UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

**DESARROLLO DE VIDEOJUEGO CON
AUGMENTED REALITY**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO DE
SOFTWARE**

AUTORES

Baquerizo Núñez, Andres (0000-0002-8761-6283)

Canales Zorrilla, Rodrigo Raúl (0000-0003-1026-7705)

ASESOR DE TESIS

Burga Durango, Daniel Wilfredo (0000-0003-0312-727X)

Lima, Mayo 2018

Esta tesis está dedicada a nuestras familias y amigos, cuyo apoyo se mantuvo incondicional durante nuestra vida universitaria y crecimiento profesional. Gracias por todo.

Resumen Ejecutivo

La Realidad Aumentada es una tecnología cuyo crecimiento se ha hecho más evidente en los últimos años, prueba de esto son el desarrollo de SDKs, aplicaciones y dispositivos como los Hololens de Microsoft. La gran demanda de desarrollo utilizando Realidad Aumentada se debe principalmente a la gran cantidad de aplicaciones que esta tiene, desde videojuegos, hasta aplicaciones de marketing y enseñanza.

Nuestro proyecto busca aprovechar los beneficios de la Realidad Aumentada para desarrollar un videojuego que sirva como evidencia del pensamiento innovador de los estudiantes de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

El proyecto se desarrolló durante los ciclos académicos 2016-02 y 2017-01. Durante estos ciclos se lograron integrar al videojuego las 12 pruebas de concepto planificadas sobre las tecnologías a usar. Además, se desarrollaron modelos de los personajes y sus animaciones respectivas, todos éstos fueron exportados e integrados a la plataforma de desarrollo de videojuegos Unity y agregados a la interacción con los usuarios a través de la Realidad Aumentada. En total se integraron las siguientes tecnologías: Vuforia, Unity, Android, SQLite y Bluetooth para el desarrollo del proyecto. Por otro lado, se crearon documentos de arquitectura física y lógica, además de diagramas de componentes y de despliegue para facilitar la visualización de los elementos del proyecto. Finalmente, el proyecto fue validado en un focus group con 40 personas, en el cual se alcanzó una aprobación superior al 90%.

Palabras clave: Realidad Aumentada, juego 3D, Android, Bluetooth, tablet.

Abstract

Augmented Reality is a technology whose growth has become more evident in recent years, proof of this are the development of SDKs, applications and devices such as Microsoft's Hololens. The great demand for development using augmented reality is mainly due to the large number of applications it has, from video games, to marketing and teaching applications.

Our project seeks to take advantage of the benefits of augmented reality to develop a video game that serves as evidence of the innovative thinking of the students of the Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

The project was developed during the academic cycles 2016-02 and 2017-01. Throughout these two cycles we integrated 12 proofs of concept that were planned for the technologies to use. In addition, we developed models of the characters with their respective animations, all of them were exported and integrated into the video game development platform and added to the interaction with users through augmented reality. In total, the following technologies were integrated in the development of the project: Vuforia, Unity, Android, SQLite and Bluetooth. On the other hand, physical and logical architecture documents were created, as well as component and deployment diagrams to facilitate visualization of elements in the project. Finally, the project was validated in a focus group of 40 people, in which a 90% approval rate was achieved.

Keywords: Augmented Reality, 3D game, Android, Bluetooth, tablet.

Tabla de Contenidos

Resumen Ejecutivo	3
Abstract	4
Tabla de Contenidos	5
Índice de Tablas	10
Índice de Figuras.....	11
Introducción.....	13
Capítulo 1. Descripción del Proyecto	14
Objeto de Estudio	14
Dominio del Problema	14
Motivación de la investigación.....	14
Objetivos de la investigación.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos	15
Indicadores de Éxito	15
Planificación del Proyecto	16
Alcance	16
Plan de Gestión del Tiempo.....	16
Plan de Gestión de Recursos Humanos	17
Plan de Comunicaciones	19
Plan de Gestión de Riesgos.....	20
Capítulo 2. Student Outcomes	22
Student Outcome A.....	22
Definición	22
Aplicación.....	22
Student Outcome B	23
Definición	23
Aplicación.....	23
Student Outcome C.....	24
Definición	24
Aplicación.....	24
Student Outcome D.....	25

Definición	25
Aplicación.....	25
Student Outcome E	26
Definición	26
Aplicación.....	26
Student Outcome F	26
Definición	26
Aplicación.....	26
Student Outcome G.....	27
Definición	27
Aplicación.....	27
Student Outcome H.....	27
Definición	27
Aplicación.....	27
Student Outcome I	28
Definición	28
Aplicación.....	28
Student Outcome J	29
Definición	29
Aplicación.....	29
Student Outcome K.....	30
Definición	30
Aplicación.....	30
Capítulo 3. Marco Teórico.....	32
Definición de la Realidad Aumentada	32
Niveles de la Realidad Aumentada	33
Nivel 0	33
Nivel 1	33
Nivel 2	34
Nivel 3	35
Historia y Evolución de la Realidad Aumentada.....	36
1960's	36
1970's	37
1990's	38

2000's	39
2010's	40
Aplicaciones de la Realidad Aumentada	41
Educación	41
Medicina	41
Marketing.....	41
Arquitectura	42
Entretenimiento.....	42
Capítulo 4. Estado del Arte.....	43
Revisión de la Literatura.....	43
Mercado de la Realidad Aumentada	43
Empresas Desarrolladoras	45
Ejemplos de Aplicaciones actuales que usan Realidad Aumentada.	48
Ingress	48
Layar	49
Google Translate.....	50
Crayola Color Alive.....	51
Star Walk	51
Gremlings In My Mirror	52
ABC3D	54
Capítulo 5. Desarrollo del Proyecto.....	56
Concepto del Juego	56
Conceptos de Software	56
Vuforia.....	56
Unity	57
Blender.....	58
Bluetooth.....	59
Bitbucket.....	59
SQLite	61
Scrum.....	62
PMBOK	63
Diagrama de Arquitectura Lógica	63
Diagrama de Arquitectura Física	63
Pruebas de Concepto.....	63

Desarrollo de Personajes.....	64
Monstruos Normales y Monstruos Efecto	64
Cartas Mágicas y Cartas Trampa	65
Arquitectura de la Aplicación.....	66
Arquitectura Lógica	66
Arquitectura Física.....	67
Desarrollo de la Aplicación	67
Desarrollo de la Interfaz	68
Desarrollo de las Cartas	69
Desarrollo del Campo	70
Desarrollo de los Soportes	70
Validación de la Aplicación.....	72
Planeamiento.....	72
Desarrollo	72
Resultados	73
Aporte del Proyecto	76
Continuidad del Proyecto	77
Capítulo 6. Gestión del Proyecto	79
Producto Final.....	79
Gestión del Tiempo	79
Gestión de los Recursos Humanos	80
Jefe de Proyecto	80
Jefe de Desarrollo	80
Desarrollador	81
Gestión de las Comunicaciones	81
Comunicación con el Profesor Gerente	81
Comunicación con el Profesor Cliente	81
Comunicación con los recursos	82
Gestión de Interesados	82
Gestión del Alcance	83
Gestión de los Riesgos	84
Lecciones Aprendidas.....	85
Conclusiones	86
Recomendaciones	87

Glosario	88
Siglarío.....	89
Bibliografía	90
Anexos	93
Anexo 1: Encuestas de Validación	93
Anexo 2: Poster del Proyecto	94
Anexo 3: Cronograma del Proyecto	95
Anexo 4: Plan de Gestión de Riesgos	95
Descripción de la metodología de gestión del riesgo	95
Presupuesto	97
Seguimiento y control de riesgos.....	97
Anexo 5: Registro de Interesados	98
Cuadro de interesados	98
Anexo 6: Plan de Gestión de Alcance	98
Administración del alcance del proyecto	98
Estabilidad del alcance del proyecto.....	103
Anexo 7: Costos del Proyecto	103
Detalle	103
Consideraciones	104
Anexo 8: Atributos de Calidad	104
Anexo 9: Arquitectura de Software	105
Arquitectura de Software	105
Anexo 10: Validación	110
Exposición de Validación	111
Exposición en Feria de Ciencias en Colegio Villa Caritas	112
Exposición en Innovation Day en UPC Campus San Miguel	113
Anexo 11: Landing Page	113
Anexo 12: Historias de Usuario	117
Product Backlog.....	117
Sprint Backlog	118
Historias de Usuario	120

Índice de Tablas

Tabla N° 1: Tabla de Recursos	19
Tabla N° 2: Tabla de riesgos	20
Tabla N° 3: Tabla de respuestas a encuesta de validación	74
Tabla N° 4: Tabla Hitos	79
Tabla N° 5: Tabla Interesados	83

Índice de Figuras

Figura N° 1: Organigrama del proyecto	18
Figura N° 2: Ejemplo de Código QR.....	33
Figura N° 3: Visualización en 3D de una cabeza de mujer sobre un marcador.	34
Figura N° 4: Captura de pantalla del juego Pokemon Go.	35
Figura N° 5: Ejemplo de lente de contacto de alta tecnología que permitiría visualizar objetos generados con Realidad Aumentada.....	36
Figura N° 6: Primer prototipo para Realidad Aumentada creado por Ivan Sutherland en la universidad de Harvard en 1968.	37
Figura N° 7: Ejemplo de la superposición de imágenes de METAPLAY.	38
Figura N° 8: Touring Machine, presentado por Steve Feiner.....	39
Figura N° 9: Guía para Museos utilizando Realidad Aumentada con METAIO.	40
Figura N° 10: Características de hardware de GoogleGlass, uno de los más conocidos proyectos de Wearable AR.	40
Figura N° 11: Proyección de las ganancias generadas por AR/VR hasta el año 2020.	44
Figura N° 12: Proyección de las ganancias generadas por AR/VR hasta el año 2020 segmentado por los tipos de productos vendidos.	45
Figura N° 13: Movimientos más recientes de las grandes empresas tecnológicas dentro del mercado de AR/VR.....	46
Figura N° 14: Empresas participantes del mercado de AR/VR.....	47
Figura 15: Empresas tecnológicas líderes en el mercado de AR/VR.	48
Figura 16: Capturas de pantalla del videojuego Ingress.....	49
Figura N° 17: Captura de pantalla de Layar.	50
Figura N° 18: Google Translate.....	50
Figura N° 19: Captura de Pantalla de Crayola Color Alive.....	51
Figura N° 20: Star Walk.	52
Figura N° 21: Gremlings In My Mirror: (1) It's Raining Gremlings y (2) The Gremvolution.	53
Figura N° 22: ABC3D.	55
Figura N° 23: Logotipo de Vuforia.	57
Figura N° 24: Logotipo de Unity.	58
Figura N° 25: Logotipo de Blender.	58

Figura N° 26: Logotipo Referencial de la tecnología Bluetooth.	59
Figura N° 27: Logotipo de Bibucket.	60
Figura N° 28: Logotipo de SourceTree.	60
Figura N° 29: Repositorio del proyecto en Bitbucket.	60
Figura N° 30: Repositorio del proyecto en SourceTree.	61
Figura N° 31: Logotipo de SQLite.	61
Figura N° 32: Base de datos del proyecto en SQLite.	62
Figura N° 33: Flujo de trabajo del framework Scrum.	62
Figura N° 34: Personaje Dragón Negro de Ojos Rojos.	65
Figura N° 35: Carta Mágica Graceful Charity.	65
Figura N° 36: Arquitectura Lógica.	66
Figura N° 37: Arquitectura Física.	67
Figura N° 38: Interfaz general del juego.	68
Figura N° 39: Cartas del juego.	69
Figura N° 40: Impresión de las cartas del juego.	69
Figura N° 41: Campo del juego.	70
Figura N° 42: Planos de los soportes.	71
Figura N° 43: Soporte de Tablet.	71
Figura N° 44: Jefes de Proyecto explicando el juego.	73
Figura N° 45: Alumnos interactuando con el juego.	73
Figura N° 46: Gráfico circular de las respuestas a la pregunta 1 de la encuesta de validación.	74
Figura N° 47: Gráfico circular de las respuestas a la pregunta 2 de la encuesta de validación.	75
Figura N° 48: Gráfico circular de las respuestas a la pregunta 3 de la encuesta de validación.	75
Figura N° 49: Videojuego con Realidad Aumentada terminado.	77

Introducción

En la actualidad existen diferentes tipos de tecnologías que pueden ser aplicadas al desarrollo de software. Algunas de estas han surgido en las últimas décadas y han ido perfeccionándose exponencialmente hasta el presente. Este es el caso de la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada (Virtual & Augmented Reality, 2016). La primera nos sumerge en un mundo totalmente virtual y la segunda nos permite traer objetos virtuales a nuestro mundo real. Estas dos tecnologías abren un universo de posibles usos, desde aplicaciones educativas hasta aplicaciones de marketing y videojuegos. De estas dos tecnologías, nosotros nos concentramos en la Realidad Aumentada, debido a que la experiencia del usuario consiste en traer objetos, señales, personajes, etc. virtuales a nuestro mundo cotidiano, lo que nos permite establecer un puente entre lo real y lo virtual.

