrón, M.L. (2020), muestran que la tecnología de realidad aumentada tiene un impacto positivo en los resultados relacionados con el aprendizaje de los estudiantes mexicanos de secundaria. Sin embargo, el impacto varía dependiendo de si los estudiantes estaban matriculados en escuelas públicas o privadas. Los autores diseñaron una aplicación de realidad aumentada para que los estudiantes practiquen los principios básicos de la geometría, y una aplicación similar que abarca objetivos de aprendizaje idénticos y contenido implementado en un entorno de aprendizaje basado en la web. Se empleó un diseño factorial $2 \times 2 \times 2$ con 93 participantes para investigar el efecto del tipo de tecnología (web, realidad aumentada), tipo de escuela (privada, pública) y tiempo de evaluación (pre, post) sobre la motivación, y aprendizaje declarativo.

El análisis de los resultados permitió demostrar que la tecnología de realidad aumentada tiene un impacto positivo en su implementación a diversos entornos de aprendizaje. Los resultados de la investigación implican que, en México, la tecnología de realidad aumentada puede explotarse como un entorno de aprendizaje efectivo para ayudar a los estudiantes de secundaria de escuelas públicas y privadas a practicar los principios básicos de la geometría.

Otro estudio realizado por McGrath, O.G. (2019), sobre estrategias RA / RV para servicios de informática académica, explica que a medida que las instituciones de educación superior adoptan herramientas y aplicaciones de realidad aumentada y virtual, surgen importantes elecciones y desafíos para decidir cómo abordar la planificación y el

diseño de la infraestructura, los espacios y los servicios que se ofrecerán. Las observaciones en este documento se basan en las primeras experiencias de crecimiento de espacios RA / RV y el apoyo en un entorno universitario. Los servicios emergentes, los diseños de espacios y la elección de la tecnología y la capacitación ofrecida se informan teniendo en cuenta los variados entornos de RA / RV que se exploran en el plan de estudios, así como un interés general en apoyar el uso de estos por individuos y grupos en ajustes curriculares.

El trabajo desarrollado por los autores Hanafi. A., Elaachak. L, Bouhorma. M., El Khalil Bennis (2019), sobre el desarrollo de Prácticas y Procedimientos de laboratorio con Realidad Aumentada, sugiere que la adopción de la tecnología digital en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y la evolución de las tecnologías de la información están abriendo nuevas perspectivas para el uso de la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV). Por lo tanto, estas tecnologías pueden facilitar la asistencia de los alumnos que trabajan en situaciones de aprendizaje complejas mediante el uso de RA y permitir la implementación de entrenamientos de realidad virtual, mejorando así su eficiencia. Sin embargo, la integración de estas nuevas herramientas en los procesos de aprendizaje existentes sigue siendo compleja, debido a los aspectos tecnológicos y la continuidad de los datos a implementar, a través de la identificación de casos de uso y las ganancias asociadas, y por parte de los actores y expertos en diversidad que participan en este proceso: El experto del campo principal, el diseñador y el desarrollador de TI.

El objetivo de su trabajo fue desarrollar una aplicación de RA siguiendo un proceso de desarrollo que conduzca a los resultados planificados. La aplicación propuesta se implementó a los alumnos en el contexto de la educación superior, especialmente los novatos que practicarán su primer experimento en el laboratorio, por ejemplo “biología,

química” brindándoles un entorno interactivo para comprender el procedimiento de seguridad seguido durante los experimentos en laboratorios.

Varios autores utilizan encuestas como una herramienta de diagnóstico que les permite validar el impacto de la Realidad Aumentada o Realidad Virtual. Por ejemplo, el artículo escrito por René Lobo, Jonatan Gomez, Pablo Figueroa (2014), donde describen el desarrollo y características de EducAR (Educative Augmented Reality) una aplicación destinada a la enseñanza en ambientes educativos virtuales empleando realidad aumentada colaborativa para mostrar e interactuar con modelos 3D de química orgánica.

Como resultado obtuvieron una tabla de calificaciones de la prueba en usuarios y porcentajes de preguntas correctas, en donde se estableció un cuadro comparativo entre el uso de WiiMote o mouse-teclado, evaluando variables como desempeño, entretenimiento, utilidad, facilidad de rotación, facilidad de selección, facilidad de zoom, pertinencia y necesidad, además, concluyeron que los usuarios a pesar de solamente haber recibido una lección de 5 minutos, obtuvieron muy buenas calificaciones en las preguntas de química orgánica, los usuarios que utilizaron el sistema en combinación con el WiiMote obtuvieron un 91.6% de las preguntas correctas mientras que los que usaron el sistema interactuando con el mouse y teclado obtuvieron un 80% de las preguntas correctas. Ambos puntajes son lo bastante altos como para demostrar que la aplicación favorece la apropiación de nuevos conceptos.

Cada uno de estos estudios fueron seleccionados ya que permiten conocer de antemano cuales son las actitudes que pueden tomar los estudiantes frente a la implementación de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual como método de aprendizaje. Además, los autores tienen en común, el desarrollo de un conjunto de

estrategias que les permitió integrar estas tecnologías con la educación tanto secundaria como superior, y a su vez, desarrollaron una herramienta de diagnóstico (encuesta o preguntas de control) para evaluar el impacto de la implementación de la RA y RV en la educación. De esta manera, lograron establecer un cuadro comparativo para conocer qué ventajas y desventajas surgen a través del uso de estas tecnologías como método pedagógico y definir, si el desarrollo de este tipo de aplicaciones funciona como material de apoyo y si mejoran el proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes.

3. Procedimiento

A continuación, se define un método para la construcción de material educativo con Realidad Virtual para la educación superior (Figura 2):

3.1. Método Propuesto

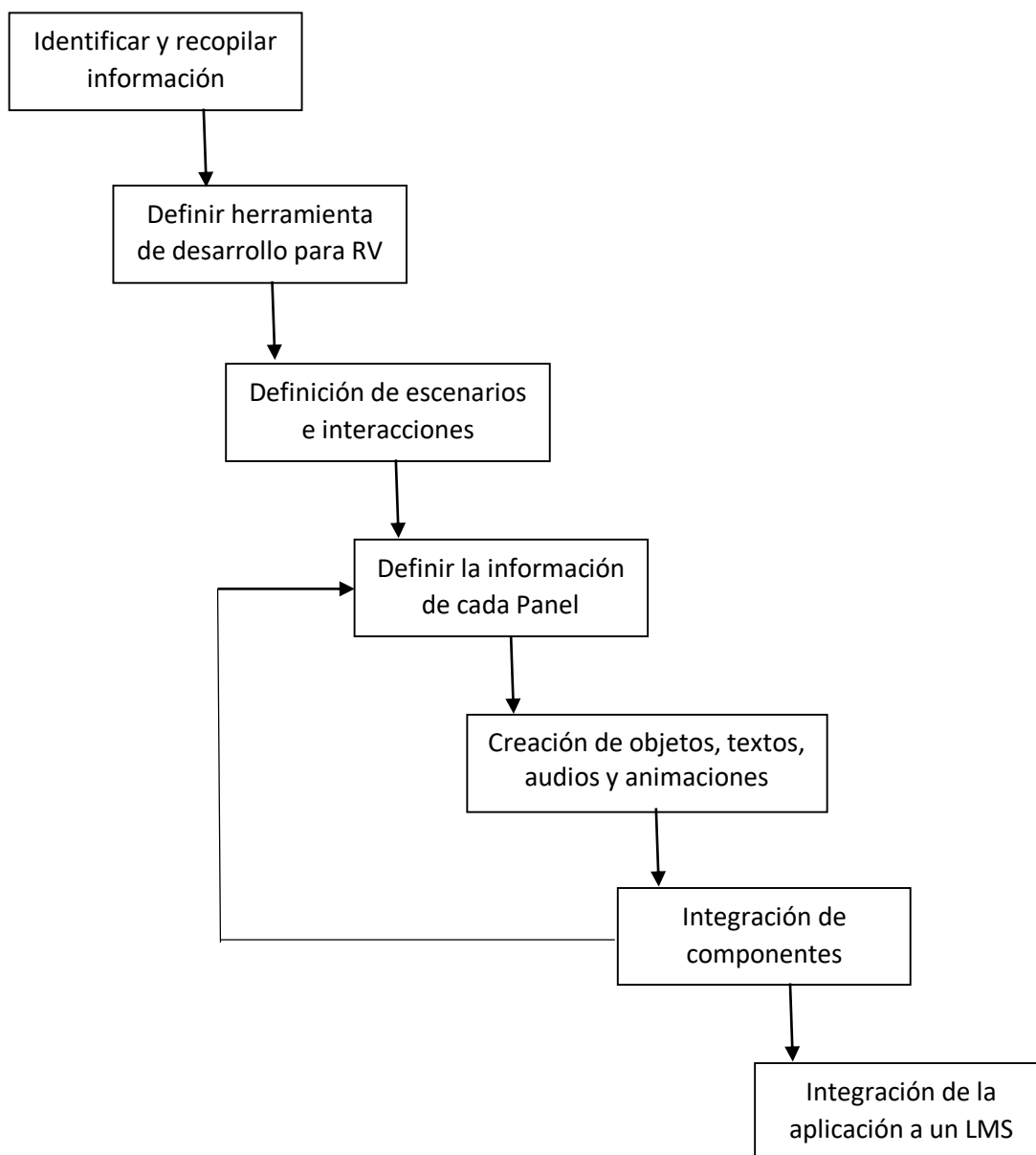


Figura 2. Método propuesto para la construcción de material educativo con Realidad Virtual

3.1.1. Identificar y recopilar información

El primer paso consiste en la búsqueda de temáticas que requieran de un apoyo adicional en los procesos de enseñanza – aprendizaje en la educación superior. Este proceso requiere una rigurosa selección de definiciones que permitan al estudiante adquirir la información de forma ágil, teniendo como objetivo que el estudiante genere nuevos conocimientos y se sienta atraído por el uso de la tecnología en la educación.

Es necesario tener en cuenta la población (educación primaria, secundaria o superior) a la que va dirigida la aplicación de RV que se va a desarrollar, teniendo en cuenta que las definiciones seleccionadas deben estar bien especificadas para que el estudiante logre familiarizarse con la app y reciba la información de forma apropiada, sencilla y completa, mejorando así su proceso de formación.

3.1.2. Definir herramienta de desarrollo para RV

Consiste en la búsqueda de una plataforma en la cual se pueda plasmar la información adquirida en el paso anterior, considerando la dificultad de la misma, y las facilidades que pueda ofrecer la plataforma para el desarrollo de una aplicación con material educativo basado en Realidad Virtual. Pero antes de definir una herramienta en concreto, se deben tener en cuenta los tipos de realidad virtual que se pueden desarrollar, estos se encuentran en la sección 2.3.3. Clasificación de la Realidad Virtual que se compone por el Sistema de realidad virtual de escritorio o no inmersiva, el Sistema de realidad virtual semi – inmersiva y el Sistema de realidad virtual de inmersión total.

Además, se debe tener presente el hardware necesario para la uso y aplicación del sistema seleccionado, el cual, de una u otra forma puede facilitar o dificultar la implementación de esta tecnología en la educación.

3.1.3. Definición de escenarios e interacciones

Consiste en la identificación de los requerimientos del sistema de acuerdo a la información recolectada. Definiendo así, cuáles serían las acciones que el usuario puede ejecutar dentro de cada uno de los escenarios, los cuales están conformados por cuatro paneles: el frontal, posterior, derecho e izquierdo.

3.1.4. Definir la información de cada Panel

Cada uno de los escenarios va a contar con cuatro paneles, por eso es importante especificar en qué orden se pretende mostrar la información. Para mejorar la experiencia del usuario es oportuno que la información o definición que tenga mayor relevancia en cada uno de los escenarios sea descrito en el panel frontal, ya que el usuario desde el inicio de la aplicación se encuentra observándolo fijamente, los contenidos que puedan ser agregados en los otros paneles puede variar según la comodidad o necesidad del mismo.

3.1.5. Creación de objetos, textos, audios y animaciones

En este paso se implementan las actividades con las que interactúa el usuario final, en este caso un estudiante. Haciendo uso de las definiciones recolectadas en la sección 3.1.1. Identificar y recopilar información, se deben desarrollar cada uno de los textos con las definiciones seleccionadas, y a la vez un audio para cada uno de los textos, permitiendo

la comunicación oral, mejorando así la percepción y la lectura del usuario mientras se encuentre inmerso en la aplicación. Por último, se debe crear cada uno de los objetos y sus respectivas animaciones, que dará como resultado la interacción del estudiante con cada uno de las acciones definidas en la sección 3.1.3. Definición de escenarios e interacciones.

3.1.6. Integración de componentes

Consiste en la asignación de cada uno de los objetos creados a su respectivo panel, además de agregar a cada botón el comportamiento o la acción que debe ejecutar mediante la creación de un script, para que el usuario pueda interactuar con el entorno que lo rodea oprimiendo un botón y girando el cuello en dirección a los otros paneles. En el caso de tener que implementar un cambio con el propósito de mejorar la navegabilidad o usabilidad de la aplicación, se hace necesario volver a la sección 3.1.4. Definir la información de cada Panel.