Por otro lado, el uso de dispositivos móviles se ha extendido y evolucionado de tal manera que se han convertido en la plataforma más accesible para el usuario para utilizar diferentes tipos de aplicaciones. Además, los dispositivos móviles han dejado de ser utilizados exclusivamente para llamadas telefónicas y han pasado a formar parte de un conjunto más grande dispositivos inteligentes, capaces de conectarse unos con otros, e incluso integrarse con tecnologías externas al dispositivo (En el 2016 habrá 6400 millones, 2015).

Por estos motivos es que surgió la idea de llevar a cabo este proyecto de desarrollo de un videojuego para dispositivos móviles utilizando Realidad Aumentada. De esta manera, podemos aprovechar los beneficios de estos dispositivos y esta tecnología integrados en un solo producto. Este proyecto tiene como fin promover el pensamiento innovador de nuestros lectores, así como la exploración de una tecnología emergente como es la Realidad Aumentada.

Capítulo 1. Descripción del Proyecto

El presente capítulo describe cual es el objeto de estudio, dominio del problema y planteamiento de la solución del proyecto. Así mismo, se presenta el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto. También, se indica cuáles son los indicadores de éxito del proyecto y con qué objetivo se relacionan para determinar el éxito del proyecto.

Objeto de Estudio

En los últimos años el uso de los dispositivos móviles se ha intensificado. Entre los motivos más relevantes de este hecho está la aparición de nuevas tecnologías o avances en las mismas que abren nuevas oportunidades de desarrollo e integración con estos dispositivos cada vez más inteligentes. Una de estas tecnologías es la Realidad Aumentada (*AR, por sus siglas en inglés*), la cual nos brinda una amplia gama de posibilidades de uso, desde aplicaciones educativas para visualizar gráficos y diagramas hasta nuevas formas de compartir información complementaria a un artículo publicado en algún medio escrito. Es en este contexto que el uso de la Realidad Aumentada se ha convertido en una importante herramienta, la cual estudiaremos en el presente trabajo.

Dominio del Problema

En la actualidad las universidades necesitan evidenciar la calidad de la formación académica que imparten a sus estudiantes mediante productos elaborados por sus propios alumnos. La Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, utiliza estas evidencias, además, para mostrar el pensamiento innovador que inculca a sus alumnos desde el primer ciclo. Es así que surge la necesidad de desarrollar proyectos que utilicen nuevas tecnologías como la Realidad Aumentada que posee una importante cantidad de áreas para ser aplicada a futuro, como educación, marketing, software de entretenimiento, salud, entre muchas otras.

Motivación de la investigación

La motivación de este trabajo se divide en dos razones puntuales. La primera es la exploración de uno de los usos de la Realidad Aumentada como es el desarrollo de videojuegos, más aún enfocados a ser usados en dispositivos móviles, ya que estos son ampliamente requeridos por no solo jugadores profesionales, sino también por el público en

general. El segundo motivo es la necesidad de exponer evidencias de desarrollo de aplicaciones innovadoras por los alumnos de la universidad para cumplir con su visión de ser líder en la educación superior por su excelencia académica y su capacidad de innovación.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Implementar un videojuego que utilice la tecnología de Realidad Aumentada en dispositivos móviles para la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación de la UPC.

Objetivos Específicos

Para obtener el objetivo general se determinaron los siguientes objetivos específicos:

OE1: Analizar las diferentes opciones de tecnologías para llevar a cabo las pruebas de concepto planificadas.

OE2: Diseñar la arquitectura física y lógica de la aplicación tomando como base las pruebas de concepto investigadas.

OE3: Desarrollar la aplicación utilizando las tecnologías investigadas e integrando las pruebas de concepto.

OE4: Validar que la aplicación desarrollada sea considerada como innovadora y atractiva por sus usuarios.

Indicadores de Éxito

Los indicadores de éxito para lograr los objetivos definidos son:

IE1: Las fuentes investigadas permitieron obtener información de cómo implementar al menos el 90% de las características deseadas en la prueba de concepto. (OE1)

IE2: Recibir la aprobación del cliente en el diseño de las arquitecturas física y lógica de la aplicación. (OE2)

IE3: Recibir la aprobación del cliente respecto a las características requeridas en el videojuego. (OE3)

IE4: Recibir la aprobación del cliente basado en la realización de un focus group en el que al menos el 90% de los asistentes consideraron que el producto expuesto es innovador y atractivo. (OE4)

Planificación del Proyecto

Alcance

El presente proyecto se desarrolló en 2 ciclos académicos los cuales fueron el 2016 - 02 y 2017 – 01. Los puntos que incluye el alcance del proyecto son los siguientes:

- Investigación sobre los conceptos e historia de la Realidad Aumentada.
- Un análisis de las tecnologías a usar en el proyecto.
- Un portafolio de pruebas de concepto sobre diferentes funcionalidades que permite la Realidad Aumentada.
- Una aplicación que integre las diferentes pruebas de concepto que pueda ser utilizada como base para el desarrollo de videojuegos en el futuro.
- Documentación sobre las pruebas de concepto realizadas.
- Documentación de la arquitectura.
- La aplicación fue desarrollada tomando como objetivo la Tablet Samsung Galaxy Note 10.1.

Por otro lado, el proyecto no incluye lo siguiente:

- El desarrollo de aplicaciones que no sean para el sistema operativo Android.
- El desarrollo de aplicaciones que no sean para tablets.

Es importante destacar que todo el concepto del juego (personajes, logos, reglas, imágenes, etc.) fuera de la Realidad Aumentada pertenecen al juego original Yu-Gi-Oh! y por lo tanto a Konami. El desarrollo y uso de este proyecto es con fines estrictamente académicos y no se usará para fines comerciales fuera de la universidad.

Plan de Gestión del Tiempo

El Plan de Gestión del Tiempo nos ayudó a estimar y controlar adecuadamente la duración de las distintas actividades planeadas para este proyecto. Esta gestión se realizó con los siguientes artefactos:

- Plan de trabajo.
- Cronograma del Proyecto.

Estos artefactos deben ser actualizados al comprobarse el impacto sobre el tiempo de duración estimado del proyecto, debido a cambios en los requerimientos solicitados por el cliente u ocurrencia de eventos no previstos.

Así mismo, se debe actualizar los documentos de gestión involucrados en el cambio. Estos pueden ser el plan de gestión de alcance, diccionario EDT, plan de gestión de calidad, matriz de trazabilidad y/o matriz RAM.

La periodicidad de actualización del avance y control del plan de trabajo fue semanal y estuvo a cargo del jefe del proyecto.

Plan de Gestión de Recursos Humanos

1. Organigrama del proyecto

El equipo del proyecto está organizado según el siguiente organigrama.

Figura N° 1: Organigrama del proyecto

Fuente: Elaboración propia

2. Adquisición del personal

El proyecto requirió colaboradores para las tareas de desarrollo, por lo cual se solicitó colaboradores a la empresa virtual de Software Factory. Los recursos fueron un apoyo muy útil durante todo el proyecto.

Tabla N° 1: Tabla de Recursos

Nivel de Experiencia / Conocimiento	Tipo (Interno/ Externo)	Fase – Entregable del Proyecto requerido	Cantidad personal requerido	Total de Horas de participación en el proyecto
Jefe de proyecto	Interno	Durante todo el proyecto	1	384 horas
Jefe de desarrollo	Interno	Durante todo el proyecto	1	384 horas
Desarrollador	Externo	Mientras existan tareas de modelado o animación de personajes	4	1536 horas

Fuente: Elaboración propia.

Plan de Comunicaciones

Guías para reuniones – Todas las reuniones siguieron las siguientes pautas:

- Se debe llevar una agenda delimitada por los asistentes y descrita en el acta de reunión.
- Se debe generar un acta de reunión donde se plasmen los acuerdos.
- Se debe hacer el seguimiento de los acuerdos de las reuniones anteriores.

Guías para correo electrónico

- Se debe utilizar el TAG [DVJAR] en el asunto del correo.
- Se debe copiar al cliente para temas del desarrollo.
- Se debe copiar a Innova para temas de gestión.
- Siempre se debe copiar a los Jefes de Proyecto y de Desarrollo.

Guías para Codificación de Documentos – la codificación de los documentos del proyecto es la siguiente:

- Se debe utilizar la nomenclatura brindada por el gerente de Innova.

Guías para Almacenamiento de Documentos - El almacenamiento de los documentos del proyecto siguió las siguientes pautas:

- El almacenamiento de los documentos fue siempre en el Drive administrado por Innova
- Solo los Jefes de Proyecto y de Desarrollo pudieron actualizar los documentos.

Guías para Recuperación y Reparto de Documentos

- Todo documento fue difundido según el criterio de los Jefes de Desarrollo y de Proyecto.

Guías para el Control de Versiones

- El versionado empieza con 1.0
- El versionado aumenta con cambios pequeños en el segundo dígito
- El versionado aumento con cambios grandes en el primer dígito
- El versionado siempre se debe mostrar en el nombre del archivo.
- Todo entregable siempre debe estar versionado.

Plan de Gestión de Riesgos

El plan de la gestión de riesgo permite prevenir los hechos o factores que afecten el proyecto a cualquier nivel, ya sea tiempo, alcance o recursos. Los principales riesgos identificados son los siguientes se detallan en la siguiente tabla.

Tabla N° 2: Tabla de riesgos

#	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Estrategia
1	No contar con los recursos y/o tiempo necesarios para el diseño de todos los personajes	Media	Alto	Iniciar el diseño de los personajes con tiempo y en caso de no tener recursos o estos sean insuficientes, tercerizar el diseño o desarrollarlos nosotros mismos
2	No contar con dispositivos compatibles con la tecnología de AR (Tablets con Android 4.0.4 o superior) o que estén desactualizados.	Baja	Alto	Adquirir dispositivos compatibles o solicitar la adquisición de estos.
3	Problemas con la sincronización entre dos tablets	Media	Alto	Ajustar la arquitectura de la aplicación para lograr el correcto intercambio de datos.

4	Falta de disponibilidad de recursos de la empresa de Software Factory	Baja	Alto	Gestionar con antelación y de acuerdo al cronograma, los contratos de servicio con las respectivas empresas. Gestionar recursos por créditos extraacadémicos.
5	Retrasos por parte de QS en las revisiones que conlleven al retraso del proyecto	Baja	Alto	Coordinar con antelación con QS las fechas de entrega de cada revisión.
6	Incumplimiento de tareas por parte de los recursos asignados por las empresas de QS y Software Factory que retrasen las actividades programadas	Media	Medio	Coordinar las tareas que se asignará a cada recurso de acuerdo a sus competencias. Realizar seguimiento continuo de los recursos asignados. Solicitar cambio del recurso asignado.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 2. Student Outcomes

El presente capítulo describe como nuestro proyecto cumple con todos los Student Outcomes de la carrera de Ingeniería de Software.

Student Outcome A

Definición

Propone soluciones a problemas en ingeniería de software aplicando principios de matemáticas, ciencias, computación e ingeniería.

Aplicación

Nuestro proyecto contribuye a la educación y formación de profesionales en nuestra carrera mediante la elaboración de un proyecto innovador que servirá de ejemplo para futuros proyectos que deseen construir videojuegos más complejos con Realidad Aumentada utilizando las mismas tecnologías que las que nosotros seleccionamos.

Para la gestión de nuestro proyecto utilizamos la guía PMBOK, mientras que para gestionar específicamente el desarrollo del producto utilizamos Scrum. El proyecto consta de un juego desarrollado en la herramienta Unity, usando C# y un complemento que añade la funcionalidad de la Realidad Aumentada. Además, diseñamos dos diagramas de arquitectura; uno de la arquitectura física, donde mostramos la estructura cliente - servidor entre dispositivos; y el otro de la arquitectura lógica, donde mostramos los componentes del producto.

El proyecto pasó por la revisión de un equipo de QA que llevó a cabo pruebas de caja negra y caja blanca, permitiéndonos corregir algunos defectos encontrados en el producto. De esta manera, logramos certificar la calidad de nuestro producto.

Finalmente, el producto se desplegó en un market de aplicaciones interno de la universidad y nuestro cliente firmó un acta de conformidad, verificando que se cumplieron los objetivos del proyecto.

Student Outcome B

Definición

Diseña y conduce experimentos sobre la base del análisis y la interpretación de datos relevantes en la implementación de soluciones de software.

Aplicación

Pruebas de Concepto

En el desarrollo de nuestro proyecto hemos planeado y realizado diferentes pruebas de concepto, con el fin de evaluar la viabilidad de las diversas tecnologías que en un inicio habíamos decidido implementar en nuestro producto.