3.1.7. Integración de la aplicación a un LMS

Este paso requiere la búsqueda de una estrategia para lograr que la aplicación desarrollada con el fin de simular un laboratorio se encuentre al alcance a los estudiantes, haciendo uso de un Sistema de gestión de aprendizaje (LMS), el cual permite asignar y distribuir actividades para la formación no presencial en instituciones.

4. Implementación del método propuesto en la creación de material educativo

A continuación, se presenta la aplicación del método propuesto en la sección 3.1. Método propuesto, para crear material educativo con Realidad Virtual y el método propuesto para crear material educativo de tipo texto apoyado en RA (Cañas Sandra, 2019, p. 45) en el desarrollo de cada una de las aplicaciones.

4.1. Aplicación del método propuesto para la creación de material educativo con Realidad Virtual

4.1.1. Identificar y recopilar de información

La unidad 4, Obtención de requerimientos de la asignatura de Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software de la Universidad de Pamplona, es la unidad de trabajo seleccionada para el desarrollo de material educativo con RA y RV. Debido a la importancia de la obtención de requerimientos en el proceso de software se tomó la decisión de utilizar los contenidos de esta área como información de soporte para el alcance de la aplicación. Particularmente, se identificaron conceptos relacionados con actividades para el desarrollo del Diagrama de casos de uso (Modelo funcional) de un sistema:

- Identificación de los actores
- Identificación de escenarios
- Identificación de casos de uso
- Identificación de las relaciones entre actores y casos de uso

De acuerdo a las secciones identificadas de la unidad de Obtención de requerimientos, se procede a la recopilación de definiciones que permitan la comunicación exacta de cada uno de los términos:

- **Actor:** Representa a una persona o grupo de personas que desempeñan un papel o interactúan con el software. No se limita a eso y puede ser cualquier cosa que interactúe con el software con la finalidad de cumplir un trabajo significativo, como otros sistemas externos, equipos de software u otros equipamientos. En otras palabras, los actores representan entidades externas que interactúan con el sistema. Un actor puede ser un sistema humano o uno externo.
- **Escenario:** Un escenario es una descripción puntual, enfocada e informal de una sola característica del sistema desde el punto de vista de un solo actor.
- **Caso de uso:** Representa una funcionalidad que atiende a uno o más requisitos del cliente. Como nombre, se sugiere usar un verbo en infinitivo con un complemento. Un caso de uso especifica todos los escenarios posibles para una parte de funcionalidad dada. Un caso de uso es iniciado por un actor.
- **Relaciones:** Un actor interactúa con un caso de uso y es representado por una relación. Los casos de uso también pueden relacionarse entre sí. Existen cuatro tipos de relaciones:
 - **Uso:** Es la relación con la que un actor da inicio a un caso de uso.
 - **Inclusión:** Es la continuación obligatoria de un caso de uso en otro caso de uso. Se usa con el fin de factorizar redundancias.

- Extensión: Un caso de uso extiende otro caso de uso si el caso de uso extendido puede incluir el comportamiento de la extensión bajo determinadas condiciones, es llamado en algunos casos opcional.
- Generalización: contempla un comportamiento común, abstraídos de otros casos de uso, permitiendo que se herede un comportamiento.

4.1.2. Definir herramienta de desarrollo para RV

Este proceso comprende la elección de una herramienta que facilite la integración de los contenidos plasmados en la sección 4.1.1. Identificar y recopilar información, a un ambiente de realidad virtual. En este caso se seleccionó la herramienta de Unity versión 2018.4.14f1, ya que es un motor de videojuegos multiplataforma, que está disponible como plataforma de desarrollo para Windows, Mac OS, Linux y Android.

Además, permite la creación de un Sistema de realidad virtual de inmersión total, el cual, es el sistema seleccionado para el desarrollo del proyecto, porque es la mejor opción para transmitir información multisensorial, incluyendo la capacidad de aislar casi por completo la interferencia que pudiera proveer el mundo exterior y permitir de este modo al usuario enfocarse por completo en la información que le ofrece el entorno virtual. Por eso, se deben tener en cuenta los elementos descritos en la sección 2.3.1. Elementos básicos de Realidad Virtual, para que el usuario pueda interactuar de forma correcta con la aplicación de RV que se va a desarrollar.

Unity también permite exportar proyectos a cualquier plataforma, además de contar con un *store de assets*, los cuales son elementos como animaciones, modelos y sonidos que pueden agregarse a un proyecto. Se caracteriza por su gran potencia en el desarrollo de

entorno 2D y 3D, y cuenta con una interfaz muy sencilla en la cual se pueden probar creaciones directamente en el engine, pudiendo ver los resultados conforme se van desarrollando los escenarios (Figura 3).

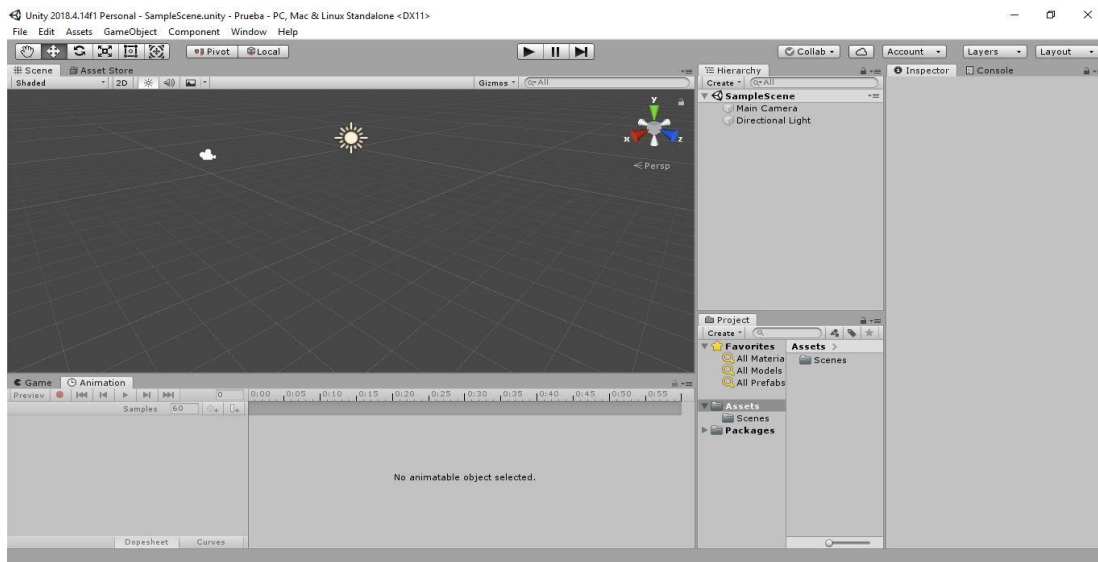


Figura 3. Unity versión 2018.4.14f1. Fuente: Elaboración propia

Además, se hace uso de la librería Google Cardboard – GoogleVR ya que ofrece diferentes entornos, escenarios, imágenes, texturas, entre otros, que servirán como material de apoyo al momento de empezar a crear la aplicación.

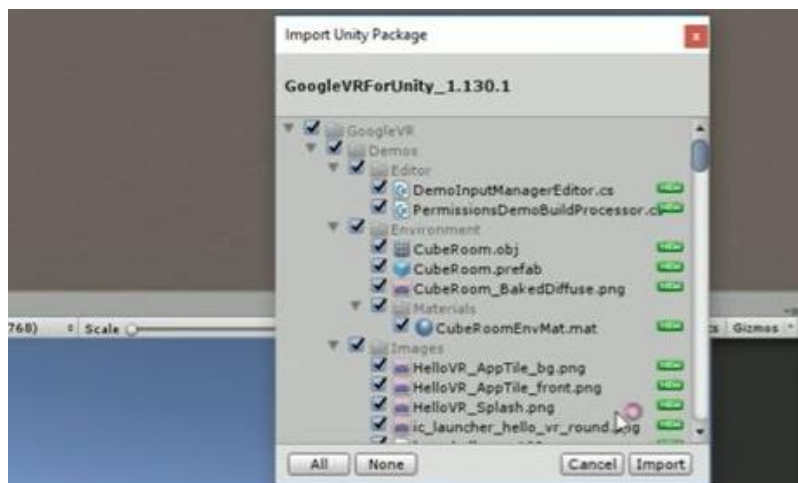


Figura 4. Importación del paquete GoogleVR. Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Definición de escenarios e interacciones

Las interacciones entre el usuario y la aplicación serán por medio de botones (mando de xbox), que al ser pulsado activará una determinada animación. El primer escenario, el cual va a contar con las definiciones de actor, caso de uso y relaciones, será manejado por un solo botón que dará inicio a una animación que presente cada una de las definiciones. El segundo y tercer escenario van a contar con botones que tendrán la función de interactuar con el sistema creado (Modelo funcional) de acuerdo al ejemplo presentado en cada uno de los escenarios. Cada una de estas interacciones pueden pertenecer a cualquiera de los cuatro paneles: frontal, posterior, izquierdo o derecho.

4.1.4. Definir la información de cada Panel

Este paso consiste en identificar una forma para que el usuario pueda acceder a la información. Además de las definiciones e información recolectada en pasos anteriores, también se debe desarrollar una guía sobre los controles que le permitirán al usuario interactuar con el sistema, cuando este se encuentre inmerso en la aplicación. De acuerdo a las necesidades del proyecto la información se organizó de la siguiente manera para cada uno de los escenarios:

- El panel frontal alberga la mayor parte de interacciones y desarrollo del laboratorio, esto se hace debido a que es el primer panel con el que el estudiante tendrá contacto visual. Este va a contar con el Diagrama de casos de uso, el cual irá apareciendo conforme se interactúe con cada uno de los botones.

- El panel izquierdo contará con una imagen guía la cual permite conocer al usuario las acciones que corresponden a cada botón, para que este pueda navegar dentro de las opciones del escenario.
- El panel derecho estará compuesto por los tipos de relaciones, teniendo como objetivo que el estudiante tenga en cuenta estas definiciones al momento de analizar el Modelo funcional que se le presente de acuerdo al ejemplo (escenario) en el que se encuentre en ese momento.

En este caso el panel posterior no va a contener información, pero es parte del diseño que se quiere tener en el desarrollo de estas aplicaciones con el fin de simular un aula de clase.

4.1.5. Creación de objetos, textos, audios y animaciones

Este paso comprende el desarrollo del material educativo que se va a encontrar en cada uno de los paneles:

- **Panel frontal:** Estará conformado por los objetos que componen el Diagrama de casos de uso (Figura 5). Además del texto guía del ejemplo que se va a tomar en cuenta para el diseño del diagrama (Figura 6).

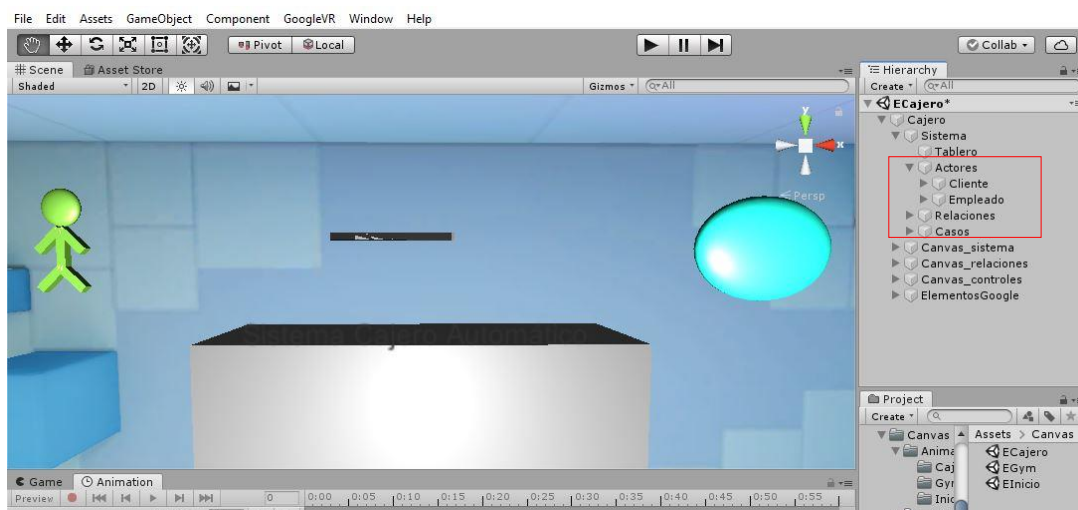


Figura 5. Panel frontal, creación de objetos del Modelo Funcional. Fuente: Elaboración propia

Tanto los objetos creados como el texto, van a pertenecer al mismo panel, pero de acuerdo a la acción que el usuario ejecute va a ser visible el texto o el diagrama.

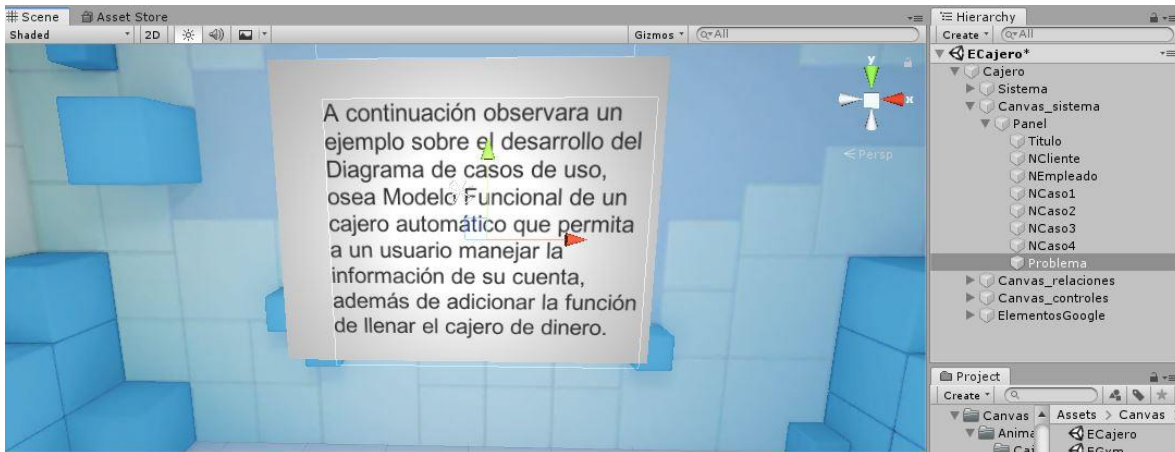


Figura 6. Panel frontal, texto problema. Fuente: Elaboración propia

- **Panel izquierdo:** Este va a contener una imagen guía que va a permitir al usuario conocer cómo puede navegar entre las opciones del aplicativo (Figura 7).



Figura 7. Panel izquierdo, controles de navegación. Fuente: Elaboración propia.

Se debe tener presente que, si se requiere insertar una imagen, texto, botón, panel, entre otros, es necesario la creación de un **Canvas**, el cual es el área donde todos los elementos de tipo UI deben estar. Al crear un elemento UI como una imagen, se crea automáticamente un Canvas de no existir uno en la escena aún, debido a que este es un espacio abstracto al cual debe pertenecer. Este es mostrado como un rectángulo en la vista de la escena. Además, el Canvas utiliza el objeto EventSystem para ayudarle al sistema de mensajes a detectar errores.

- **Panel derecho:** Este va a contar con los tipos de relaciones identificados en la sección 4.1.1. Identificar y recopilar información, teniendo la función de servir como material de apoyo en el análisis del diagrama propuesto (Figura 8).

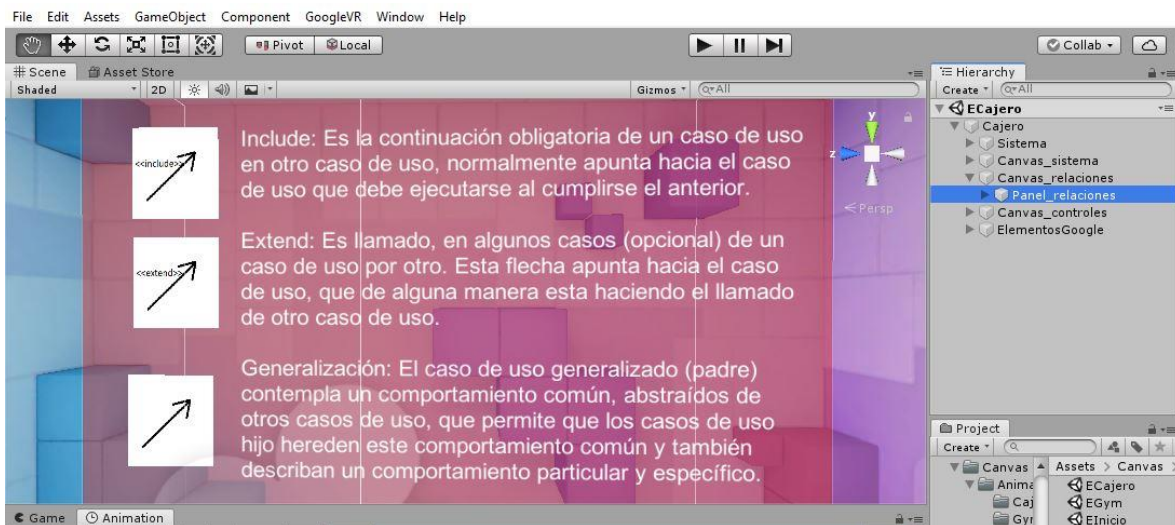


Figura 8. Panel derecho, tipos de relaciones. Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso consiste en la creación de cada uno de los audios y animaciones que serán ejecutados cuando el usuario desee interactuar con el sistema (Figura 9).

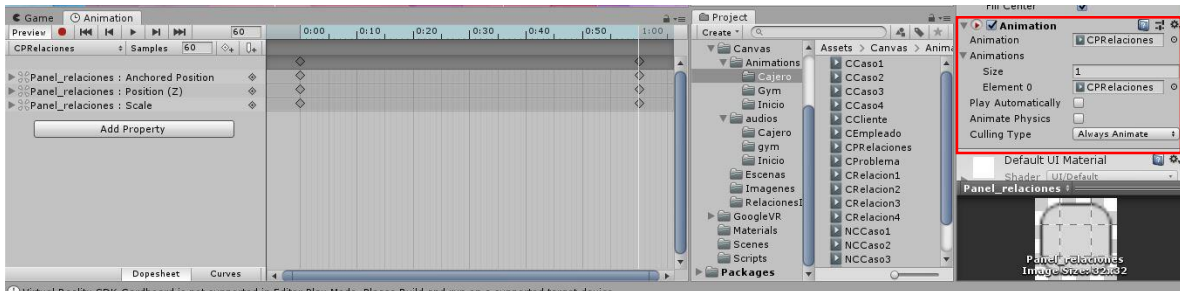


Figura 9. Creación de animaciones, usando el componente Animation. Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Integración de componentes

Este punto consiste en la asignación de cada animación a su respectivo objeto (Figura 10), además la elaboración de scripts en lenguaje C# (lenguaje de programación usado en Unity) para el reconocimiento y configuración de cada acción (Figura 11).

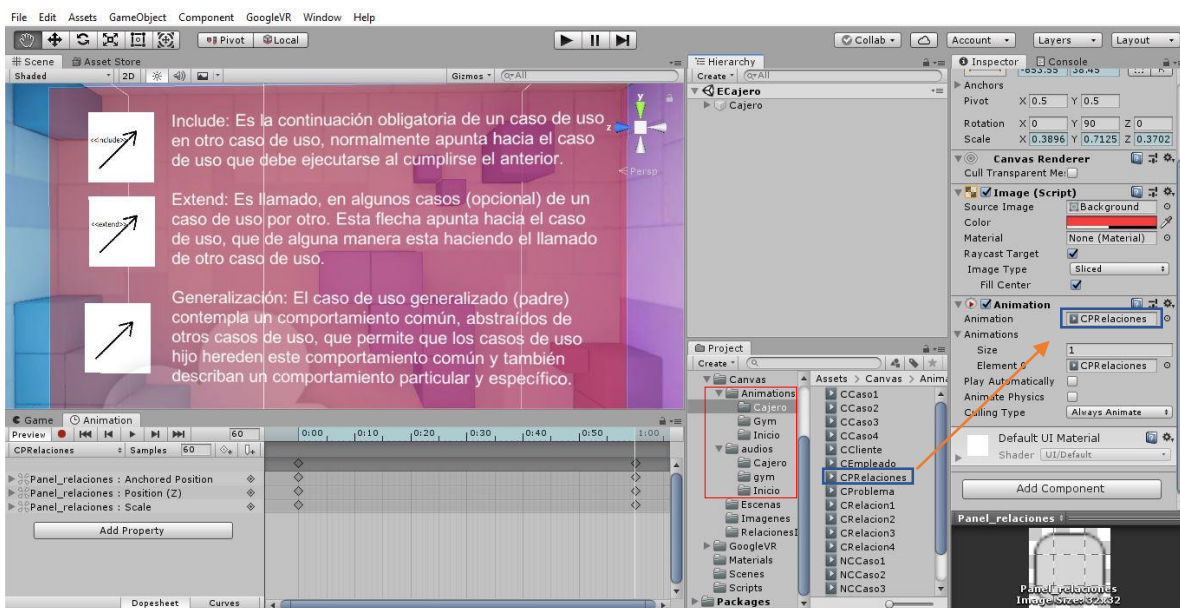


Figura 10. Asignación de animaciones. Fuente: Elaboración propia

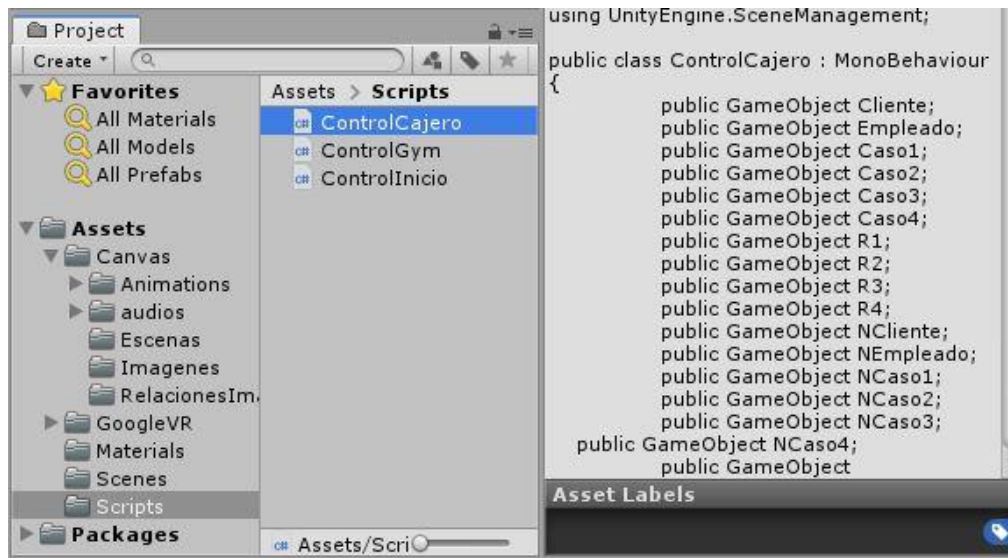


Figura 11. Creación script para el sistema de un cajero automático. Fuente: Elaboración propia.

4.1.7. Integración de la aplicación a un LMS

De acuerdo con el proyecto se debía evaluar una estrategia para incorporar esta aplicación a un LMS (plataforma de Moodle), el apk fue subido a la nube y se realizó una guía paso a paso para conocer así los procesos de instalación y usos del aplicativo, especificando cada una de los elementos que se requieren para interactuar con la app.

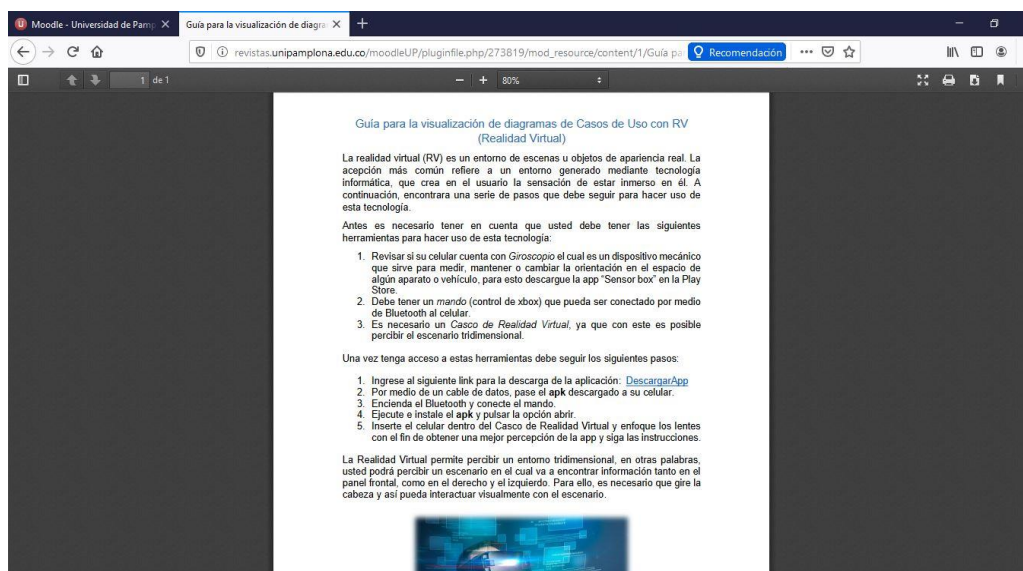


Figura 12. Guía de instalación para la aplicación con RV. Fuente: Elaboración propia.

4.2. Creación de la aplicación de Realidad Virtual

Para la creación del aplicativo es necesario tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Primero se debe ajustar la configuración del mando que se va a utilizar, para esto es necesario ir a “Edit, Project Settings, Input”. Una vez allí se deben configurar los botones como se muestra en la figura 13.