Las pruebas de concepto que realizamos son las siguientes:

- Reconocimiento de Imágenes.
- Esqueletos en Blender.
- Modelos animados en Unity.
- Framemarkers en Unity
- Interacción en Unity
- Efectos animados en Unity
- Ataques en Unity
- Interfaz en Unity
- Interacción entre personajes en Unity
- Menús de personajes en Unity
- Interacción de personajes con menú en Unity
- Sincronización entre tablets

Pruebas Caja Negra y Caja Blanca

Como se mencionó en el outcome anterior, nuestro proyecto pasó por pruebas de caja negra y caja blanca por parte de un equipo de QA integrado por personas de las empresas IT Service y Software Factory. Estas pruebas sirvieron para detectar errores en nuestro

producto, los mismos que fueron posteriormente corregidos por nosotros. De esta manera, se logró certificar la calidad del producto desarrollado.

Student Outcome C

Definición

Diseña sistemas, componentes o procesos para la implementación de un sistema de software, teniendo en cuenta restricciones económicas, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad y otras propias del entorno empresarial.

Aplicación

Project Charter

Se elaboró un Project Chárter detallando su propósito y alcance, el cual fue aprobado por el gerente de la empresa y el cliente del producto.

Plan de Trabajo

Se diseñó un plan de trabajo acorde los objetivos del proyecto, tomando en cuenta los plazos de tiempo acordados para el proyecto.

Diagramas de Arquitectura

Para el desarrollo de nuestro proyecto se diseñaron dos diagramas de arquitectura. Uno de arquitectura lógica, en el que mostramos la estructura cliente - servidor entre los dispositivos móviles y el otro de arquitectura física, donde mostramos los componentes del producto agrupados en capas.

Listado de Pruebas de Concepto

El proyecto incluye un conjunto de pruebas de concepto documentadas donde se explica el detalle de cada una.

Videojuego con Realidad Aumentada para Dispositivos Móviles.

Se desarrolló un videojuego que haga uso de la Realidad Aumentada orientado a dispositivos móviles. Para el desarrollo de este producto se respetaron las licencias de las diferentes tecnologías que aplicamos.

Student Outcome D

Definición

Participa en equipos multidisciplinarios liderando o desarrollando sus tareas eficientemente con profesionales de diferentes especialidades o dominios de aplicación.

Aplicación

Diseñador gráfico para arte conceptual del producto

El arte conceptual del proyecto estuvo a cargo de un alumno de la carrera de Diseño Gráfico.

Diseñadora gráfica para las cartas modificadas del juego

El diseño de las cartas modificadas del juego estuvo a cargo de una alumna de la carrera de Diseño Gráfico.

Diseñadora gráfica para la interface del videojuego

El diseño de la interface del videojuego estuvo a cargo de una alumna de la carrera de Diseño Gráfico.

Arquitecta para el diseño de los soportes de las tablets

El diseño de los planos para los soportes de las tablets estuvo a cargo de una alumna de la carrera de Arquitectura.

Licenciado de Ciencias de la Computación e Ingeniero de Software para el modelado y animación de los personajes del videojuego.

El modelado y animación de los personajes del videojuego estuvo a cargo de un alumno de la carrera de Ciencia de la Computación y de un alumno de la carrera de Ingeniería de Software.

Carpintero para la construcción de los soportes para las tablets

La construcción de los soportes para las tablets estuvo a cargo de un carpintero.

Dominio de Aplicación

Para relacionarnos y liderar el trabajo con personas de otras especialidades fue necesario investigar a fondo sobre el tema de nuestro proyecto. Esto se logró mediante la lectura de papers y artículos relacionados a la Realidad Aumentada.

Student Outcome E

Definición

Identifica, formula y resuelve problemas de negocio o tecnológicos dentro del ciclo de vida de un sistema de software.

Aplicación

Project Charter

Se realizó un Project Charter en donde se indica la necesidad, alcance, objetivos, restricciones, riesgos identificados y en general toda la información necesaria para dar inicio al proyecto.

Memoria

Se realizó una Memoria del proyecto en donde se detalla la investigación, realización y resultados del proyecto.

Identificación de Riesgos

En el proyecto se identificaron riesgos antes y durante el desarrollo del mismo. Los riesgos fueron atendidos apropiadamente mediante reuniones con el gerente y con el cliente para hallar la solución más viable. Este tema del manejo de riesgos se ve con mayor detalle en el capítulo 6 Gestión del proyecto, en la sección 6.7 Gestión de los Riesgos.

Student Outcome F

Definición

Propone soluciones a problemas de ingeniería de software con responsabilidad profesional y ética.

Aplicación

Responsabilidad Ética

Todo el concepto del juego (personajes, logos, reglas, imágenes, etc.) fuera de la Realidad Aumentada pertenecen al juego original Yu-Gi-Oh! y por lo tanto a Konami. El desarrollo y uso de este proyecto fue con fines estrictamente académicos y no se usará para fines comerciales fuera de la universidad. Por este motivo, se acordó con el cliente y el gerente no

realizar paper para este proyecto y no desplegar de manera pública el producto para evitar infringir los derechos de autor del dueño original del juego.

Responsabilidad Profesional

Los jefes de proyecto asignados llevaron a cabo su labor con la mayor responsabilidad, manteniéndose en contacto continuo con diferentes roles e interesados en el proyecto, escalando los temas a tratar con roles de mayor jerarquía cuando fue necesario.

Student Outcome G

Definición

Comunica ideas o resultados de manera oral o escrita con claridad y efectividad a públicos de diferentes especialidades y niveles jerárquicos.

Aplicación

Como se detalla en el capítulo 6 Gestión del proyecto, en la sección 6.4 Gestión de las Comunicaciones, durante el proyecto nos hemos comunicado efectiva y constantemente con tres roles específicos: nuestro profesor gerente, mediante reuniones presenciales y correos; nuestro profesor cliente, mediante reuniones presenciales, correos y llamadas telefónicas; y nuestros recursos, mediante reuniones presenciales y correos. Además, en el caso de las comunicaciones con los profesores gerente y cliente, se acordó redactar un acta de reunión con el detalle de lo acordado.

Student Outcome H

Definición

Identifica el impacto de las soluciones de ingeniería de software en los contextos global, económico y del entorno de la sociedad.

Aplicación

Contexto Global

Para el presente proyecto fue necesario analizar la factibilidad de su realización considerando factores tales como tiempos, recursos y costos mediante la constante coordinación por diferentes medios con los interesados en el mismo. Se llevó constancia de dichas coordinaciones mediante el project charter y actas de reunión semanales.

Contexto Económico

En la actualidad el desarrollo de soluciones que utilicen Realidad Aumentada ha crecido en gran manera, debido a las muchas aplicaciones que se le puede dar a esta tecnología. Se estima que para el año 2020 las ganancias generadas por la Realidad Aumentada ascenderán a 120 billones de dólares. Si bien el principal desarrollo de productos que utilizan Realidad Aumentada proviene de grandes empresas como Google, existen muchas empresas que día a día se unen a este rubro. Es importante también mencionar que la Realidad Aumentada no es solamente software, sino también el desarrollo de hardware capaz de soportar y ampliar los usos de la Realidad Aumentada. Este es otro motivo que explica la popularidad y grandes oportunidades económicas relacionadas a esta tecnología. Para mayor detalle acerca del mercado y situación actual de la Realidad Aumentada consultar el capítulo 4 Estado del Arte.

Contexto Social

Este proyecto será beneficioso para los estudiantes de nuestra carrera en nuestra universidad, ya que nuestro proyecto servirá de ejemplo en el uso de las tecnologías seleccionadas para posteriores y más complejos proyectos. Los estudiantes tendrán la posibilidad de desarrollar un videojuego completo utilizando Realidad Aumentada, utilizando el conocimiento ganado en el desarrollo de nuestro videojuego, ya que el enfoque principal de nuestro proyecto fue explorar las tecnologías a utilizar.

Student Outcome I

Definición

Actualiza los conocimientos en metodologías, técnicas, herramientas, por ser necesarios para mantener la vigencia en el desarrollo de sistemas de software.

Aplicación

Para el desarrollo de este proyecto hemos actualizado nuestros conocimientos en las diferentes áreas que se listan a continuación.

Scrum

Utilizado para el desarrollo del producto de manera ágil. Fue necesario para la interacción con los recursos y software Factory.

PMBOK

Utilizado para gestionar el proyecto en general. Fue necesario para interactuar con los roles de gerentes y cliente.

Unity

Utilizado como motor del juego. En el integramos algunos componentes adicionales como un plugin bluetooth para comunicar dos tablets y paquetes de texturas para los personajes.

Blender

Utilizado para el modelado, articulación y animación de los personajes del videojuego.

Vuforia

Utilizado como framework de Realidad Aumentada. Gracias a este pudimos integrar la funcionalidad de reconocimiento de marcadores desde la cámara del dispositivo.

Desarrollo en dispositivos móviles

Utilizado para desarrollar el videojuego en dispositivos móviles Android. Fue necesario tanto para el desarrollo como el análisis de tecnologías compatibles con los dispositivos que utilizamos.

Arquitectura de Software

Utilizado para diseñar los diagramas de arquitectura del videojuego. Fue necesario para evaluar la integración de las diferentes tecnologías que usamos en un mismo producto.

Student Outcome J

Definición

Analiza hechos del mundo contemporáneo, identificando el impacto en el desempeño profesional del ingeniero de software.

Aplicación

Hechos del mundo Contemporáneo

En la investigación previa de las tecnologías que podíamos utilizar en el proyecto identificamos la compra de un Framework de Realidad Aumentada llamado Metaio por parte

de Apple, por lo que por un tiempo estuvo no disponible para su uso. Fue uno de los motivos por los que decidimos utilizar el framework Vuforia para nuestro proyecto.

Métodos de colaboración y comunicación

Para el desarrollo del proyecto utilizamos métodos y herramientas de comunicación y colaboración como un repositorio Git en Bitbucket y archivos compartidos en Sharepoint. Además, tuvimos la oportunidad de compartir información y consultas con nuestro cliente y otros grupos a través de la herramienta Yammer.

Student Outcome K

Definición

Utiliza técnicas, herramientas, metodologías, procesos, frameworks, middlewares y lenguajes de programación de última generación necesarios para la práctica de la ingeniería de software.

Aplicación

En nuestro proyecto utilizamos diferentes tecnologías de última generación para el desarrollo de nuestro producto, las cuales se listan a continuación.

Unity

Utilizado como motor del juego. En el integramos algunos componentes adicionales como un plugin bluetooth para comunicar dos tablets y paquetes de texturas para los personajes.

Blender

Utilizado para el modelado, articulación y animación de los personajes del videojuego.

Vuforia

Utilizado como framework de Realidad Aumentada. Gracias a este pudimos integrar la funcionalidad de reconocimiento de marcadores desde la cámara del dispositivo.

C#

Utilizado en el desarrollo del juego propiamente. Se utilizó este lenguaje en la programación de las funcionalidades y reglas del juego.

SQLite

Utilizado como base de datos para almacenar la información de los personajes del juego.

Bitbucket

Utilizado como repositorio basado en Git para el control de versiones de nuestro producto.

Capítulo 3. Marco Teórico

En el presente capítulo se expone la información más relevante para comprender la tecnología que fue aplicada en este trabajo. En primer lugar, definiremos qué es la Realidad Aumentada. En segundo lugar, hablaremos de qué son y cuáles son los niveles de la Realidad Aumentada. En tercer lugar, revisaremos la historia y evolución de la Realidad Aumentada como tecnología. Finalmente, se describen las principales aplicaciones de la Realidad Aumentada.

Definición de la Realidad Aumentada

En la actualidad se pueden encontrar distintas definiciones de Realidad Aumentada. Algunas de estas son más estrictas en cuanto a la tecnología y los dispositivos usados para implementarla, definiendo la Realidad Aumentada como una forma de Realidad Virtual donde la pantalla que va en la cabeza de los participantes es transparente permitiendo una vista clara del mundo real (Milgram, Takemura, Utsumi & Kishino, 1995).

Existen también definiciones con un sentido mucho más amplio que no solamente se enfocan en la tecnología, definiéndola como aumentar la respuesta natural al usuario mediante señales simuladas (Milgram, Takemura, Utsumi & Kishino, 1995). Las definiciones de este tipo suelen considerar a la Realidad Aumentada más como un concepto que como una tecnología en sí. La Realidad Aumentada no se debe limitar a ningún tipo de tecnología, ya que esta puede ser implementada de diferentes maneras y con distintas clases de tecnología (Wu, Lee, Chang & Liang, 2013).

Finalmente existe una definición la cual creemos que describe mejor y de manera más concreta el concepto de Realidad Aumentada. Por ello, consideramos también que esta definición es la que mejor se adecua a nuestro proyecto. Esta definición establece que la Realidad Aumentada se puede entender como un sistema que cubre las siguientes características básicas: una combinación de mundos reales y virtuales, interacción en tiempo real, y un registro exacto en tres dimensiones de objetos reales y virtuales (Azuma, 1997).

Niveles de la Realidad Aumentada

El concepto de nivel de Realidad Aumentada se puede comprender como una forma de medir la complejidad de las tecnologías involucradas en el desarrollo de sistemas que utilizan AR. Mientras mayor sea el nivel, mayor será la complejidad y posibilidades de la aplicación (Prendes, 2015). Bajo este contexto, Lens-Fitzgerald, quién cofundó Layar, uno de los más importantes navegadores de AR del mundo, propone cuatro niveles de Realidad Aumentada (de 0 a 3):

Nivel 0

El nivel más básico de Realidad Aumentada. Utiliza el reconocimiento de códigos de barra, códigos 2D o imágenes aleatorias para enlazar el mundo físico con el virtual. Su funcionamiento se asemeja mucho a los hiperenlaces de las páginas web, ya que su única función es vincular al usuario con otros contenidos, como textos, imágenes, videos, etc. Un ejemplo de este nivel son los códigos QR (Quick Response), los cuales nos permiten acceder a cualquier tipo de contenido en la Web.

Figura N° 2: Ejemplo de Código QR

Fuente: Elaboración propia.

Nivel 1

En este nivel las aplicaciones trabajan con reconocimiento de marcadores especialmente generados para este fin. Estos son imágenes de patrones 2D, generalmente de forma cuadrada con dibujos simples y asimétricos. Algunas aplicaciones de este nivel utilizan los marcadores para posicionar objetos 3D sobre ellos. Este es el caso de nuestro proyecto, en el que se podrán visualizar personajes sobre los marcadores que utilizaremos. Un ejemplo de la visualización de objetos 3D sobre un marcador puede ser apreciado en la Figura N° 3.

Figura N° 3: Visualización en 3D de una cabeza de mujer sobre un marcador.

Fuente: Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/221920942_fig4_Fig-4-An-example-of-marker-based-AR-desktop-session-with-a-simplified-3D-model-of-an

Nivel 2

El nivel 2 de la Realidad Aumentada no utiliza marcadores, en su lugar aprovecha el GPS y brújula de los dispositivos para calcular el lugar exacto en donde deben aparecer los objetos 3D generados por la aplicación. En algunas aplicaciones de este tipo se utiliza también el acelerómetro para medir la inclinación del dispositivo. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones es el juego Pokemon Go que permite visualizar personajes del juego en diferentes ubicaciones de la ciudad en la que se encuentra el usuario.

Figura N° 4: Captura de pantalla del juego Pokemon Go.

Fuente: Recuperado de

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nianticlabs.pokemongo>

Nivel 3

El último y más avanzado nivel de la Realidad Aumentada es el nivel 3. Este se caracteriza por la introducción de dispositivos mucho más ligeros y transparentes que nos permitirán visualizar la Realidad Aumentada casi como si fuera con nuestros propios ojos. Ejemplos de estos tipos de dispositivos son lentes de contacto o interfaces que se conecten directamente a nuestro nervio óptico y cerebro. Estos aún están en desarrollo y se piensa que llegaremos a este nivel de AR todavía dentro de varios años.

Figura N° 5: Ejemplo de lente de contacto de alta tecnología que permitiría visualizar objetos generados con Realidad Aumentada.

Fuente: Recuperado de <http://inhabitat.com/solar-powered-augmented-contact-lenses-cover-your-eye-with-100s-of-leds/augmented-reality-lens3>

Historia y Evolución de la Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada ha evolucionado considerablemente durante la última década, acoplándose a distintas plataformas y siendo aplicada en diversos temas que abarcan desde videojuegos educativos hasta simulaciones de manejo de vehículos. Sin embargo, el inicio de los primeros prototipos e investigaciones sobre AR empezó mucho antes. A continuación se muestran los sucesos más importantes relacionados a la evolución de la Realidad Aumentada:

1960's

«La idea fundamental detrás de la visualización en tres dimensiones es presentar al usuario una imagen perspectiva que cambia cuando él se mueve»» (Sutherland, 1968, p. 1)

De esta manera, Ivan Sutherland explica el fundamento básico sobre el primer prototipo que creó para la Realidad Aumentada, y que se desarrolló en la universidad de Harvard en 1968. El dispositivo utilizaba una pantalla transparente que se montaba en la cabeza y era detectado por un rastreador mecánico y uno ultrasónico. Solamente se podían mostrar formas y dibujos simples debido al poder de procesamiento limitado de la época (Arth et al., 2015).

Figura N° 6: Primer prototipo para Realidad Aumentada creado por Ivan Sutherland en la universidad de Harvard en 1968.

Fuente: Recuperado de <https://media1.britannica.com/eb-media/27/93227-004-02460E1C.jpg>

1970's

Myron Krueger desarrolla METAPLAY con la intención de crear una habitación que contenga interacción en tiempo real entre personas. Se trata de un entorno parecido a una galería de arte con un proyector que permitiría la interacción entre el artista y el observador. La imagen en vivo del observador y una imagen gráfica computarizada dibujada por el artista eran superpuestas en la pantalla y permitían que ambos respondieran con la imagen resultante (Paine, 2002).

Figura N° 7: Ejemplo de la superposición de imágenes de METAPLAY.

Fuente: Recuperado de

<http://thedigitalage.pbworks.com/w/page/22039083/Myron%20Krueger>

1990's

En 1992 Tom Caudell y David Mizell utilizan por primera vez el término “Realidad Aumentada” para referirse a la superposición de material hecho por computadora sobre el mundo real (Arth et al., 2015). Ambos desarrollaban un sistema para facilitar a los trabajadores el colocar arneses de cableado en Boeing Corporation (Agarwal & Thakur, 2014).

AR se convierte en un campo de investigación a finales de los 90 y varias conferencias como el *International Workshop and Symposium on Augmented Reality*, el *International Symposium on Mixed Reality* y el *Designing Augmented Reality Environments workshop* comienzan (Agarwal & Thakur, 2014).

En 1997 Steve Feiner presenta la *Touring Machine*, el primer sistema móvil de Realidad Aumentada (MARS por sus siglas en inglés). El sistema utiliza una pantalla transparente para montar en la cabeza con un rastreador de orientación integral, GPS, acceso remoto a la red, una computadora portátil entre otras cosas.

Figura N° 8: Touring Machine, presentado por Steve Feiner.

Fuente: Recuperado de http://www.manifest-tech.com/society/augmented_reality.htm

2000's

En 2001 Reitmayr y Schmalstieg presentan un sistema móvil de Realidad Aumentada con varios usuarios. Este sistema híbrido contiene la unión de las ideas de AR móvil y la colaboración entre usuarios en un espacio de AR (Arth et al., 2015).

También en 2001 Kooper y MacIntyre crean el RWWW Browser, una aplicación móvil que actúa como interfaz para la World Wide Web. Es el primer navegador con AR (Arth et al., 2015).

En el 2003 se lanza Siemens SX1, con el primer juego comercial con cámara de AR para móviles llamado Mozzies, que consistía en mover el teléfono alrededor y apuntar a mosquitos, superpuestos en el video en vivo capturado por la cámara, con la mira (Arth et al., 2015).

En 2004 The Invisible Train semuestra en DIGGRAPH 2004 Emerging Technologies. Es la primera aplicación multiusuario con AR para dispositivos portátiles (Arth et al., 2015).

En el 2008 METAIO presenta una guía comercial de museo utilizando rastreo de características naturales en una exhibición de arte islámico de 6 meses (Arth et al., 2015).

Figura N° 9: Guía para Museos utilizando Realidad Aumentada con METAIO.

Fuente: Recuperado de <http://augmentedpixels.com/wp-content/uploads/2014/01/untitled-3776.jpg>

2010's

En 2013 los fabricantes de automóviles utilizan AR para reemplazar los manuales de servicio de vehículos. Se tienen aplicaciones como MARTA (Mobile Augmented Reality Technical Assistance) de Volkswagen o Audi AR app (Nelson, 2014).

En 2014 gracias a la llegada de los Smart Glasses, la tecnología de Wearable AR se vuelve tendencia con diferentes compañías desarrollando sus propios dispositivos.

Figura N° 10: Características de hardware de GoogleGlass, uno de los más conocidos proyectos de Wearable AR.

Fuente: Recuperado de <https://its.uiowa.edu/support/article/102167>

Aplicaciones de la Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada es una tecnología que tiene una amplia gama de posibles usos en diferentes áreas de nuestras vidas, debido a que básicamente consta de colocar objetos o información virtual sobre el mundo real. Las posibilidades de uso se han potenciado debido a la expansión de los dispositivos inteligentes, los cuales nos permiten acceder a la AR con mucha más facilidad. A continuación revisaremos algunas de las principales aplicaciones de la Realidad Aumentada.

Educación

En educación, la Realidad Aumentada puede ayudar a los alumnos a entender temas complejos y abstractos que requieren algún tipo de apoyo visual. Este es el caso de temas como sólidos en el curso de matemáticas. Estos son básicamente objetos 3D que serían más fáciles de comprender si fueran visualizados con Realidad Aumentada (en 3D), en lugar de solo en una hoja de libro (solo en 2D). La Realidad Aumentada también puede ayudar a los alumnos en temas de ciencias, como por ejemplo, reacciones químicas, el proceso de fotosíntesis, apreciar y comprender el sistema solar (Wu, 2013), entre otros muchos temas donde un apoyo visual e interactivo como el de la Realidad Aumentada puede facilitar mucho el proceso de aprendizaje de una persona.

Medicina

En el campo de la medicina la AR puede ser usada para que los doctores puedan visualizar exámenes de un paciente de una manera más interactiva (Azuma, 1997), incluso explicárselos para que esta comprenda la importancia del tratamiento a seguir. Puede servir también para que los médicos vean simulaciones de procedimientos u operaciones complicadas y así mejorar su desempeño al momento de realizarlas el mismo.

Marketing

El uso de la Realidad Aumentada en marketing es uno de los más interesantes, ya que permite interactuar a los clientes con los productos de una manera más divertida e innovadora. Un ejemplo es permitirle al usuario poder visualizar un mueble en su sala y ver qué tal se vería, todo esto solo haciendo uso de su smart phone, antes de comprar el mueble realmente (3 Retail Giants, 2016).

Arquitectura

En el área de la arquitectura, la Realidad Aumentada permitiría visualizar planos complejos de manera sencilla y detallada gracias a la generación de gráficos y estructuras 3D, superponiendo virtualmente cualquier tipo de información relevante para apoyar la labor del arquitecto al momento de hacer algún tipo de evaluación sobre una construcción o comunicar sus ideas a otros colegas (How LSI Architects replaces).

Entretenimiento

La Realidad Aumentada dentro de la industria del entretenimiento tiene muchas posibilidades de uso, principalmente en videojuegos debido a que podemos traer los personajes de nuestros juegos al mundo real e interactuar con ellos. De la misma manera, podemos realizar misiones del juego en lugares de nuestra propia localidad. Esto es permitido gracias al uso del GPS incorporado en nuestros dispositivos móviles (Broll, Ohlenburg, Lindt, Herbst & Braun, 2006).

Capítulo 4. Estado del Arte

Para el presente capítulo se realizó una revisión de la literatura disponible acerca de la situación actual y tendencia del mercado de aplicaciones que utilizan Realidad Aumentada, así como las empresas desarrolladoras que están participando activamente en este mercado. Finalmente, se exponen ejemplos de aplicaciones de Realidad Aumentada que actualmente ya están disponibles en el mercado para su adquisición.

Revisión de la Literatura

En esta sección se realizó una investigación del mercado de Realidad Aumentada, y de las principales empresas que integran este mercado. Para esto nos basamos en investigaciones a cargo de diferentes empresas consultoras, las cuales elaboraron sus respectivos artículos aproximadamente durante los últimos 5 años. Cabe destacar que los mercados de la Realidad Aumentada y Realidad Virtual se encuentran muy relacionados, debido a que ambas tecnologías comparten componentes de software y hardware similares pero con aplicaciones diferentes. Por este motivo mencionaremos datos sobre ambas tecnologías, pero resaltando los más importantes en relación a la Realidad Aumentada, la cual es el tema del presente trabajo.

Mercado de la Realidad Aumentada

Durante los últimos años la presencia de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual ha experimentado un crecimiento importante en el entorno tecnológico global, además, se proyecta que continúe posicionándose ampliamente entre los consumidores y empresas desarrolladoras de software y hardware en todo el mundo.

El crecimiento de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual se evidencia en las ganancias proyectadas a futuro generadas por cada tecnología. Digi-Capital (Augmented/Virtual Reality to hit, 2015) proyecta que para el año 2020 la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual podrían alcanzar los 150 billones de dólares en ganancias. De esta cantidad, la Realidad Aumentada generaría 120 billones y la Realidad Virtual 30 billones de dólares.

Figura N° 11: Proyección de las ganancias generadas por AR/VR hasta el año 2020.