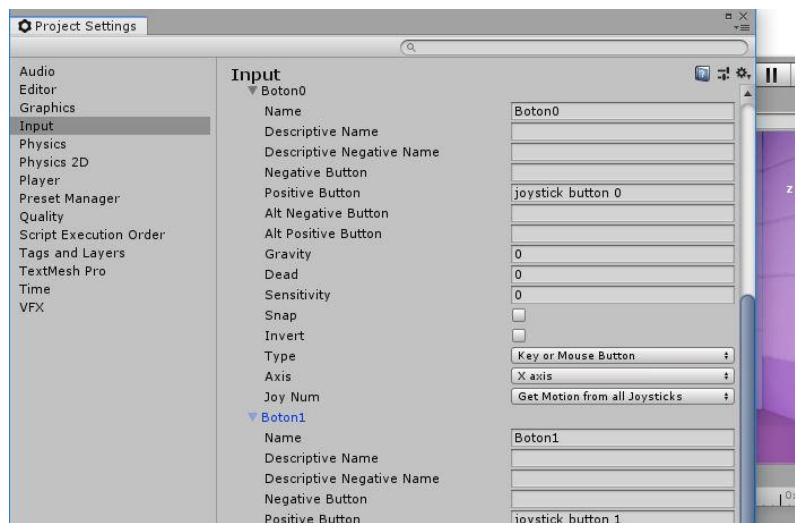


Figura 13. Configuración de los botones del mando. Fuente: Elaboración propia.

2. Cambiar propiedades del proyecto para poder usar la RV. Se debe ingresar a File, Build Settings, Player Setting, XR Settings y seleccionar Virtual Reality Supported, por último, en la opción Virtual Reality SDK's elegir Cardboard (Figura 14). Esta opción genera en la aplicación dos cámaras ligeramente separadas (con el efecto de un lente cóncavo) para lograr crear la sensación de inmersión.



Figura 14. Configuración de propiedades para realidad virtual. Fuente: Elaboración propia.

3. Elegir la plataforma en la cual va a ser instalada la aplicación, en este caso es Android, ya que la aplicación va a ser ejecutada en un Smartphone. Es importante agregar cada una de las escenas creadas en el espacio “Scenes in Build” (Figura 15).

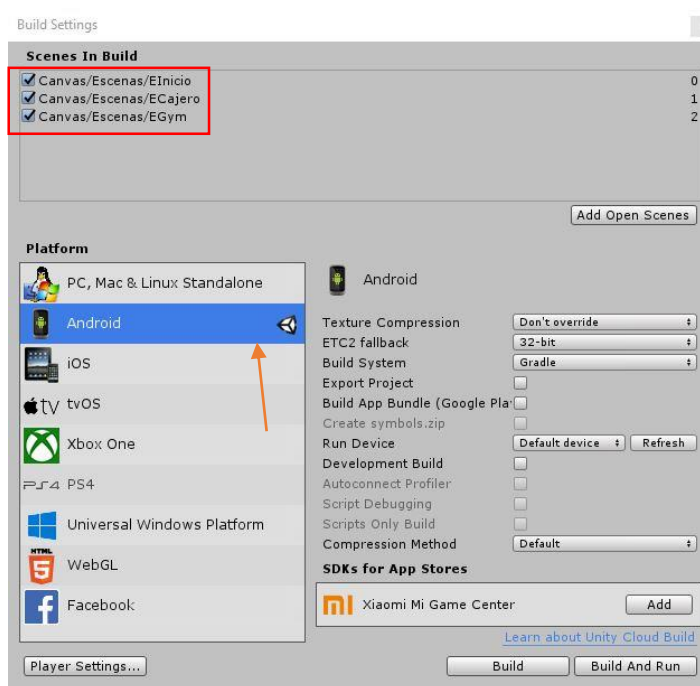


Figura 15. Selección de plataforma para el proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Antes de finalizar se deben agregar datos como nombre del producto, empresa, entre otros. Para ello se debe ingresar a File, Build Settings, Android Settings.

- En el campo Company Name se coloca el nombre de la compañía (Unipamplona).
- En el campo Product Name se asigna el nombre final de la aplicación (GoogleVR).
- En Other Settings, Package name debe ir “com.Unipamplona.GoogleVR”.
- En Minimum Api Level seleccionar Android 5.0 (API level 21).
- Por último, se ejecuta la opción Build para crear el apk.

4.3. Aplicación del método propuesto para la creación de material educativo con Realidad Aumentada

Los pasos que componen el método para crear material educativo de tipo texto apoyado en Realidad Aumentada son los siguientes:

- Identificar los alcances de la unidad
- Construir los contenidos de la unidad
- Identificar los segmentos a enriquecer a través de la realidad aumentada

Los primeros tres pasos de este método se conforman por el análisis desarrollado en la sección 4.1.1. Identificar y recopilar información, en donde se exponen los contenidos y definiciones que serán usados en el desarrollo de las aplicaciones.

4.3.1. Implementar marcador a cada segmento

Para la creación de cada marcador se hizo uso de la herramienta Vuforia Augmented Reality SDK (kit de desarrollo de software de realidad aumentada para dispositivos móviles), el cual utiliza una tecnología de visión que le permite reconocer imágenes planas

y objetos 3D. Los marcadores son imágenes que deben proporcionar buenos detalles y no debe contener patrones repetitivos (Vuforia, 2018).

a. Diseño

Un marcador debe representar el escenario que va a ser ejecutado en ese momento, para ello se seleccionaron tres imágenes que estuviesen compuestas por detalles definidos. Se tienen que excluir las figuras geométricas que puedan ser repetitivas en la imagen, por esta razón se seleccionaron los siguientes marcadores:



Figura 16. Marcador 1, definiciones del Diagrama de casos de uso. Fuente: Unipamplona (2020)



Figura 17. Marcador 2, ejemplo del cajero automático. Fuente: depositphotos (2020).



Figura 18. Marcador 3, ejemplo de administración de un gym. Fuente: 123RF (2020).

b. Implementación

Para poder añadir las imágenes elegidas a un proyecto de Unity es necesario seguir los siguientes pasos:

- Crear un usuario en la siguiente página: [Vuforia](https://developer.vuforia.com/vui/auth/register)

 A screenshot of a web browser showing the registration page for a Vuforia Developer Account. The browser's address bar shows 'developer.vuforia.com/vui/auth/register'. The page has a dark gray header with the 'vuforia engine developer portal' logo on the left and navigation links for 'Home', 'Pricing', 'Downloads', 'Library', 'Develop', 'Support', 'Log In', and 'Register' on the right. Below the header is a green banner with the text 'Register for a Vuforia Developer Account' and a subtext: 'With an account you can download development tools, get license keys, and participate in the Vuforia community.' Underneath the banner is a registration form with the following fields: 'First Name *', 'Last Name *', 'Company *', 'Select Country of Residence *' (a dropdown menu), 'Email Address *' (with a help icon), and 'Username *' (with a help icon).

Figura 19. Registro en Vuforia Engine.

- A continuación, se crea la base de datos donde serán agregadas cada imagen.

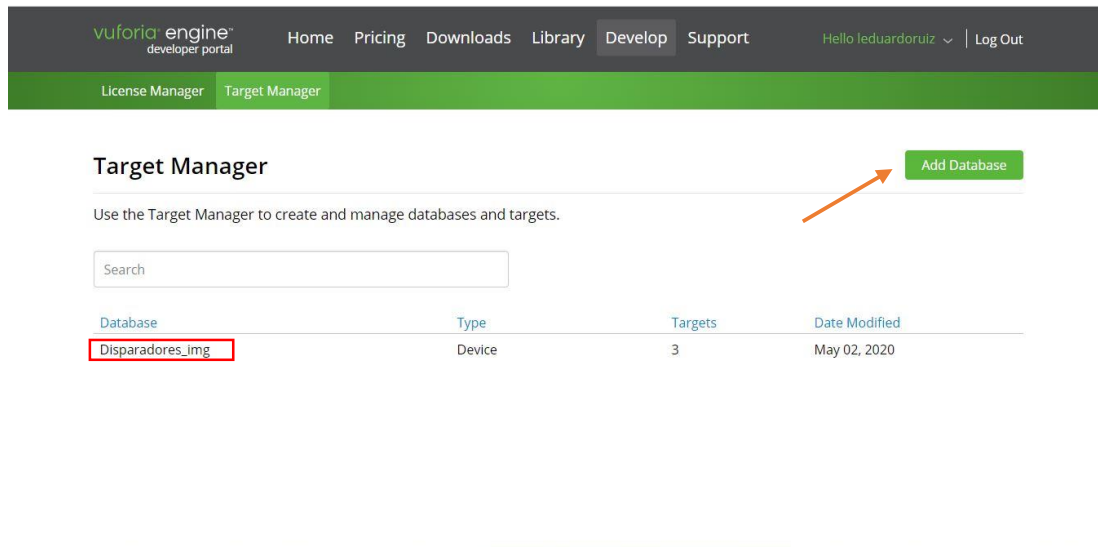


Figura 20. Creación de una base de datos en Vuforia.

- Una vez creada la base de datos se añaden cada una de las imágenes que serán transformadas en Targets, para esto se debe elegir la imagen, escoger un tamaño (que se desee tener en Unity) y un nombre que lo caracterice.

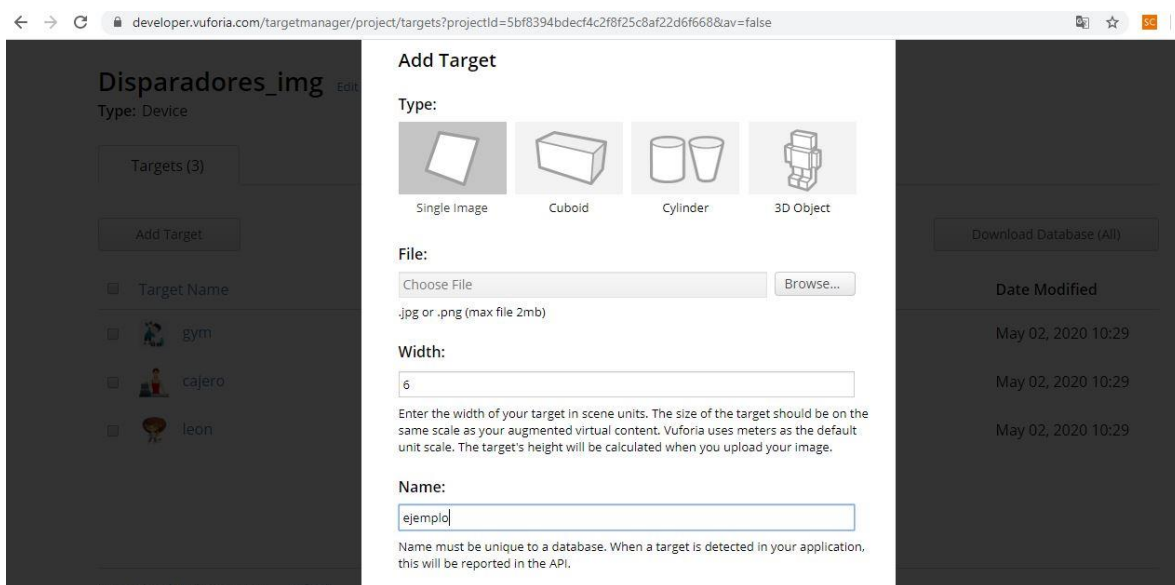


Figura 21. Adición de Targets a la base de datos.

- De acuerdo a cada imagen insertada Vuforia establece una calificación de 0 a 5 estrellas, las cuales especifican la calidad de reconocimiento de cada target.

Disparadores_img [Edit Name](#)
Type: Device

Targets (3)

[Add Target](#) [Download Database \(All\)](#)




<input type="checkbox"/> Target Name	Type	Rating ⓘ	Status ▾	Date Modified
<input type="checkbox"/>  gym	Single Image	★★★★★	Active	May 02, 2020 10:29
<input type="checkbox"/>  cajero	Single Image	★★★★☆	Active	May 02, 2020 10:29
<input type="checkbox"/>  leon	Single Image	★★★★☆	Active	May 02, 2020 10:29

Figura 22. Base de datos creada, con calificación por imagen.

c. Prueba

En este proceso se confirma que cada una de las imágenes proporciona varios puntos de reconocimiento permitiendo así su integración al proyecto de RA.



Figura 23. Puntos de reconocimiento del target gym.

4.3.2. Identificar interacciones del usuario en el segmento

El primer segmento contará con un sistema de botones que permite navegar dentro de una interfaz, la cual va a contener las definiciones de actor, casos de uso, y relaciones, dentro de este último se van a encontrar los tipos de relaciones.

Los otros dos segmentos van a contar con tres botones, uno que permita ver el enunciado del problema planteado, el segundo y el tercer botón se encargaran de la interacción del usuario con el Diagrama de casos de uso propuesto.