Fuente: Augmented/Virtual Reality to hit, 2015.

Vemos que las proyecciones de la Realidad Aumentada predicen un crecimiento sostenido de la popularidad de esta tecnología a través de los años. Esta tendencia de la Realidad Aumentada superando las cifras de la Realidad Virtual se evidencia también en las proyecciones en ventas de los dispositivos hardware para cada tecnología. Las proyecciones publicadas por MarketsandMarkets sostienen que las ganancias en ventas de dispositivos para AR alcanzarán los 659.98 millones de dólares para el 2018, mientras que en el caso de la Realidad Virtual las ganancias alcanzarán los 407.51 millones de dólares para el mismo año (Augmented Reality and Virtual Reality Market, 2014). Como dato adicional en cuanto a la cantidad de dispositivos vendidos que soporten aplicaciones AR/VR, CCS Insights proyecta que se venderá un total de 24 millones de unidades correspondientes a ambas tecnologías también para el 2018 (Augmented and Virtual Reality Devices, 2015), lo que evidencia que no solo el mercado de software de AR/VR se expandirá, sino también el de hardware que soporte estas tecnologías.

En este sentido, Digi Capital elaboró también un gráfico donde se puede visualizar los tipos de productos en los que se aplicaría cada tecnología (Figura N° 12) usando como base las cifras de su proyección hacia el año 2020 (la cual se mostró en la Figura N° 11).

Figura N° 12: Proyección de las ganancias generadas por AR/VR hasta el año 2020 segmentado por los tipos de productos vendidos.

Fuente: Augmented/Virtual Reality to hit, 2015.

Los gráficos muestran que ambas tecnologías serán aplicadas en diferentes tipos de productos, principalmente en el desarrollo de hardware, comercio y manejo de información en el caso de la Realidad Aumentada. La diversidad de las áreas en las que se podrá aplicar estas tecnologías no solo se debe a la versatilidad de las mismas sino también al gran interés que han despertado en diferentes empresas desarrolladoras de software y hardware en el mundo.

Empresas Desarrolladoras

Actualmente existen muchas empresas a las cuales les interesa el mercado de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual. Muchas de ellas ya empezaron a movilizar sus capitales para invertir en proyectos AR/VR o para adquirir pequeñas empresas o startups que ya se perfilan como importantes competidores, de esta manera, aseguran su participación en un mercado tan importante como este.

Goldman Sachs Group realizó un cuadro donde muestra los movimientos más importantes de las grandes empresas tecnológicas en los últimos años (Virtual & Augmented Reality, 2016).

Figura N° 13: Movimientos más recientes de las grandes empresas tecnológicas dentro del mercado de AR/VR.

Company	Date	Details
Qualcomm	Jan-12	Raised seed funding for the mobile augmented reality startup Blippar
Google	Apr-12	Introduced augmented reality glasses, Google Glass, to the public
Sony	Mar-14	Sony announces Project Morpheus, later renamed PlayStation VR
HP	Mar-14	Launched Aurasma 3.0, an augmented reality platform that it acquired through Autonomy
Facebook	Mar-14	Acquired Oculus, a virtual reality startup, for \$2bn
Samsung	Sep-14	Revealed its own head-mounted display, Samsung Gear VR, partnering with Oculus
Google	Oct-14	Invested \$542mn in the startup Magic Leap
Intel	Apr-15	Invested in Series A funding for the virtual reality startup WorldViz
Apple	May-15	Reportedly acquired Metaio, an augmented reality software maker
Disney	Sep-15	Led a \$65mn funding round in Jaunt, a VR content startup
Microsoft	Oct-15	Acquired Havok, a 3D physics engine used for videogames
Comcast & Time Warner	Nov-15	Participated in a \$30.5mn funding round for NextVR, which captures live events in VR
Apple	Nov-15	Acquired Faceshift, a facial recognition capture and animation company
Fox	Jan-16	Acquired minority stake in Osterhout Design Group, a VR/AR HMD maker

Fuente: Virtual & Augmented Reality, 2016.

Vemos que las grandes empresas ya empezaron a participar activamente de este nuevo mercado de AR/VR. Además de muchas otras empresas, las cuales aportan variados productos y servicios dentro de las siguientes tres categorías: contenido (juegos, películas y tv, salud, educación y social), hardware y distribución (dispositivos montados en la cabeza del usuario, controladoras, tarjetas gráficas, etc.) y plataformas de software y servicios de entrega (herramientas de creación de contenido, software de captura de movimiento, videos, motores de juegos, alojamiento de archivos, entre otros servicios).

Figura N° 14: Empresas participantes del mercado de AR/VR.

Fuente: Augmented/Virtual Reality to hit, 2015.

Esto sin mencionar que diariamente nuevas empresas se unen a la competencia. A la fecha de redacción de este trabajo, Angelist reporta que existen 183 compañías que figuran en la categoría de Realidad Virtual y 336 startups en la de Realidad Aumentada (Angelist, 2016). Todas estas organizaciones hacen a este mercado muy rico y dinámico.

Cabe mencionar que, a pesar de la constante aparición de nuevas empresas listas para integrarse al mercado de AR/VR, este se encuentra actualmente liderado por un grupo de gigantes tecnológicos, los cuales acaparan el mayor movimiento en la actualidad.

Figura 15: Empresas tecnológicas líderes en el mercado de AR/VR.

Fuente: Augmented/Virtual Reality to hit, 2015.

Ejemplos de Aplicaciones actuales que usan Realidad Aumentada.

En esta sección mencionaremos algunos ejemplos de aplicaciones móviles que utilizan Realidad Aumentada, los 5 primeros se encuentran actualmente disponibles para su descarga en su tienda de aplicaciones respectiva y los dos restantes son aplicaciones desarrolladas como parte de la elaboración de un artículo de investigación de sus autores.

Ingress

Es un videojuego multijugador desarrollado por Niantic para dispositivos móviles similar a Pokémon GO, en el que los jugadores deben unirse a una de las dos facciones virtuales,

“Enlightened” o “Resistance”, y salir a las calles para recolectar un recurso llamado “Materia Exótica” así como encontrar y capturar portales en diferentes edificios o sitios públicos comunes que permitirán crear campos virtuales en diversas áreas.

Figura 16: Capturas de pantalla del videojuego Ingress.

Fuente: Recuperado de <https://a2ua.com/ingress/ingress-004.jpg>

Layar

Es una aplicación móvil que permite acceder a información adicional sobre artículos publicitarios como paneles, revistas o códigos QR utilizando Realidad Aumentada. La aplicación permite que se utilice la cámara de un Smartphone para poder observar contenido multimedia con información sobre descuentos, páginas de internet o productos similares.

Figura N° 17: Captura de pantalla de Layar.

Fuente: Recuperado de
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.layar&hl=es>

Google Translate

La aplicación de traducción de Google trae consigo la nueva funcionalidad de poder usar la cámara para apuntar directamente a palabras escritas en otro idioma y poder ver en tiempo real la traducción utilizando Realidad Aumentada. Esta aplicación resultaría bastante útil durante viajes al extranjero donde las señalizaciones están en idiomas diferentes.

Figura N° 18: Google Translate.

Fuente: Recuperado de <http://ashtoncampion.com/la-utilidad-de-google-translate/>

Crayola Color Alive

Esta aplicación permite a los niños colorear cuadernos de dibujos interactivos y luego apuntar con la cámara del dispositivo móvil a estos y mediante Realidad Aumentada ver como “cobran vida” y se mueven.

Figura N° 19: Captura de Pantalla de Crayola Color Alive.

Fuente: Recuperado de <http://www.lifewithlisa.com/crayola-color-alive>

Star Walk

Esta aplicación utiliza el GPS, los sensores y la cámara del dispositivo móvil para mostrar información en tiempo real sobre diferentes objetos en el cielo, tales como planetas, galaxias y constelaciones. Además permite visualizar cómo se vería el cielo en el pasado o cómo se verá en el futuro.

Figura N° 20: Star Walk.

Fuente: Recuperado de <http://inspiracionalrededor.com/2013/09/star-walk-app/>

Gremlings In My Mirror

Esta es una aplicación desarrollada como parte de la elaboración de un artículo científico (paper) de sus autores. Esta aplicación tiene como fin enseñar habilidades lógico matemáticas a los niños usando el método llamado “Aprendizaje basado en juegos digitales” y consta de dos mini juegos llamados “It's Raining Gremlings” y “The Gremvolution”. El juego emplea Realidad Aumentada para hacerlo más atractivo, debido a que es una de las tendencias tecnológicas en desarrollo de software en la actualidad. Adicionalmente, Gremlings In My Mirror fue diseñado pensando también en las necesidades de aprendizaje de los niños con Desorden Hiperactivo y Déficit de Atención (Tobar-Muñoz, Fabregat & Baldiris, 2014).

Figura N° 21: Gremlings In My Mirror: (1) It's Raining Gremlings y (2) The Gremvolution.

(1)

(2)

Fuente: Tobar-Muñoz, Fabregat & Baldiris, 2014.

Las conclusiones de esta investigación fueron alcanzadas mediante la realización de una visita a un colegio, en la que se permitió a un total de 20 niños con y sin necesidades especiales jugar libremente con la aplicación desarrollada. Se pudo observar que ambos grupos completaron todos los niveles del juego sin problemas, aunque se notó que los niños con necesidades especiales tomaron, ligeramente, un poco más de tiempo en cumplir los objetivos del juego. Adicionalmente, se recogió feedback del profesor que presenció toda la sesión de observación. El profesor indicó que pudo apreciar el disfrute de los niños al usar el juego, pero más importante aún, la concentración con la que jugaban los distintos niveles. Esta concentración es la que se busca desarrollar en ambos grupos de niños, pero especialmente aquellos con necesidades especiales. Por otro lado, expresó que los niños

pudieron entender conceptos lógico matemáticos fácilmente mediante el juego, lo cual también era uno de los objetivos de la investigación (Tobar-Muñoz, Fabregat & Baldiris, 2014).

El aporte de este paper a nuestro proyecto es el método de validación que utilizaron. La sesión de juego, a modo de focus group, que realizaron les permitió validar que su aplicación cumpliera los objetivos para los que fue desarrollada. En nuestro proyecto, que también es un juego, nos fue muy útil poder validar la aceptación de nuestro juego con el público objetivo, de la misma manera que los investigadores lo hicieron.

ABC3D

Este también es un juego desarrollado como parte de la elaboración de un paper de sus autores. Tiene como finalidad ayudar a mejorar la alfabetización en niños mediante el uso de la Realidad Aumentada. Consta de dos módulos, el reconocimiento de letras y la recolección de objetos. En el primero, el niño escribe una letra en un papel y luego escanea la letra con la aplicación, luego el juego muestra un objeto cuyo nombre empiece con esa letra usando Realidad Aumentada. En el segundo módulo se invita al niño a buscar objetos cuyos nombres inicien con esa misma letra, dicha búsqueda se hace en un mundo virtual mostrado dentro de la misma aplicación. Con cada objeto encontrado se aumenta un contador que determina cuando la misión ha terminado. Finalmente el proceso se repite con otra letra escrita por el niño (Bhadra et al., 2016).

Figura N° 22: ABC3D.

Fuente: Bhadra et al., 2016.

Las conclusiones de este paper son que el juego desarrollado tiene un enfoque educativo (en este caso, contribuir a la alfabetización), que a futuro será ampliamente usado junto con las diferentes tecnologías emergentes, como la Realidad Aumentada. Los autores tienen planeado probar la aplicación con usuarios reales en el futuro para validar el cumplimiento de sus objetivos propuestos.

El aporte de este trabajo a nuestro proyecto se encuentra en las tecnologías utilizadas para el desarrollo de la aplicación. Los investigadores utilizaron Unity como motor de videojuegos y Vuforia como el SDK de Realidad Aumentada, el cual brinda un conjunto de herramientas ya desarrolladas para ser integradas al juego. En nuestro proyecto nosotros decidimos utilizar las mismas tecnologías para el desarrollo de nuestra aplicación, al ver que son ampliamente utilizadas para el desarrollo de juegos y el uso de la Realidad Aumentada en ellos.

Capítulo 5. Desarrollo del Proyecto

El presente capítulo describe el proceso de desarrollo del producto, desde las primeras pruebas de concepto, pasando por tareas como el desarrollo de los personajes, arquitectura y construcción de la aplicación, hasta llegar al producto final.

Concepto del Juego

El videojuego que desarrollamos se basa en un juego de cartas ya existente llamado Yu-Gi-Oh! Trading Card Game perteneciente a Konami. El juego consta de una batalla entre los monstruos de dos personas. Existen 4 tipos de cartas usadas en el juego. Estas son los monstruos normales, las cuales sirven para invocar monstruos comunes que solo tienen la habilidad de atacar y recibir ataques; los monstruos efecto, los cuales son monstruos con las mismas funciones a los anteriores pero que tienen alguna habilidad especial oculta; las cartas mágicas, las cuales son cartas que suelen tener consecuencias que benefician al controlador de la carta o afectan de algún modo al desarrollo del juego; y las cartas trampa, las cuales son cartas capaces de realizar acciones que perjudican al oponente. Nuestro proyecto utiliza básicamente las mismas reglas del juego original pero integrando el uso de la Realidad Aumentada en dispositivos móviles, específicamente tablets, permitiendo la visualización de los personajes del juego como si estos fueran reales.