4.3.3. Construcción del guion de cada interacción, diseño de cada interacción del segmento y objetos a integrar en la interacción

Este proceso se lleva a cabo de manera similar a la de la sección 4.1.5. Creación de objetos, textos, audios y animaciones, pero con algunos pequeños ajustes de espacio y tamaño, ya que este debe corresponder al tamaño del Target que se inserta. Los guiones y las animaciones tienen la misma dinámica. Los objetos son creados en la misma dirección del Target debido a que la aplicación será activada al enfocar una imagen de una pantalla de computador (Figura 24).

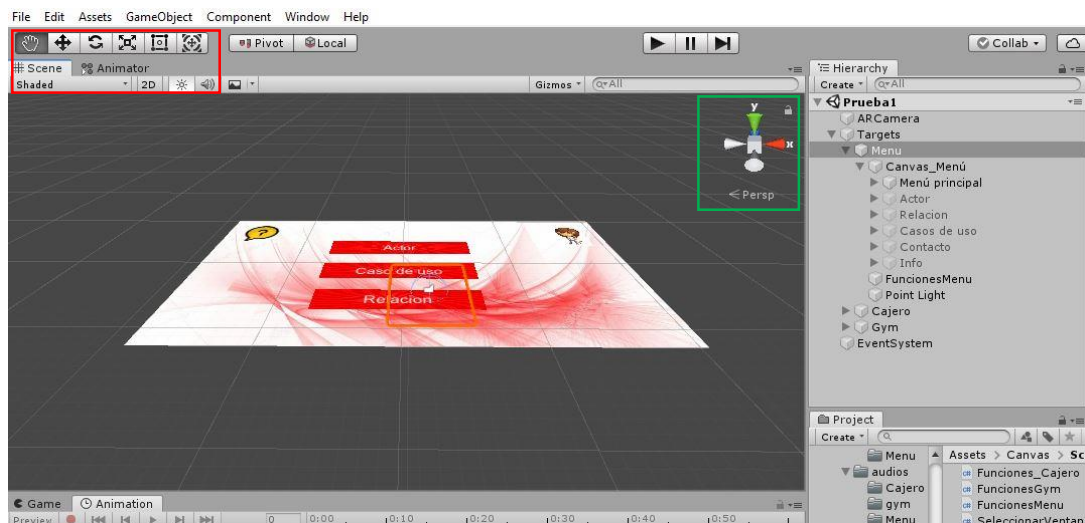


Figura 24. Diseño del primer segmento. Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la Figura 24, para la manipulación de los elementos 2D solo es necesario hacer uso de las herramientas de movimiento.

4.3.4. Implementar cada interacción

Este paso consiste en la integración de cada uno de los componentes creados. Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los elementos de tipo UI (textos, imágenes, botones) deben pertenecer a un Canvas, al igual que cada uno de los objetos creados, si esto no se cumple no existirá ningún tipo de jerarquía o dependencia, teniendo como consecuencia que el elemento no aparezca al ejecutar la aplicación de realidad aumentada.
- Cada animación creada debe ser asignada, tanto a un objeto 3D como a los textos y paneles.
- Los archivos de audio cargados al proyecto deben ser de tipo mp3 porque es de los pocos formatos soportados por Unity.

Teniendo en cuenta lo anterior se obtiene como resultado el sistema esperado, como se muestra en las Figuras 25 y 26.

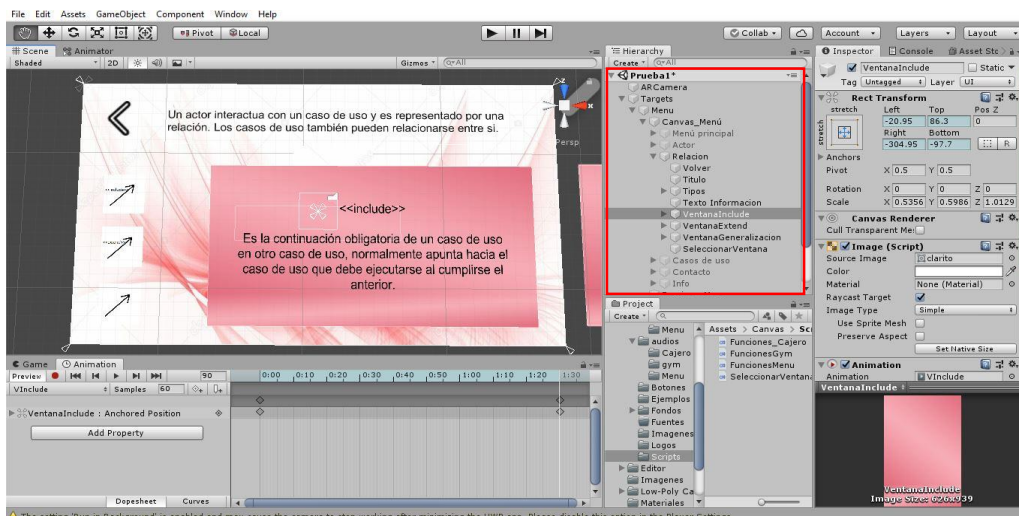


Figura 25. Jerarquía del primer segmento, panel relaciones. Fuente: Elaboración propia.

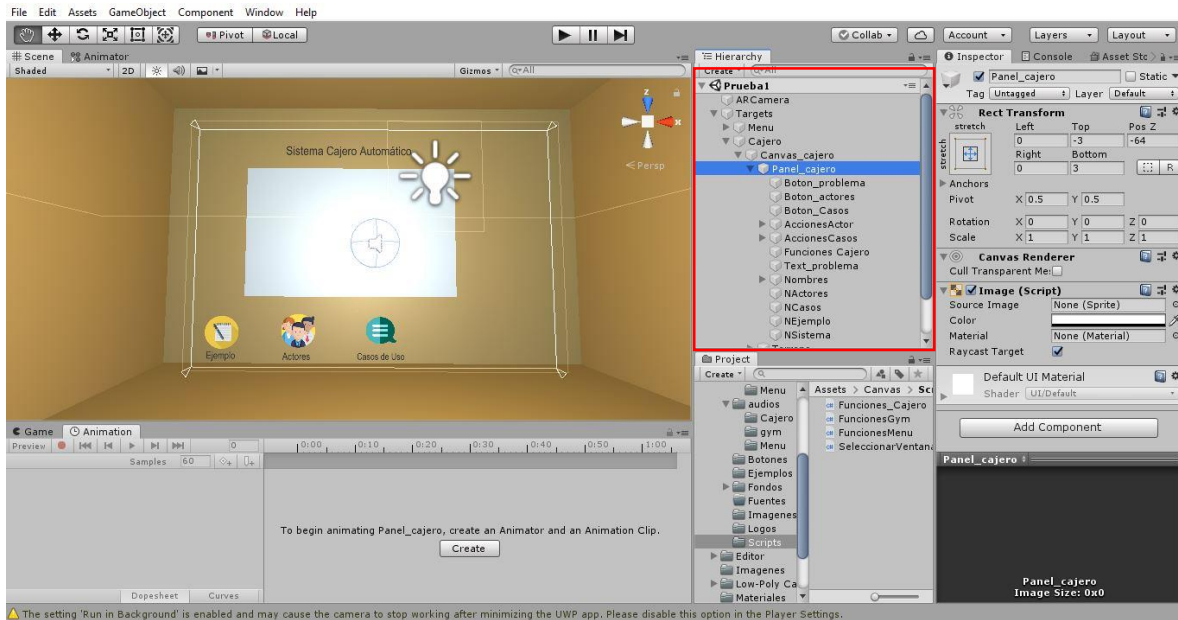


Figura 26. Jerarquía segundo segmento, ejemplo cajero automático. Fuente: Elaboración propia.

4.3.5. Integrar la interacción a la unidad.

Luego se debe crear la dependencia entre los objetos creados y los targets creados en la sección 4.3.1., primero se debe generar una licencia para el uso de la ARCamara.

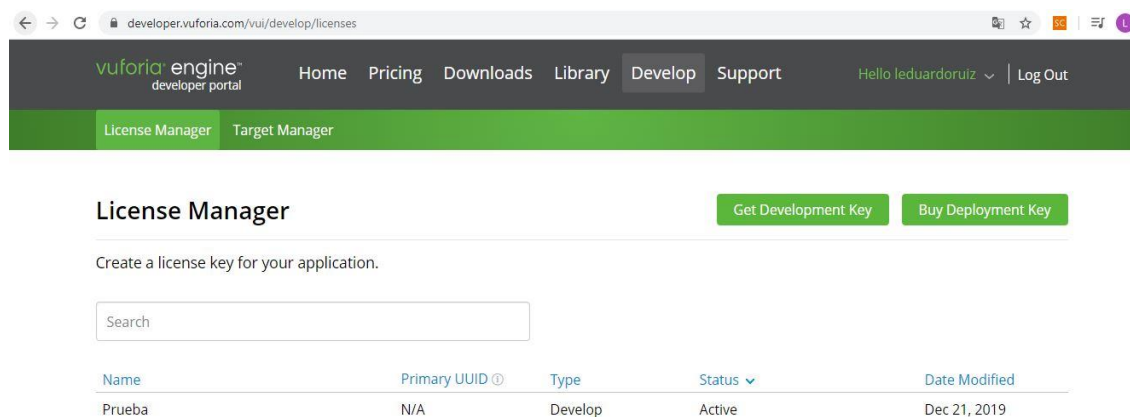


Figura 27. Creación de la licencia para la ARCamara.

Para Para adquirirla, se accede a la página de Vuforia, y al lado de la opción de crear una base de datos se encuentra la licencia (Figura 27). Luego, para hacer uso de los servicios de Vuforia se debe acceder a File, Build Settings, Player Settings, y en la venta XR Settings elegir la opción Vuforia Augmented Reality como se muestra en la Figura 28.

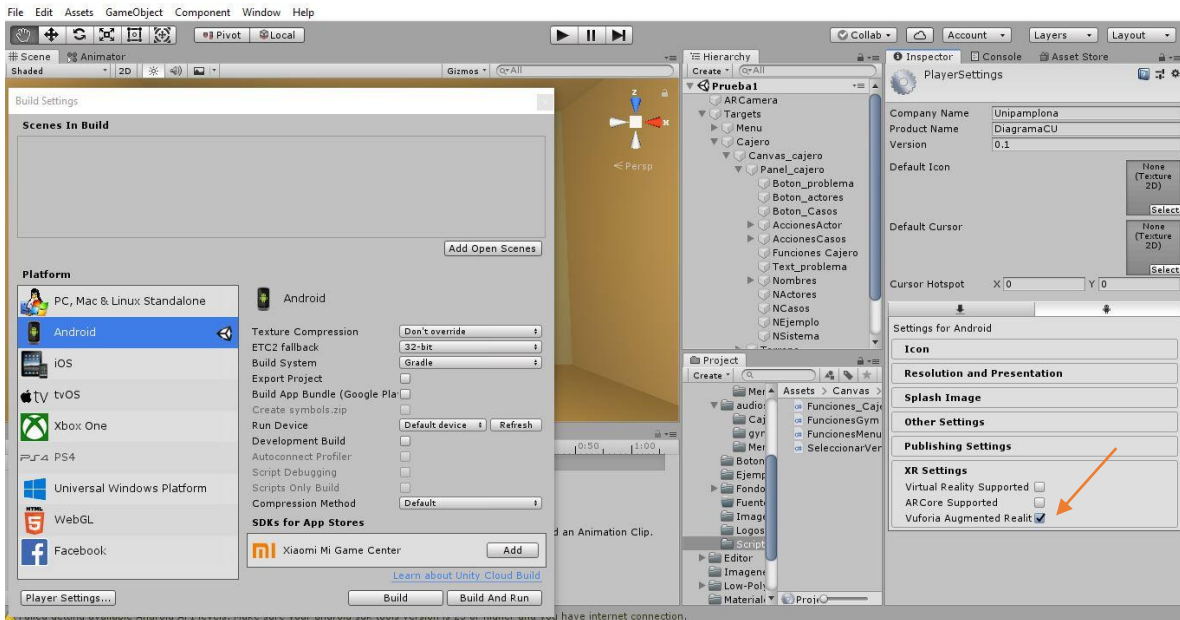


Figura 28. Activación del paquete de VuforiaRA. Fuente: Elaboración propia.

Esta opción habilitará la opción Vuforia Engine, permitiendo así la creación de la ARCamera, la cual está compuesta por un sistema de reconocimiento de puntos, que va a tener la función de ejecutar la aplicación de acuerdo a la información que pertenezca a cada Target. Además, esta herramienta es la que va a permitir insertar las imágenes que pertenecen a la base de datos creada anteriormente.

Para que los Marcadores se inserten al proyecto es necesario descargar el Database, elegir la opción Unity Editor (Figura 29), y una vez descargado solo es darle doble clic para que este se importe al proyecto (Figura 30).

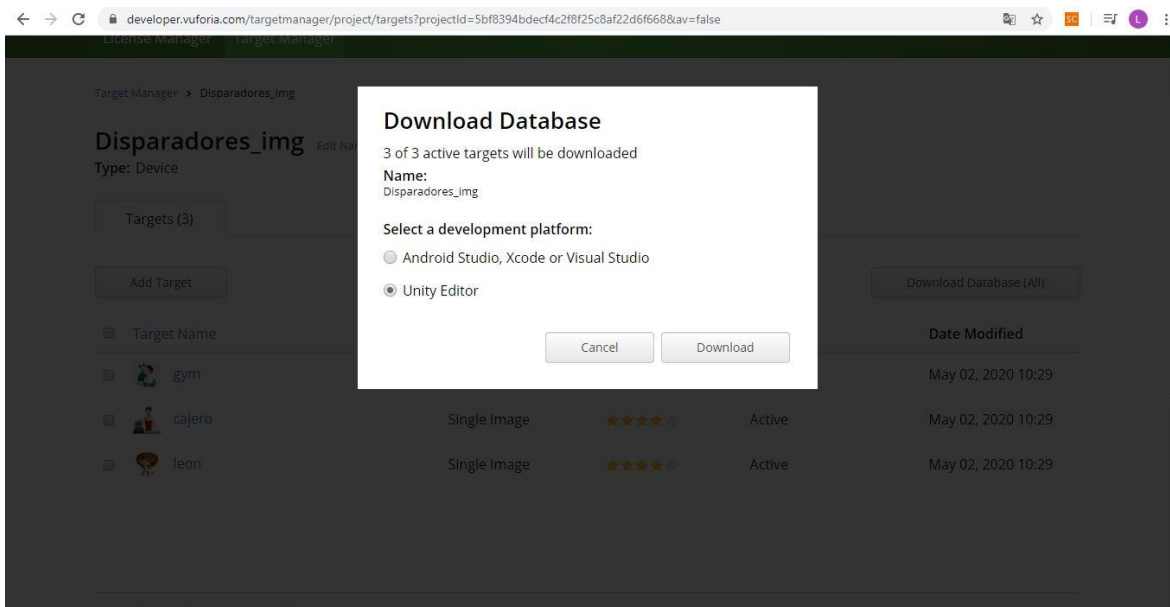


Figura 29. Descarga de la base de datos de Vuforia.

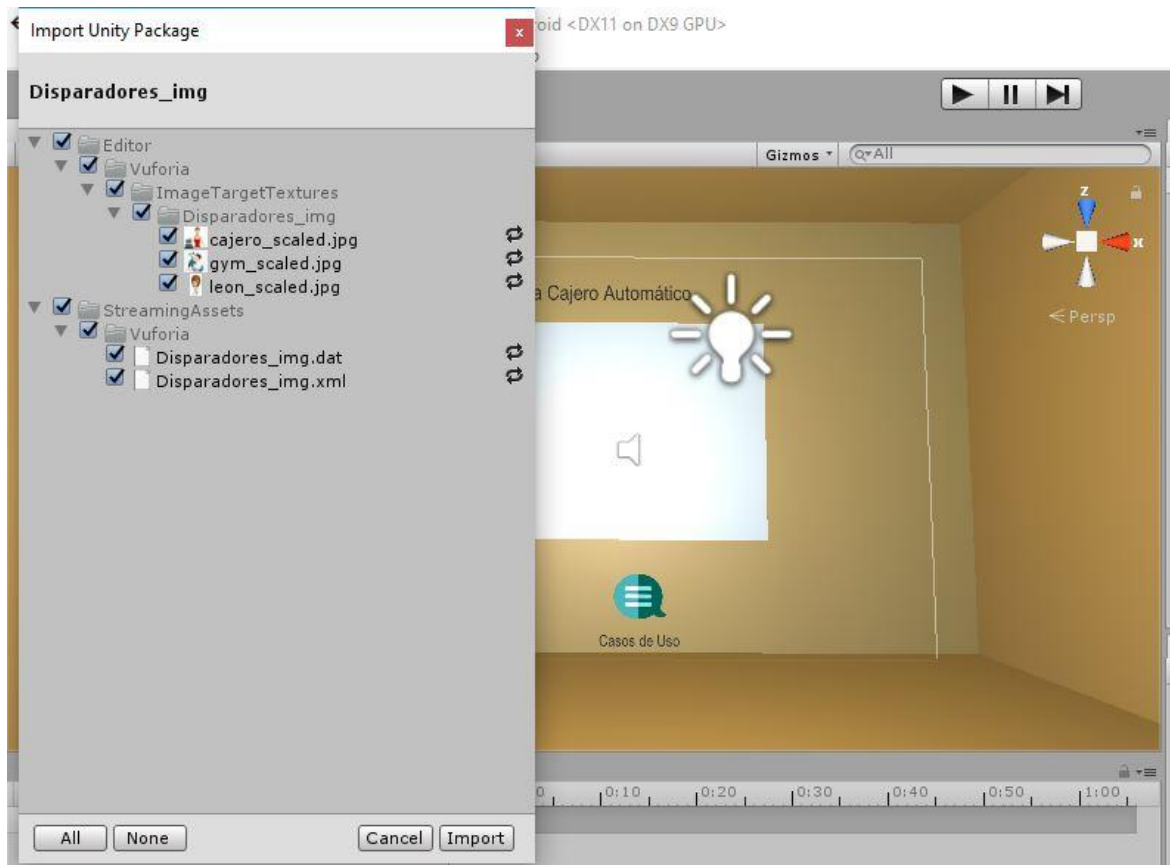


Figura 30. Importación de la base de datos Disparadores_img. Fuente: Elaboración propia.

Una vez se encuentre la base de datos importada en el proyecto, se debe crear la dependencia de cada uno de los objetos a su respectivo Marcador (Figura 31).

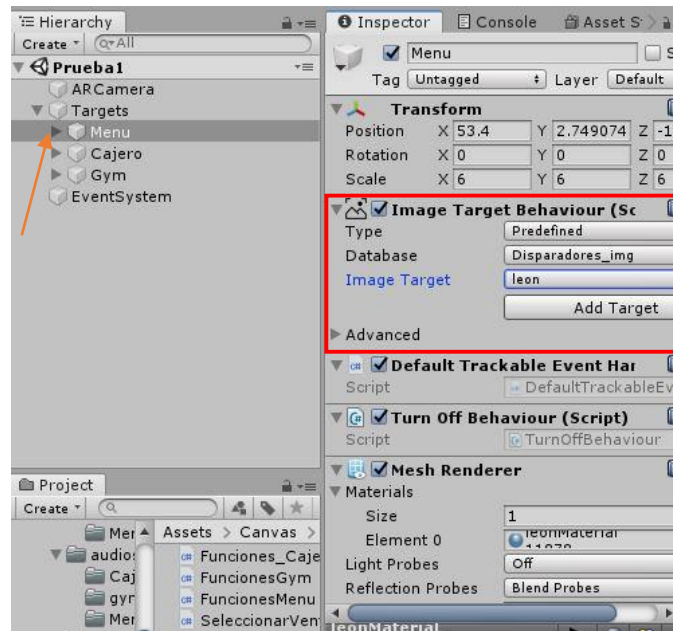


Figura 31. Asignación de marcadores. Fuente: Elaboración propia.

Por último, para que se pueda hacer uso de la ARCamera es necesario agregar la licencia creada en Vuforia Engine. Para esto se debe acceder a ARCamera, Open Vuforia Engine Configuration, y agregar en la casilla App License Key (Figura 32).

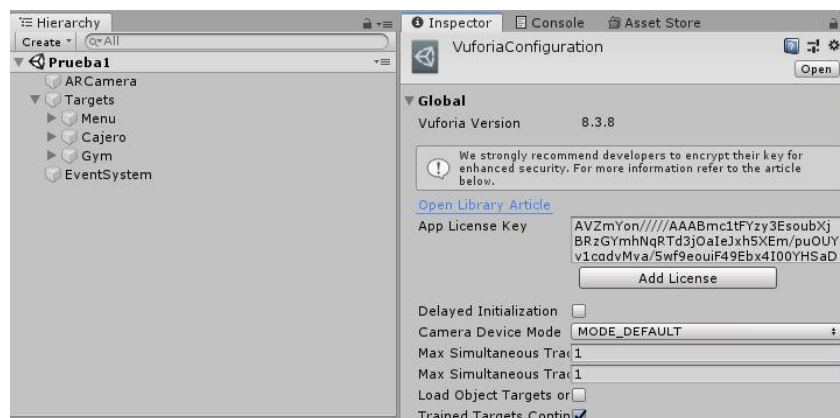


Figura 32. Asignación licencia Vuforia Engine. Fuente: Elaboración propia.

4.4. Creación e instalación de la aplicación de Realidad Aumentada

4.4.1. Creación del apk

Para que el proyecto pueda ser compilado se debe agregar datos como nombre del producto, empresa, ext. Para ello se debe ingresar a File, Build Setings, Android Settings.

- En el campo Company Name se coloca el nombre de la compañía (Unipamplona).
- En el campo Product Name se asigna el nombre final de la aplicación (DiagramaCU).
- En Other Settings, Package name debe ir “com.Unipamplona.DiagramaCU”.
- Por último, se ejecuta la opción Build para crear el apk.

4.4.2. Instalación del apk

De acuerdo con el proyecto se debía evaluar una estrategia para incorporar esta aplicación a un LMS (plataforma de Moodle), el apk fue subido a la nube y se realizó una guía paso a paso para conocer así los procesos de instalación y usos del aplicativo, especificando cada una de los elementos que se requieren para interactuar la app de RA (Figura 33).

Este proceso se llevó a cabo, tanto para la aplicación con realidad virtual, como para la aplicación de realidad aumentada, con el objetivo de que los estudiantes puedan acceder a estas herramientas de apoyo pedagógico. Como se puede ver en la Figura 34, ambas aplicaciones se pueden descargar a través del curso de Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software en Moodle (plataforma LMS).

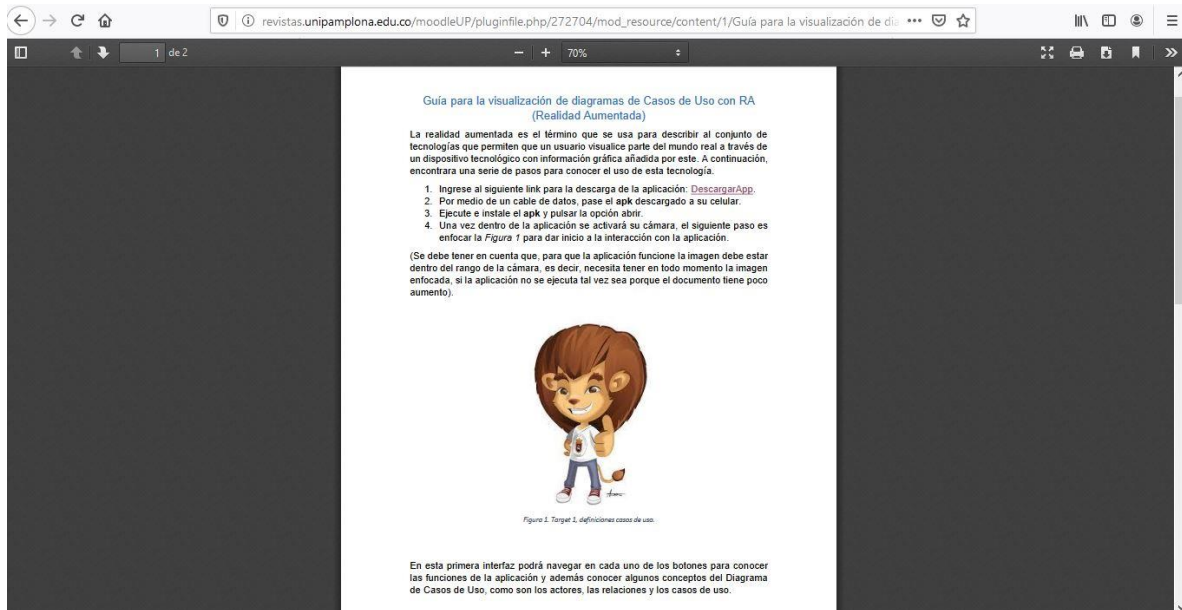


Figura 33. Guía de instalación para la aplicación con RA. Fuente: Elaboración propia

2

Unidad II. Obtención de Requerimientos - Cambiar

En esta unidad conocerá fundamentos de los requerimientos, tipos de requerimientos, actividades de requerimientos y modelamiento de requerimientos.

- Fundamentos de los requerimientos
- Tipos de requerimientos
- Actividades para la obtención de requerimientos
- Modelamiento de Requerimientos

3

Unidad III. Análisis - Cambiar

En esta sección conocerá fundamentos de análisis, y el modelo de análisis conformado por el modelo funcional, de clases y objetos y el dinámico.

- Fundamentos y modelo de análisis
- Modelo Funcional con RA
- Modelo Funcional con RV
- Modelo dinámico
- Modelo de clases y objetos

Figura 34. Incorporación de aplicaciones RA y RV a un LMS. Fuente: Elaboración propia.

5. Experimento y análisis de resultados

Para validar el impacto del material educativo desarrollado con Realidad Aumentada y Realidad Virtual, se desarrolló una herramienta de diagnóstico que permitió establecer un comparativo entre el uso de cada una de las aplicaciones. Se tomaron en cuenta cinco variables emocionales para conocer cómo se siente el estudiante con respecto al uso de cada una de estas tecnologías, además de tener en cuenta cuál es su opinión sobre características propias de la aplicación como usabilidad y navegabilidad.