Conceptos de Software

Para el desarrollo del videojuego se utilizaron diferentes tecnologías, frameworks y herramientas propias de la ingeniería de software que nos permitieron construir un producto de calidad. La selección de una tecnología sobre otras similares se detalla a continuación:

Vuforia

Para la realización del proyecto se tenían dos opciones iniciales como framework de realidad aumentada.

Metaio, por un lado, es una plataforma para desarrollar contenido y aplicaciones con Realidad Aumentada, cuenta con Metaio SDK y Metaio Creator; así mismo, cuenta con un servicio en la nube llamado Augmented Reality Cloud Service. Sin embargo, Metaio dejó de ofrecer servicios y productos tras ser comprado por la compañía Apple.

La plataforma de Realidad Aumentada Vuforia, por otro lado, ofrece una amplia gama de características para el desarrollo, ofrece múltiples objetivos de detección y varias plataformas y sistemas operativos sobre los cuales desarrollar. Se eligió Vuforia para el desarrollo del proyecto debido a que ofrece una rápida integración con el motor de juegos Unity y porque posee una característica de reconocimiento especial de imágenes llamados “frame markers”, los cuales pueden colocarse sobre otras imágenes, en nuestro caso las cartas, y no consumen mucho poder de procesamiento, por lo que se ajustan perfectamente a los dispositivos móviles.

Figura N° 23: Logotipo de Vuforia.

Fuente: Recuperado de <https://www.vuforia.com>

Unity

El juego será desarrollado para Tablets con Android OS, por ello se contaban con dos opciones principales: Android Studio y Unity.

Android Studio es el IDE oficial de Android y es la herramienta principal usada para el desarrollo de aplicaciones en este SO, tanto para Smartphones, Tablets, Smart TVs y Smartwatches.

Unity es un motor de videojuegos multiplataforma, y soporta el desarrollo para consolas de sobremesa, PC y dispositivos móviles. Así mismo permite la integración con diversas herramientas de terceros, entre ellas Vuforia.

Se eligió Unity debido a la facilidad de uso que tiene, la facilidad de integración con tecnologías como Blender y Vuforia, la integración con el Android SDK y el Asset Store que permite utilizar diversos paquetes de modelos, efectos y plugins.

Figura N° 24: Logotipo de Unity.

Fuente: Recuperado de <https://www.unity3d.com>

Blender

Para el desarrollo del juego es necesario contar con una herramienta de modelado 3D para poder crear y animar los personajes que se mostrarán durante toda la partida.

Existen diversos programas para el modelado 3D, tales como:

Autodesk 3D Studio Max, que cuenta con diversas características y un gran número de formatos de exportación. Sin embargo, esta herramienta es de uso comercial y requiere una licencia para poder ser utilizada.

SketchUp, por su parte tiene una interfaz limpia y sencilla, es fácil de usar y cuenta con su propio repositorio de modelos. Además, es gratuito mientras su uso no sea comercial.

Maya, es una herramienta bastante completa y orientada al modelado para videojuegos, cuenta con muchísimas características de modelado, animación, renderizado y efectos gráficos. Sin embargo, al igual que 3D Studio Max, es necesaria una licencia comercial para poder usarla.

Blender, finalmente, es la herramienta que se eligió para el desarrollo y animación de los modelos. Es completamente Open Source por lo que no requiere ningún tipo de licencia, cuenta con múltiples tipos de formato de exportación y se integra fácilmente con Unity. Además, cuenta con una gran variedad de atajos personalizables, los cuales aceleran en gran medida el desarrollo de los modelos.

Figura N° 25: Logotipo de Blender.

Fuente: Recuperado de <https://www.blender.org>

Bluetooth

Se tienen dos opciones para la comunicación entre las tablets: Wifi y Bluetooth.

Por un lado, el Wifi ofrece una mejor velocidad de conexión, así como la posibilidad de una mayor distancia entre un dispositivo y otro utilizando conexión P2P. Así mismo, es incluso posible conectar dos dispositivos desde cualquier parte del mundo si es que se cuenta con un servidor dedicado.

Por otro lado, bluetooth no requiere de un modem o punto de acceso sobre el cual conectarse, por lo que ofrece mucha más portabilidad. Además, las conexiones por bluetooth utilizan menos energía del dispositivo que las conexiones Wifi, alargando la duración de la batería.

Se eligió la tecnología Bluetooth principalmente debido al concepto del juego original, en el que se puede llevar a cabo una partida en cualquier lugar. Al ser no depender de una red Wifi para poder jugar, se tiene un mayor rango de libertad de lugares.

Para este proyecto, se utilizó un Plugin de Unity llamado “Android & Microcontrollers / Bluetooth” que se encuentra en el Asset Store; el plugin permite conectar dos dispositivos Android y trae todo el código fuente y la documentación.

Figura N° 26: Logotipo Referencial de la tecnología Bluetooth.

Fuente: Recuperado de <http://logok.org/wp-content/uploads/2014/09/Bluetooth-logo.png>

Bitbucket

Este es un repositorio de código basado en la tecnología de versionamiento Git. Esta herramienta, a diferencia de otras como GitHub, nos permitió poseer un repositorio privado en el cual trabajar de manera remota y llevar un control de cambios sobre el código de nuestro producto software a través de su interfaz cliente Sourcetree.

Figura N° 27: Logotipo de Bitbucket.

Fuente: Recuperado de <https://www.atlassian.com>

Figura N° 28: Logotipo de SourceTree.

Fuente: Recuperado de www.sourcetreeapp.com

Figura N° 29: Repositorio del proyecto en Bitbucket.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 30: Repositorio del proyecto en SourceTree.

Fuente: Elaboración Propia.

SQLite

Es una base de datos muy ligera y auto-contenida que puede ser embebida en los dispositivos móviles o sus aplicaciones. En este proyecto fue usado para contener los datos del juego y las características de cada carta, como su nombre, descripción, puntaje de ataque, puntaje de defensa, nivel, atributo, tipo de personaje, etc. Adicionalmente se utilizó DB Browser for SQLite como manejador de la base de datos.

Figura N° 31: Logotipo de SQLite.

Fuente: Recuperado de www.sqlite.com

Figura N° 32: Base de datos del proyecto en SQLite.

id	name	description	atk	def	level	attribute_id	character_type_id	trigger_id
1	AncientElf	This elf is ru...	1450	1200	4	1	1	NULL
2	BeaverWarrior	What this cre...	1200	1500	4	2	2	NULL
3	BlueEyesWhit...	This legendar...	3000	2500	8	1	3	NULL
4	CelticGuardian	An elf who le...	1400	1200	4	2	4	NULL
5	CurseOfDragon	A wicked drag...	2000	1500	5	3	3	NULL
6	DarkMagician	The ultimate ...	2500	2100	7	3	1	NULL
7	DragonZombie	A dragon revl...	1600	0	3	3	5	NULL
8	FeralImp	A playful little ...	1300	1400	4	3	6	NULL
9	GaiaTheFierc...	A knight whos...	2300	2100	7	2	4	NULL
10	IllusionistFac...	Manipulated e...	2200	2200	5	3	1	NULL
11	JudgeMan	This club-wiel...	2200	1500	6	2	4	NULL
12	MysticalElf	A delicate elf ...	800	2000	4	1	1	NULL
13	MysticClown	Nothing can st...	1500	1000	4	3	6	NULL
14	RedEyesBlack...	A ferocious dr...	2400	2000	7	3	3	NULL
15	SilverFang	A snow wolf t...	1200	800	3	2	7	NULL

Fuente: Elaboración Propia.

Scrum

El framework Ágil Scrum fue utilizado durante el desarrollo de aplicación. Este nos permitió organizar todo el trabajo requerido en Historias de Usuario, trabajadas de manera iterativa e incremental en varios sprints de una semana. Esta organización facilitó un avance rápido y controlado del software al trabajar en conjunto con los alumnos recursos de las diferentes carreras que nos apoyaron.

Figura N° 33: Flujo de trabajo del framework Scrum.

Fuente: Recuperado de <https://www.scrumalliance.org>

PMBOK

Esta metodología fue utilizada para gestionar el proyecto en general. Nos permitió interactuar con los roles de gerentes y cliente en el entorno de las empresas virtuales. Gracias a esta metodología se llevó un control adecuado de proyecto y su avance.

Diagrama de Arquitectura Lógica

El diagrama de Arquitectura lógica fue elaborado con la finalidad de mostrar cómo las diferentes tecnologías trabajan de manera conjunta y organizada en capas para componer el producto software desarrollado en este proyecto. Esta arquitectura es explicada con mayor detalle en el punto 5.5.1 Arquitectura Lógica. Adicionalmente se adjunta el documento de Arquitectura de Software en el Anexo 10.

Diagrama de Arquitectura Física

El diagrama de Arquitectura física fue elaborado para mostrar la comunicación entre los dispositivos móviles, en este caso tablets. Esta arquitectura es explicada con mayor detalle en el punto 5.5.2 Arquitectura Física. Adicionalmente se adjunta el documento de Arquitectura de Software en el Anexo 10.

Pruebas de Concepto

Las pruebas de concepto (POC) fueron la primera etapa del desarrollo del proyecto. Para esto se planificó una lista de POC de las principales funcionalidades que serían necesarias para el juego, lo que nos permitió adquirir un conjunto de importantes conocimientos con los que posteriormente pudimos empezar el desarrollo del juego en sí mismo. Se acordó investigar e implementar cada una de las pruebas de concepto que se listan a continuación.

- Reconocimiento de Imágenes.
- Esqueletos en Blender.
- Modelos animados en Unity.
- Framemarkers en Unity
- Interacción en Unity
- Efectos animados en Unity
- Ataques en Unity

- Interfaz en Unity
- Interacción entre personajes en Unity
- Menús de personajes en Unity
- Interacción de personajes con menú en Unity
- Sincronización entre tablets

Desarrollo de Personajes

Para el desarrollo del juego fue necesario el desarrollo de personajes que luego se podrían visualizar mediante la Realidad Aumentada. El desarrollo de personajes se trabajó en paralelo al desarrollo de las pruebas de concepto. A continuación, se detalla el proceso de desarrollo por tipo de personajes.

Monstruos Normales y Monstruos Efecto

Los Monstruos Normales y Efecto son los tipos de carta que poseen un personaje monstruo para ser mostrado en el juego a través de la Realidad Aumentada, por lo que fueron necesarios dos procesos, el modelado y la animación para cada personaje. El modelado se llevó a cabo en la herramienta llamada Blender, con ella se modelaron y texturizaron todos los personajes requeridos, acordándose utilizar modelos con bajo poligonaje para no hacer muy pesado el funcionamiento de la aplicación. Por otro lado, el proceso de animación de los personajes se trabajó desde la herramienta Unity, la cual fue utilizada como motor del juego. Para este proyecto se modelaron y animaron un total de 23 personajes, de los cuales cada uno tiene 3 animaciones que son ataque, estado estacionario y recibir daño.

Figura N° 34: Personaje Dragón Negro de Ojos Rojos.

Fuente: Elaboración Propia.

Cartas Mágicas y Cartas Trampa

Las Cartas Mágicas y Trampa son tipos de carta que no poseen un personaje para ser mostrado en el juego, pero si poseen efectos visuales como partículas, chispas, imágenes entre otros que aparecen al momento de activar sus habilidades. Por lo que solo se requirió agregar los mencionados efectos a través de la herramienta Unity. Para este proyecto se agregaron efectos visuales a un total de 17 cartas.

Figura N° 35: Carta Mágica Graceful Charity.

Fuente: Elaboración Propia.

Arquitectura de la Aplicación

Para el juego desarrollado se definió una arquitectura capaz de soportar las funciones planeadas usando como base el conocimiento ganado en las pruebas de concepto realizadas.

Arquitectura Lógica

La arquitectura lógica del producto muestra la interacción cliente - servidor entre dos dispositivos en los que se instalaron exactamente la misma aplicación móvil del juego que desarrollamos. Esta aplicación contiene los siguientes componentes.

- El sistema operativo Android 4.1.2, el cual soporta el resto de componentes de la aplicación.
- Unity, es el motor de juego. Sirve de puente entre el sistema operativo del dispositivo, la lógica de la aplicación y los otros componentes del producto.
- Android & Microcontrollers / Bluetooth 3.6.1 es un plugin de Unity que provee la funcionalidad de conexión entre dispositivos Android a través del Bluetooth.
- Vuforia es un package de Unity, el cual permite agregar la funcionalidad de la Realidad Aumentada para reconocimiento de marcadores.
- SQLite es la base de datos que utiliza la aplicación para obtener la información de cada carta.
- App Yu-Gi-Oh! representa la aplicación desarrollada por nosotros, la cual está soportada por todos los otros componentes descritos.