5.1. Variables evaluadas

Primero se tienen en cuenta algunas variables afectivas con el fin de establecer el alcance de la implementación de la RA y RV en la simulación del laboratorio de Obtención de Requerimientos.

- El *interés* que es un sentimiento o emoción que hace que la atención se centre en una actividad, permitiendo conocer que tan atraído se siente el estudiante al usar esta tecnología.
- El *compromiso* que consta de los procesos de atención y concentración en conjunto y adicionalmente mide que tan inmerso se encuentra un usuario en una actividad.
- El *estrés* que es el estado de cansancio mental provocado por la exigencia de un rendimiento; suele provocar diversos trastornos físicos y mentales. Esta emoción permite conocer si la implementación de RA y RV facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior.
- La *relajación* la cual permite conocer que tan cómodo o tranquilo se encuentra el usuario al hacer uso de las aplicaciones.

- La *excitación* que mide el nivel de entusiasmo del estudiante durante la interacción con el material educativo.

Luego se tiene en cuenta la opinión del estudiante sobre la usabilidad y navegabilidad de cada una de las aplicaciones, y así definir cuál consideran que es la herramienta con la que se puede interactuar más fácilmente.

- La *usabilidad* se refiere a lo eficiente y efectiva que logre ser una aplicación. Esto significa que el usuario obtenga lo que busca de una manera sencilla, esta variable permite conocer que tan efectiva es la implementación de estas tecnologías.
- La *navegabilidad* hace referencia a la facilidad con que un usuario puede moverse dentro de la aplicación, teniendo en cuenta que esta debe contener la información suficiente para que el usuario pueda desplazarse en la app sin complicaciones.

Por último, se sugieren unas preguntas para conocer la percepción del estudiante sobre este tipo de tecnología y que diferencias observó entre el material educativo desarrollado con RA y RV.

5.2. Metodología

Para dar inicio al experimento en cada uno de los casos, se le explico al estudiante como podía interactuar con la aplicación de realidad aumentada. Cuando este comprenda que la ejecución de la aplicación de RA requiere que la cámara del móvil este en todo momento enfocando el Target (los pasos se desarrollan de acuerdo a la Guía de Visualización de Diagramas de Casos de Uso con RA), él puede empezar a navegar dentro la aplicación.

Una vez explore cada uno de los escenarios de los que se compone la aplicación de Realidad Aumentada, se procede a indicar cuales son las herramientas necesarias para la ejecución de la aplicación de Realidad Virtual.

Cuando el estudiante tenga claro que el visor de realidad virtual y el mando le van a permitir interactuar con el entorno, se da inicio al proceso de inmersión. La información que contienen las aplicaciones son muy similares, ya que el objetivo del estudio es definir cuál de las dos herramientas logra ser más efectiva al momento de simular un laboratorio teórico-práctico, además de definir cuál mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para finalizar se le presenta al estudiante una serie de preguntas sobre cómo se sintió durante el experimento. De acuerdo a los resultados obtenidos se podrá validar el nivel de aceptación del material educativo con realidad aumentada y realidad virtual sobre una muestra de estudiantes de la asignatura. Además de establecer un comparativo entre la implementación de las aplicaciones de RA y RV en la educación superior.

5.3. Resultados

La herramienta de diagnóstico fue aplicada sobre una muestra del curso de Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software, por lo tanto, los datos que se enuncian a continuación corresponden al análisis desarrollado de acuerdo al punto de vista de un total de tres estudiantes que fueron seleccionados para realizar el experimento.

El primer análisis se realiza sobre las variables emocionales: interés, compromiso, estrés, relajación y excitación. Cada una de estas puede obtener una clasificación como la siguiente: Muy bueno, Bueno, Regular, Malo y Muy malo. El estrés se clasifica de la

siguiente manera: Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto, siendo en este caso la mejor opción “Muy bajo”, lo que indicaría que el estudiante se sintió cómodo durante la práctica.

	Interés	Compromiso	Estrés	Relajación	Excitación
App RA	84%	84%	25%	84%	67%
App RV	100%	92%	8%	92%	84%

Tabla 5. Resultados porcentuales de las variables emotivas. Fuente: Elaboración propia.

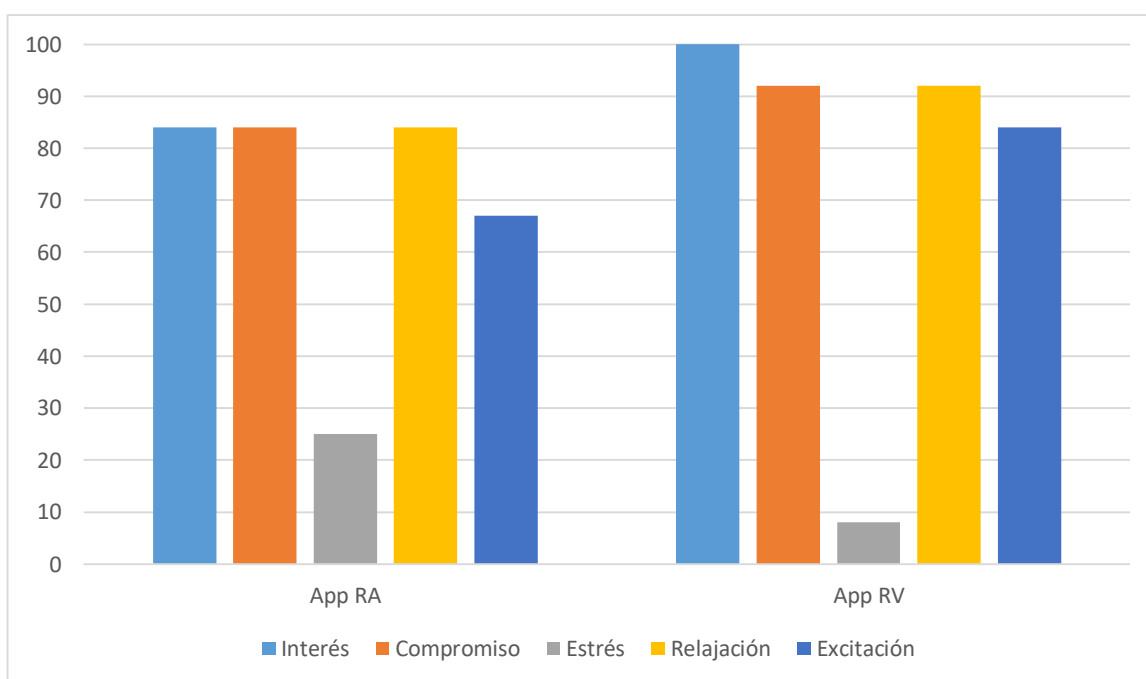


Figura 35. Gráfico de resultados sobre las variables emotivas. Fuente: Elaboración propia.

Los porcentajes de la Tabla 5 se calcularon de acuerdo a los porcentajes que fueron asignados a cada clasificación de la siguiente manera: Muy bueno = 100%, Bueno = 75%, Regular = 50%, Malo = 25% y Muy malo = 0%. De igual forma para la variable del estrés se tuvieron en cuenta los siguientes porcentajes: Muy bajo = 0%, Bajo = 25%, Medio = 50%, Alto = 75%, Muy alto = 100%.

Según los datos plasmados en la Figura 35 se pueden realizar las siguientes afirmaciones:

- Considerando que el interés es el grado de atracción o rechazo a la actividad que el estudiante realizó, se puede decir que el material educativo desarrollado con realidad virtual genera en los estudiantes mayor atracción.
- Considerando que el compromiso requiere los procesos de atención y concentración en conjunto y adicionalmente mide que tan inmerso se encuentra en un proceso, se puede considerar que la aplicación de realidad aumentada logró en el estudiante una mayor concentración, parte de esto debido a que se encuentra totalmente aislado del mundo real.
- Considerando que el estrés mide el grado de comodidad que el estudiante presentó durante la actividad, se obtuvo un resultado bajo, lo que indica que los estudiantes se sintieron cómodos durante su interacción con los aplicativos, pero claramente la aplicación de RA generó un nivel mayor de estrés que la aplicación de RV.
- Considerando que la relajación es la capacidad que tiene el cerebro de alcanzar un estado tranquilo, se logró percibir que los estudiantes tienen sentimientos similares de tranquilidad, entendiendo de esta manera que el material educativo presentado no resulta ser complejo.
- Considerando que la excitación es el grado de entusiasmo emocional y de alerta que se presenta mental y físicamente, se produjo mayor entusiasmo en la interacción con el aplicativo de realidad virtual, esto se debe a que el estudiante se siente totalmente inmerso en los escenarios.

Luego se realiza el análisis de la percepción de los estudiantes sobre las características del software en la interacción con cada una de las aplicaciones.

	Usabilidad	Navegabilidad
Aplicación de RA	100%	92%
Aplicación de RV	92%	92%

Tabla 6. Resultados porcentuales sobre las características del software.

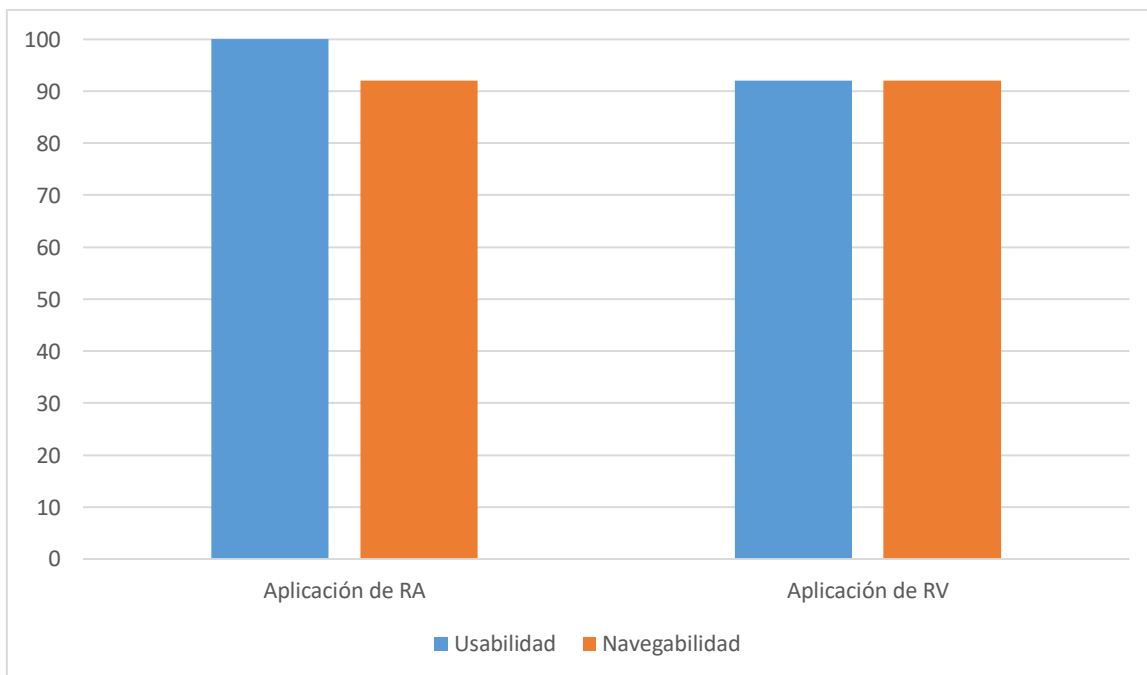


Figura 36. Gráfica de resultados sobre las características del software. Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los resultados mostrados en la tabla 6 es el siguiente:

- El término usabilidad es la cualidad de un sistema que indica con cuánta facilidad y rapidez pueden interactuar los usuarios con dicho sistema, de acuerdo a los resultados obtenidos los estudiantes no presentan dificultades en la interacción con el sistema, por lo tanto, comprenden la función de las aplicaciones en la simulación

de un laboratorio teórico-práctico de la asignatura. Aunque la diferencia no es mucha, a los estudiantes se les facilita más la interacción con la RA.

- La navegabilidad es la facilidad con la que un usuario puede desplazarse por todo el contenido de una aplicación, permitiéndole comprender el uso correcto de la misma, según los resultados, ambas aplicaciones contienen información suficiente para que el usuario conozca su posición en la aplicación y pueda obtener la información que busca.

También se realizaron preguntas generales para conocer qué tan informado se encuentra el estudiante sobre el uso y aplicación de la Realidad Aumentada y Realidad Virtual. De acuerdo a estas, el 66% de los estudiantes se encontraban informados sobre este tipo de tecnologías emergentes, y algunas de sus aplicaciones en la industria. En general, los estudiantes opinan que la integración de la RA y RV en la educación tiene un nivel de dificultad medio, debido a que los estudiantes que no se encuentran informados sobre la existencia y uso de estas herramientas, se les puede dificultar su familiarización con nuevos dispositivos. Pero esto no quiere decir que su incorporación en la educación sea una mala idea, ya que la muestra de estudiantes evaluada estuvo de acuerdo en que el desarrollado del experimento podría incidir positivamente en su educación, ya que logra ser un material de apoyo. Por último, se pidió al estudiante explicar con sus palabras que diferencias existen entre la RA y RV, según lo observado y explicado por cada estudiante se puede afirmar que se comprendió el uso y aplicación de estas herramientas, destacando ideas como: que la realidad aumentada combina el mundo real con lo virtual, y que la realidad virtual crea la sensación de estar inmerso en un escenario virtual.