Figura N° 36: Arquitectura Lógica.

Fuente: Elaboración Propia.

Arquitectura Física

La arquitectura física de la aplicación muestra dos dispositivos Android, tablets específicamente, las cuales se conectan vía Bluetooth 4.0 WPAN, actuando una tablet como servidor y la otra como cliente.

Figura N° 37: Arquitectura Física.

Fuente: Elaboración Propia.

Desarrollo de la Aplicación

Como se mencionó anteriormente el proyecto inició con un conjunto de pruebas de concepto, las cuales nos brindaron los conocimientos necesarios para afrontar el desarrollo formal de nuestra aplicación. Gracias a estas se pudo planear adecuadamente las funcionalidades, componentes y herramientas necesarias para el producto.

La principal herramienta en la que se dio el desarrollo central del producto fue el motor de juego Unity, la cual posee una vasta cantidad de características que favorecen el desarrollo de juegos de calidad. Unity basa su funcionamiento en la programación orientada a componentes mediante scripts en el lenguaje C#. Fue en esta herramienta en la que se empezó a programar la estructura de la aplicación sobre la que se integraron los personajes modelados y animados de las diferentes cartas a utilizar en nuestro juego exportando los mismos desde la herramienta Blender.

Luego de la exportación e integración, se procedió a iniciar la visualización de los personajes en el juego. Para esto fue necesario utilizar en nuestra aplicación un package llamado Vuforia. Este provee toda la funcionalidad relacionada a la Realidad Aumentada, como framemarkers (o marcadores) prediseñados, reconocimiento de imágenes, reconocimiento de marcadores, visualización de personajes 3D en AR, etc. Una vez instalado este componente se pudo empezar a visualizar los personajes modelados de nuestro juego. Se

asignó a cada carta un framemarker específico que la identificará y diferenciará del resto, con lo que Vuforia fue capaz de posicionar los personajes o efectos visuales sobre sus respectivas cartas. Adicionalmente, se creó una base de datos en SQLite para ser usada por nuestra aplicación, la cual tiene como fin almacenar la información relevante de cada carta para ser usada en nuestro juego.

El último paso fue integrar otro componente importante en nuestra aplicación, el plugin Android & Microcontrollers / Bluetooth el cual proporcionó la funcionalidad de sincronización y comunicación entre tablets a través del bluetooth. Este plugin permitió implementar la arquitectura cliente –servidor entre dispositivos, gracias a la que los usuarios pueden jugar con normalidad y ver que sus ataques e interacciones con el juego se actualizan instantáneamente en sus respectivos dispositivos.

Desarrollo de la Interfaz

En el desarrollo de la interfaz del juego se buscó utilizar colores y fuentes acordes a la temática del juego, por lo que se utilizó el contraste de colores claros y oscuros, además del uso de fuentes y formas que se asemejen a la escritura egipcia. Se dispuso que en la parte superior de la pantalla se muestre la información relevante para los jugadores acerca del juego en curso como los puntajes de cada jugador y una breve descripción de los personajes en el juego. Así mismo, en la parte inferior de la pantalla se muestran las distintas fases por las que el juego pasa en cada turno de los jugadores. Para el diseño de esta interfaz fue necesaria la ayuda de una alumna de la carrera de diseño profesional gráfico de la UPC y la herramienta Adobe Illustrator.

Figura N° 38: Interfaz general del juego.

Fuente: Elaboración Propia.

Desarrollo de las Cartas

Como se mencionó en la anteriormente cada carta está relacionada a un marcador específico, el cual la identifica del resto de cartas. Por este motivo fue necesario agregar ese marcador asignado a las cartas físicas con las que los usuarios jugarán al ser terminado el producto. Para esto se necesitó también la ayuda de una alumna de la carrera de diseño profesional gráfico de la UPC y la herramienta Adobe Illustrator para diseñar una versión personalizada de las cartas del juego que contengan los marcadores usados en nuestra aplicación. Fue así que se añadió un marcador específico en el contorno de la imagen central de cada carta, para posteriormente proceder a imprimirlas con estos nuevos diseños.

Figura N° 39: Cartas del juego.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 40: Impresión de las cartas del juego.

Fuente: Elaboración Propia.

Desarrollo del Campo

Para el juego desarrollado, al igual que en el punto anterior, fue necesario diseñar e imprimir una versión personalizada del campo de juego, debido a que fue necesario agregar un marcador en el centro del campo para nuestra aplicación pueda mostrar en ese lugar los diferentes efectos visuales de las cartas mágicas y trampa. Para esto se necesitó también la ayuda de una alumna de la carrera de diseño profesional gráfico de la UPC y la herramienta Adobe Illustrator.

Figura N° 41: Campo del juego.

Fuente: Elaboración Propia.

Desarrollo de los Soportes

El proyecto requirió diseñar y construir soportes para las tablets, con la finalidad de que los usuarios tuvieran las manos libres para sostener las cartas y jugar de manera normal. Para este fin, se diseñaron planos para la construcción de dos soportes de madera con la ayuda de una alumna de la carrera de arquitectura de la UPC. Finalmente, se mandó a construir los dos soportes para las tablets en madera Pino.

Figura N° 42: Planos de los soportes.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 43: Soporte de Tablet.

Fuente: Elaboración Propia.

Validación de la Aplicación

Planeamiento

La validación del producto tiene como finalidad evaluar la respuesta a la aplicación de los usuarios finales para cumplir el cuarto objetivo específico del proyecto. Para esto se planteó en el indicador de éxito del mencionado objetivo la realización de una exposición del producto desarrollado o focus group frente a alumnos y algunas autoridades de la universidad. Se acordó que durante esta exposición se recogerían las impresiones y cualquier feedback que los usuarios pudieran proveer para mejorar el producto y volver a validarlo, en caso de no alcanzar el porcentaje de aceptación definido en el indicador de éxito, el cual es del 90% de los asistentes al focus group. Para la recolección del mencionado feedback se acordó realizar una breve encuesta a los asistentes, la cual contenía las siguientes preguntas:

1. ¿Del 1 al 5, crees que es el proyecto Desarrollo de Videojuego con Augmented Reality es innovador y atractivo?
2. ¿Del 1 al 5, crees que las aplicaciones que utilizan Realidad Aumentada son atractivas para los usuarios?
3. ¿Del 1 al 5, crees que la Realidad Aumentada puede ser aplicada en el desarrollo de juegos?

Donde los significados de las respuestas eran 1: Nada, 2: Poco, 3: Regular, 4: Bastante y 5: Mucho. Adicionalmente, se agregó una pregunta libre para recoger posibles mejoras al juego:

4. ¿Qué crees que se podría mejorar del proyecto?

Desarrollo

La exposición se llevó a cabo según lo planeado teniendo como asistentes la decana de la facultad de diseño, el coordinador de la carrera de ingeniería de software y alumnos de los primeros ciclos también de ingeniería de software. Durante la presentación se explicó de qué trataba el proyecto, qué herramientas y tecnologías se utilizaron, que personas y roles participaron, además de responder las preguntas de los asistentes. Luego, se procedió a demostrar el funcionamiento de la aplicación mediante la realización de un juego básico entre los jefes de proyecto. Los asistentes también tuvieron la oportunidad de interactuar ellos mismos con el juego. Finalmente, se procedió a la recolección de feedback mediante el llenado de las encuestas por parte de los alumnos asistentes. En total el focus group duró 3 horas contando con la asistencia de 40 personas.

Figura N° 44: Jefes de Proyecto explicando el juego.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 45: Alumnos interactuando con el juego.

Fuente: Elaboración Propia.

Resultados

Los resultados de la validación del producto fueron alcanzados a través del análisis de las encuestas llenadas por los asistentes al focus group. A continuación se muestra una tabla con la cantidad de personas que respondieron cada opción de cada pregunta:

Tabla N° 3: Tabla de respuestas a encuesta de validación

	Nada	Poco	Regular	Bastante	Mucho
1. ¿Crees que es el proyecto Desarrollo de Videojuego con Augmented Reality es innovador y atractivo?	0	1	2	25	12
2. ¿Crees que las aplicaciones que utilizan Realidad Aumentada son atractivas para los usuarios?	0	0	2	14	24
3. ¿Crees que la Realidad Aumentada puede ser aplicada en el desarrollo de juegos?	0	0	2	12	26

Fuente: Elaboración Propia.

La pregunta más importante de nuestra encuesta es la número 1, ya que es una pregunta directa para saber si el usuario considera innovador y atractivo el producto desarrollado.

Se acordó que para considerar que el usuario está de acuerdo en que la aplicación desarrollada es innovadora y atractiva se deben considerar solamente las opciones Bastante y Mucho. Por lo que los porcentajes alcanzados en esta pregunta fueron los siguientes:

Figura N° 46: Gráfico circular de las respuestas a la pregunta 1 de la encuesta de validación.

Fuente: Elaboración Propia.

Vemos el porcentaje de aceptación de los usuarios alcanza el 93%, cumpliendo lo definido en el indicador de éxito del cuarto objetivo específico.

En el caso de las preguntas 2 y 3, las cuales tienen como finalidad corroborar las respuestas de los usuarios a la pregunta 1 y conocer su percepción sobre el mercado de la Realidad

Aumentada en el Perú, mediante la exploración de sus opiniones respecto al atractivo de esta tecnología y su uso en el desarrollo de juegos como el nuestro, los porcentajes alcanzados fueron los siguientes:

Figura N° 47: Gráfico circular de las respuestas a la pregunta 2 de la encuesta de validación.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 48: Gráfico circular de las respuestas a la pregunta 3 de la encuesta de validación.

Fuente: Elaboración Propia.

Como vemos, los usuarios respondieron principalmente las opciones Bastante y Mucho de ambas preguntas, es decir, los usuarios creen que la Realidad Aumentada es atractiva y puede ser aplicada al desarrollo de juegos, lo cual se relaciona y reafirma las respuestas obtenidas en la pregunta 1.

En conclusión, gracias al análisis de la encuesta a las 40 personas que asistieron a nuestra exposición de validación, podemos decir que el producto ha sido correctamente validado con los usuarios y se ha alcanzado el porcentaje de aceptación deseado.

Finalmente, cabe mencionar las principales respuestas obtenidas en la última pregunta 4. ¿Qué crees que se podría mejorar del proyecto? Las cuales fueron las siguientes:

- Integrar más cartas del juego, ya que actualmente se siguen creando cartas nuevas oficiales del juego.
- Agregar más animaciones para asemejarlo a los juegos profesionales.
- Integrar algún tipo de modo online del juego.
- Integrar el uso de marcadores en la parte posterior de las cartas.

Estas posibles mejoras no serán usadas en nuestro proyecto, debido a que se alcanzó el porcentaje de aceptación esperado, pero pueden ser útiles para posteriores proyectos similares al nuestro.

Aporte del Proyecto

El presente trabajo tuvo como finalidad la exploración de la Realidad Aumentada como tecnología y su aplicación al campo del desarrollo de videojuegos a través del objetivo general y los cuatro objetivos específicos planteados en el primer capítulo. Gracias a la investigación realizada y al producto software desarrollado durante este proyecto es que podemos entregar como aporte final, no solo el análisis de la situación actual y futura de la Realidad Aumentada, además del videojuego para dispositivos móviles desarrollado en el que se aplica la mencionada tecnología, para el que también se desarrollaron diferentes ítems complementarios al tema del juego, como las cartas, los soportes, el campo y los modelos de los personajes. El principal aporte del presente trabajo de tesis es la construcción de una arquitectura sólida que integra diversas tecnologías, algunas de ellas emergentes como la Realidad Aumentada y otras que ya se vienen utilizando durante bastante tiempo por su eficiencia en proyectos de diferentes tipos, como es el caso de SQLite. Esto permitió el desarrollo de un producto software de calidad soportado por una arquitectura conformada por un conjunto de diferentes tecnologías, las cuales trabajan y se comunican de manera eficiente y fluida.

Figura N° 49: Videojuego con Realidad Aumentada terminado.

Fuente: Elaboración Propia.

Continuidad del Proyecto

Al finalizar el proyecto se identificaron un conjunto de actividades que definen cuáles serían los próximos pasos a seguir con el fin de perseguir la mejora continua del presente trabajo a través de ciertas oportunidades de mejora que pueden ser aplicadas en futuros proyectos. Estas actividades fueron recogidas durante el desarrollo del proyecto, así como durante la encuesta de validación con los usuarios del producto desarrollado. Estas son descritas a continuación.