6. Conclusiones

- De acuerdo a la investigación realizada, se puede afirmar que la incorporación de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual en el desarrollo de material educativo claramente favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje en los diferentes ambientes educativos tales como: la educación primaria, secundaria, y superior.
- Se lograron implementar los métodos para la construcción de material educativo con realidad aumentada y realidad virtual, y se obtuvo como resultado dos aplicaciones que funcionan como material de apoyo para el diseño del Diagrama de Casos de uso (Modelo Funcional) de la asignatura de Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software.
- De acuerdo a los resultados obtenidos sobre las características del software: usabilidad y navegabilidad, se concluye que ambas aplicaciones cuentan con una interfaz sencilla y con la información suficiente para que su uso se encuentre involucrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante.
- El análisis desarrollado mediante la aplicación de la herramienta de diagnóstico sobre las variables afectivas, permite deducir que la aplicación de Realidad Virtual provoca en los estudiantes mayor interés, compromiso, relajación, excitación y menor estrés, en comparación a la interacción con el aplicativo de Realidad Aumentada.

7. Recomendaciones y trabajos futuros

- La elección de la información que va a ser usada en la creación de material educativo, debe estar basada en el seguimiento de algún tema que tenga relevancia en la materia o que requiera de un apoyo pedagógico, para lograr que los usos de estas herramientas contribuyan al proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Unity resulta ser una de las plataformas más usadas para el desarrollo de videojuegos, es un motor multiplataforma y tiene una interfaz sencilla de trabajar, por eso es una herramienta que puede ser seleccionada para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada y Realidad Virtual.
- La idea de desarrollar laboratorios teóricos-prácticos acompañados de esta tecnología, va a permitir el desarrollo normal de un periodo estudiantil, sin importar la situación que limite el acceso a las aulas de clase, por ello los maestros poco a poco se deben ver influenciados por la búsqueda de un método apoyado en el progreso tecnológico. De este modo se espera que esta investigación funcione como base para una futura implementación de la RA y RV en la educación superior.

8. Bibliografía

123RF. (2020). *Niño en gym*. Obtenido de

https://es.123rf.com/photo_61808937_ni%C3%B1o-de-la-botella-de-peso-del-hombre-de-dibujos-animados-de-elevaci%C3%B3n-ic%C3%B3n-de-estilo-de-vida-de-fitness-.html

AETecno. (2016). *Realidad Virtual*. Obtenido de

<https://tecno.americaeconomia.com/articulos/playstation-vr-el-equipo-de-realidad-virtual-de-sony-llegara-este-ano-us399>

Alptekin, M. T. (2020). Gamification in an Augmented Reality Based Virtual Preparation

Laboratory Training. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 916, pp. 567-578.

BBC. (2016). *Qué es la realidad aumentada, cómo se diferencia de la virtual y por qué*

Apple apuesta fuertemente a ella. Obtenido de

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-37678017>

Depositphotos. (2020). *Cajera*. Obtenido de [https://sp.depositphotos.com/vector-](https://sp.depositphotos.com/vector-images/cajera-de-supermercado.html)

[images/cajera-de-supermercado.html](https://sp.depositphotos.com/vector-images/cajera-de-supermercado.html)

Flores Jesús, C. P. (2014). La realidad virtual, una tecnología innovadora aplicable al

proceso de enseñanza de los estudiantes de ingeniería. *Universidad de Guadalajara*, vol. 6 (2), pp. 1-10.

- Fombona Cadavieco, J., Pascual Sevillano, M. Á., & Ferreira Amador, M. F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Revista de Medios y Educación*, 197-210.
- Garrido, M. F. (2003). Formación basada en las Tecnologías de la Información y Comunicación: Análisis didáctico del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Universitat Rovira I Virgili*, 308.
- Hanafi, A. E. (2019). Safe laboratory practices & Procedures introduced to the students through an augmented reality application. *ACM International Conference Proceeding Series*, a62.
- Ibáñez, M. U. (2020). Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. *Computers and Education*, 145,103734.
- Martínez, F. J. (2011). Presente y Futuro de la Tecnología de la Realidad Virtual. *Creatividad y Sociedad*, 39.
- McGrath, O. (2019). AR/VR strategy considerations for academic computing services. *Proceedings ACM SIGUCCS User Services Conference*, p. 15-18.
- Radianti, J. M. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*, 147,103778.
- Réné Lobo, J. G. (2014). Ambientes educativos virtuales con interacción basada en realidad aumentada usando el WIIMOTE. *Universidad Nacional de Colombia*, 13.

- Ruiz Torres, D. (2011). Realidad Aumentada, educación y museos . *Revista Científica De Comunicación Y Tecnologías Emergentes* , 9(2), 212-226. Obtenido de <https://doi.org/10.7195/ri14.v9i2.24>.
- Sáez-López, J. C.-G.-C. (2020). Augmented reality in higher education: An evaluation program in initial teacher training. *Education Sciences*, 10(2),26.
- Shannon, R., & Johannes, J. D. (1976). Systems simulation: the art and science. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 6(10). pp. 723-724.
- Unipamplona. (2020). *Recursos de imagen corporativa*. Obtenido de http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_1/recursos/corporativo/15022011/descargas_unipamplona.jsp
- Unity. (2016). *Escena*. Obtenido de <https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/CreatingScenes.html>
- Vázquez-Cano, E. (2012). Mobile Learning with Twitter to Improve Linguistic Competence at Secondary Schools . *The New educational Review*, 29(3) 134-147.
- Vuforia. (2018). *Vuforia Developer*. Obtenido de <https://library.vuforia.com/features/images/image-targets/best-practices-for-designing-and-developing-image-based-targets.html#attributes>
- Wikipedia. (2020). *Casco de realidad virtual*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Casco_de_realidad_virtual
- Wikipedia. (2020). *Realidad Virtual*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_virtual

9. Anexos

9.1. Prueba de Diagnostico

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Programa de Ingeniería de Sistemas

Encuesta sobre el uso de aplicativos RA y RV en la educación

La siguiente encuesta será usada como instrumento de diagnóstico para evaluar la percepción de una muestra de estudiantes de la asignatura de Tópicos Avanzados de Ingeniería del Software en la interacción con una aplicación RA (Realidad Aumentada) y otra RV (Realidad Virtual) diseñadas con material educativo sobre el desarrollo de Diagramas de Casos de uso.

Preguntas de control

Cuadro comparativo entre los dos aplicativos desarrollados (RA y RV), con el fin de conocer variables emocionales dentro de la muestra tomada, tal como el interés, compromiso, estrés, relajación y excitación, más dos características propias de la aplicación como son la usabilidad y la navegabilidad.

Pregunta	DiagramaCU con RA	DiagramaCU con RV
Considerando que el <i>interés</i> es el grado de atracción o rechazo a la actividad actual que usted realiza, ¿Cuál es su nivel de interés al hacer uso de los aplicativos?	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____ Muy Malo ____	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____ Muy Malo ____
Considerando que el <i>compromiso</i> requiere los procesos de atención y concentración en conjunto y adicionalmente mide que tan inmerso se encuentra usted en este proceso, ¿Cuál fue su nivel de compromiso en la interacción con los aplicativos?	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____ Muy Malo ____	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____ Muy Malo ____
Considerando que el <i>estrés</i> mide el grado de comodidad que usted presentó en esta actividad, ¿Cuál fue su nivel de estrés en la interacción con los aplicativos?	Muy bajo ____ Bajo ____ Medio ____ Alto ____ Muy alto ____	Muy bajo ____ Bajo ____ Medio ____ Alto ____ Muy alto ____
Considerando que la <i>relajación</i> es la capacidad que tiene el cerebro de alcanzar un estado tranquilo , ¿Cuál fue su nivel de relajación en la interacción con los aplicativos?	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____

	Muy Malo ____	Muy Malo ____
Considerando que la <i>excitación</i> es el grado de entusiasmo emocional y de alerta que se presenta mental y físicamente, ¿Cuál fue su nivel de excitación en la interacción con los aplicativos?	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____ Muy Malo ____	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____ Muy Malo ____
El termino <i>usabilidad</i> es una cualidad de un sistema que indica con cuanta facilidad y rapidez pueden interactuar los usuarios con dicho sistema, ¿Qué nivel de usabilidad le daría a cada una de las aplicaciones con las que interactuó?	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____ Muy Malo ____	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____ Muy Malo ____
La <i>navegabilidad</i> es la facilidad con la que un usuario puede desplazarse por todo el contenido de una aplicación, permitiéndole comprender el uso correcto de la misma, ¿Cómo calificaría la navegabilidad en cada una de las aplicaciones con las que interactuó?	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____ Muy Malo ____	Muy bueno ____ Bueno ____ Regular ____ Malo ____ Muy Malo ____

Preguntas generales

1. Previo a este experimento, ¿conocía usted la tecnología de realidad aumentada y realidad virtual? SI ____ NO ____
2. ¿Qué nivel de dificultad considera que tiene el uso de la RA y RV en la educación?
Fácil ____ Medio ____ Difícil ____
3. ¿Siente que el uso de aplicaciones con RA y RV inciden positivamente en su aprendizaje?
SI ____ NO ____
4. ¿Qué diferencias percibe entre la aplicación con realidad aumentada y realidad virtual?

9.2. Guía para la visualización de diagramas de Casos de Uso con RA (Realidad Aumentada)

La realidad aumentada es el término que se usa para describir al 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. A continuación, encontrara una serie de pasos para conocer el uso de esta tecnología.

1. Ingrese al siguiente link para la descarga de la aplicación: [DescargarApp](#).
2. Por medio de un cable de datos, pase el **apk** descargado a su celular.
3. Ejecute e instale el **apk** y pulsar la opción abrir.
4. Una vez dentro de la aplicación se activará su cámara, el siguiente paso es enfocar la *Figura 1* para dar inicio a la interacción con la aplicación.

(Se debe tener en cuenta que, para que la aplicación funcione la imagen debe estar dentro del rango de la cámara, es decir, necesita tener en todo momento la imagen enfocada, si la aplicación no se ejecuta tal vez sea porque el documento tiene poco aumento).



Figura 37. Target 1, definiciones casos de uso. Fuente: Elaboración propia.

En esta primera interfaz podrá navegar en cada uno de los botones para conocer las funciones de la aplicación y además conocer algunos conceptos del Diagrama de Casos de Uso, como son los actores, las relaciones y los casos de uso.

A continuación, se encuentran dos ejemplos de Diagramas de Casos de Uso (recuerde, es importante tener en todo momento la imagen enfocada), la Figura 2 muestra el Modelo Funcional de un sistema para un cajero automático y la Figura 3 el Modelo Funcional para la administración de un gimnasio.



Figura 38. Target 2, Sistema cajero automático. Fuente: Elaboración propia.

Tenga en cuenta que cada figura ejecuta un panel diferente, por lo tanto, para el correcto funcionamiento solo se debe enfocar una imagen a la vez.



Figura 39. Target 3, Sistema para la administración de un gym. Fuente: Elaboración propia.

9.3. Guía para la visualización de diagramas de Casos de Uso con RV (Realidad Virtual)

La realidad virtual (RV) es un entorno de escenas u objetos de apariencia real. La acepción más común refiere a un entorno generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. A continuación, encontrará una serie de pasos que debe seguir para hacer uso de esta tecnología.

Antes es necesario tener en cuenta que usted debe tener las siguientes herramientas para hacer uso de esta tecnología:

1. Revisar si su celular cuenta con *Giroscopio* el cual es un dispositivo mecánico que sirve para medir, mantener o cambiar la orientación en el espacio de algún aparato o vehículo, para esto descargue la app “Sensor box” en la Play Store.
2. Debe tener un *mando* (control de xbox) que pueda ser conectado por medio de Bluetooth al celular.
3. Es necesario un *Casco de Realidad Virtual*, ya que con este es posible percibir el escenario tridimensional.

Una vez tenga acceso a estas herramientas debe seguir los siguientes pasos:

1. Ingrese al siguiente link para la descarga de la aplicación: [DescargarApp](#)
2. Por medio de un cable de datos, pase el **apk** descargado a su celular.
3. Encienda el Bluetooth y conecte el mando.
4. Ejecute e instale el **apk** y pulsar la opción abrir.
5. Inserte el celular dentro del Casco de Realidad Virtual y enfoque los lentes con el fin de obtener una mejor percepción de la app y siga las instrucciones.

La Realidad Virtual permite percibir un entorno tridimensional, en otras palabras, usted podrá percibir un escenario en el cual va a encontrar información tanto en el panel frontal, como en el derecho y el izquierdo. Para ello, es necesario que gire la cabeza y así pueda interactuar visualmente con el escenario.