- Gestionar algún tipo de permiso para publicar la aplicación

Debido a las restricciones del copyright del juego original, la aplicación desarrollada fue construida únicamente con fines académicos y no comerciales. Un próximo paso sería gestionar un permiso o comunicación con el dueño del juego original para que sea posible la publicación del producto desarrollado.

- Integrar más cartas del juego

Actualmente el juego original sigue publicando nuevas cartas de personajes. Para el presente trabajo solo se consideró los personajes de la primera generación de cartas del juego, por lo que una posible mejora a futuro sería integrar otro conjunto de cartas adicionales al producto desarrollado, o hacerlo cada cierto tiempo.

- Desarrollar más animaciones al juego

Una de las posibles mejoras que fueron mencionadas por los usuarios durante la encuesta de validación fue el desarrollo de más animaciones basándonos en la serie de televisión del juego original. Esto con el fin de hacer el juego más atractivo y profesional a los ojos del usuario.

- Desarrollar un modo online del juego

Otra sugerencia de los usuarios durante la validación fue el desarrollo de alguna forma de modo online del juego, para que no siempre sea necesario estar presente de manera física y poder conectarse con jugadores que se encuentren ubicados en otros lugares.

- Integrar el uso de marcadores en la parte posterior de las cartas

La integración del uso de frame markers en el reverso de las cartas es una funcionalidad que permitiría la integración de algunas reglas del juego con mayor facilidad y flexibilidad dentro de la aplicación.

Capítulo 6. Gestión del Proyecto

El presente capítulo se organiza en seis puntos, los cuales describen todo el proceso de gestión de nuestro proyecto. En cada sección se describen las diferentes áreas de conocimiento de la gestión del proyecto.

Producto Final

El producto final fue un juego desarrollado para tablets Android que utiliza la tecnología de Realidad Aumentada con el que se busca crear mayor inmersión en el juego.

El juego se basa en cuatro componentes principales: las cartas que se utilizan en el juego, que contendrán impresos los Marcadores para el reconocimiento y el uso de AR; la tecnología de Realidad Aumentada, la que utiliza la cámara de las tablets para el reconocimiento de los Marcadores; la conexión mediante bluetooth de ambas tablets para los jugadores, que permite el intercambio de datos en tiempo real; y el soporte para las tablets, sobre el cual se posicionan los dispositivos que los jugadores utilizan.

Gestión del Tiempo

La gestión del tiempo se ha realizado a través del control de actividades semanales llevadas en un cronograma en Microsoft Project, el cual se adjunta como anexo a este documento (Anexo 2: Cronograma del Proyecto). Además, se planeó una lista de hitos, los cuales guiaron el desarrollo del proyecto. Estos hitos se muestran a continuación.

Tabla N° 4: Tabla Hitos

Hito del proyecto	Fecha Estimada	Entregables incluidos	Prioridad
Elaboración del Project Charter	(Semana 2 – 2016-2)	<ul style="list-style-type: none">Project Charter	Alta
Finalización de modelado de personajes Monstruos Normales	(Semana 13 – 2016-2)	<ul style="list-style-type: none">Proyectos Blender	Media

Primera versión del producto final (Personajes Normales)	(Semana 15 – 2016-2)	• Proyecto Unity	Alta
Finalización de modelado de personajes Monstruos Efecto	(Semana 5 – 2017-1)	• Proyectos Blender	Media
Segunda versión del producto final (Personajes Efecto)	(Semana 6 – 2017-1)	• Proyecto Unity	Alta
Tercera versión del producto final (Cartas Mágicas)	(Semana 10 – 2017-1)	• Proyecto Unity	Alta
Cuarta versión del producto final (Cartas Trampa)	(Semana 13 – 2017-1)	• Proyecto Unity	Alta

Fuente: Elaboración Propia.

Gestión de los Recursos Humanos

Para la realización del presente proyecto se tuvieron tres roles definidos. Los cuales son el Jefe de Proyecto, el Jefe de Desarrollo y el Desarrollador. A continuación se describen las responsabilidades cada uno de los roles mencionados:

Jefe de Proyecto

El Jefe del proyecto se encarga de la gestión del proyecto, es decir, verifica el cumplimiento de los objetivos planteados en el Project Charter. Además, gestiona las reuniones a concretarse y controla el avance de todo el equipo. Los conocimientos que se requirieron son:

- Gestión de proyectos
- Metodologías de trabajo
- Planificación

Jefe de Desarrollo

El Jefe de Desarrollo se encarga de guiar la ejecución del proyecto, es decir se encarga del cumplimiento de todas las actividades asignadas a desarrollo. Además se encarga de orientar a los desarrolladores del proyecto y de verificar que se cumplan los objetivos de desarrollo. Los conocimientos que se requirieron son:

- Metodologías de trabajo
- Unity
- Vuforia
- Blender
- Android

Desarrollador

El Desarrollador se encarga de realizar la ejecución de actividades de programación, modelado, texturizado y animación de personajes. Los conocimientos que se requirieron son:

- Blender
- Unity
- C#

Gestión de las Comunicaciones

La gestión de la comunicación se realizó con los involucrados directos al proyecto. A continuación se detalla el proceso de comunicación con cada uno de ellos.

Comunicación con el Profesor Gerente

Con el profesor gerente de la empresa virtual Innova TI se realizó una comunicación mediante dos canales, siendo estas las reuniones presenciales y vía correos electrónicos. Las reuniones presenciales se realizaron en los días de clase de taller de proyecto donde se revisa el avance del proyecto y los acuerdos tomados con el profesor cliente. Al finalizar la reunión se redactó un acta con el detalle de lo acordado. La comunicación realizada por correos se lleva a cabo principalmente para aprobación de documentos, dudas puntuales y temas urgentes.

Comunicación con el Profesor Cliente

Con el profesor cliente se realizó una comunicación mediante tres canales, siendo estos las reuniones presenciales, los correos electrónicos y llamados telefónicos. La comunicación con el cliente fue constante. Las reuniones que se realizaron fueron presenciales y fueron llevadas a cabo todos los días sábados durante cada ciclo académico, la agenda consiste básicamente en la revisión del avance, coordinación de temas escalados y solución de

problemas encontrados. Al finalizar la reunión se redactó un acta con el detalle de lo acordado. Los correos electrónicos se utilizaron para las comunicaciones formales durante la semana o para tomar acuerdos importantes que no se revisaron en la reunión presencial. Finalmente, los llamados telefónicos se realizaron para coordinaciones puntuales o aclaraciones de consultas urgentes.

Comunicación con los recursos

Con los recursos se realizó una comunicación mediante dos vías, las cuales fueron las reuniones de trabajo presenciales y los correos electrónicos. La asignación de las tareas para los recursos se realizó a través de correos al inicio de cada semana. La revisión del avance y control del cumplimiento de objetivos se realizó en las reuniones de trabajo que se llevaron a cabo en las horas del taller de proyecto y los días sábados previo a la reunión con el profesor cliente. Toda coordinación fuera de las reuniones se realizó mediante correos electrónicos, no se han utilizado las llamadas telefónicas debido a que los recursos pertenecen a otras empresas virtuales y toda comunicación debe quedar por escrito.

Gestión de Interesados

Nuestro proyecto presenta una lista de interesados que no se ha visto modificada a lo largo de los dos ciclos de trabajo. A continuación, se muestra la lista completa de interesados de nuestro proyecto, que va desde el alumno jefe de desarrollo y el alumno jefe proyecto hasta la directora de la carrera. En este cuadro se muestra la organización, el cargo y tipo de interés que cada persona tiene sobre el proyecto.

Tabla N° 5: Tabla Interesados

Nombres y Apellidos	Organización	Cargo	Tipo de interés
Rosario Villalta	UPC	Comité	Resultado Final
Alfredo Barrientos	UPC	Cliente	Producto Final
Daniel Burga	INNOVA TI	Gerente de la empresa INNOVA TI	Cumplimiento de los objetivos de la empresa virtual
Rodrigo Canales	INNOVA TI	Jefe de Desarrollo	Aprender Sobre Gestión de Proyectos
Andres Baquerizo	INNOVA TI	Jefe de Proyecto	Aprender Sobre Gestión de Proyectos

Fuente: Elaboración Propia.

Para mayor información sobre los interesados del proyecto ver el Anexo 4: Registro de Interesados.

Gestión del Alcance

La gestión de alcance en nuestro proyecto se puso en práctica después de la primera exposición frente al comité. En esta exposición se nos hizo la observación de que los objetivos específicos debían ser ajustado para siguieran el estándar de objetivos de la carrera de Ingeniería de Software (Analizar, Diseñar, Implementar y Validar). Además, en las semanas posteriores, nos fue comunicado que las autoridades de la carrera habían tenido una reunión donde determinaron que la problemática de los proyectos que utilizaran tecnologías emergentes, como nuestro proyecto, no deberían involucrar el tema de marketing de la universidad. Debido a estas observaciones mencionadas, fue necesario hacer cambios en la problemática y los objetivos de nuestro Project Charter, lo que hizo necesaria una nueva aprobación de nuestro profesor gerente. Una vez que se aprobó nuestro nuevo Project Charter, fue necesario redactar un documento de solicitud de cambios el cual debió ser aprobado por nuestro profesor gerente y también por un miembro del comité. De esta manera, se terminó el proceso de cambios para el primer ciclo de trabajo.

Para mayor información sobre la gestión de alcance del proyecto, ver el Anexo 5: Plan de Gestión de Alcance.

Gestión de los Riesgos

Durante el proyecto se dispararon varios riesgos, pero todos fueron mitigados o aceptados según cada caso. Al inicio del proyecto se disparó un riesgo relacionado a la compatibilidad de los dispositivos que usamos en el proyecto, esto se debió a que estos no tenían la capacidad necesaria para visualizar algunos personajes modelados con muchos detalles, provocando un funcionamiento lento de la aplicación. Este riesgo se mitigó diseñando personajes con superficies simples sin muchos detalles en el modelo ni en los colores.

A mitad del primer ciclo se disparó un riesgo no conocido relacionado a la cantidad de cartas que podían ser reconocidas al mismo tiempo por la aplicación y si podían visualizarse todas juntas en la Tablet. Esto demandó una prueba exhaustiva para determinar la distancia correcta en la que la aplicación podía reconocer los marcadores de máximo las 10 cartas requeridas en el proyecto. Gracias a esto se pudo mitigar el riesgo.

Iniciando el tercer mes del primer ciclo, se disparó un riesgo relacionado con la sincronización de datos entre tablets. El proyecto fue desarrollado usando una extensión de Vuforia para Unity, con la que no se conocía una forma directa de compartir datos entre dispositivos. El riesgo fue mitigado haciendo uso de un plugin de Unity para compartir datos entre dispositivos.

Finalmente, durante el tercer mes del segundo ciclo, apareció un riesgo no identificado relacionado al cuarto objetivo del proyecto. Este objetivo trataba sobre la realización de un focus group para validar si el producto desarrollado era considerado innovador por sus usuarios. El coordinador de la carrera de Ingeniería de Software señaló que el objetivo era algo ambiguo y sugirió que para hacer esta validación más sólida era necesario programar una exposición frente a alumnos de ciclos menores y alumnos en general que desearan asistir. Sugirió también que los asistentes a dicha exposición deberían llenar una encuesta para proveer feedback sobre el proyecto. Fue así que se acordó reservar un salón y realizar lo sugerido por el coordinador. De esta manera se logró mitigar el riesgo.

La lista completa de riesgos identificados al inicio del proyecto se mostró en el punto 1.6.5: Plan de Gestión de Riesgos. Para mayor detalle sobre la gestión de riesgos del proyecto, ver el Anexo 3: Plan de Gestión de Riesgo.

Lecciones Aprendidas

Las lecciones aprendidas durante el proyecto son las siguientes:

- Configurar y utilizar un repositorio para controlar las versiones del proyecto y prevenir la pérdida del avance en caso de sufrir algún problema con nuestro entorno local.
- El plan de trabajo debe ser manejado con más detalle en las horas trabajadas para que refleje el esfuerzo real de los involucrados y nos ayude a estimar nuevas actividades posteriores.
- Enfocarse en las actividades más críticas al inicio para que no representen una demora en el avance del proyecto en las semanas posteriores.

Conclusiones

Se concluye lo siguiente:

- De acuerdo a nuestra investigación y validación, la Realidad Aumentada es una tecnología innovadora, atractiva y muy versátil, por lo que puede ser usada para muchos fines y aplicada en diferentes áreas, como el desarrollo de videojuegos.
- Se integraron las 12 pruebas de concepto planificadas sobre diferentes funcionalidades para el desarrollo del proyecto.
- Se realizó un focus group, en el que participaron 40 personas, para validar que el videojuego desarrollado sea considerado como innovador y atractivo. En esta validación se alcanzó un 93% de grado de aprobación, superando el 90% planificado en el IE4.
- El mismo focus group nos permitió concluir que el mercado de videojuegos en el Perú tiene un futuro prometedor, ya que las respuestas de más de la mitad del público encuestado fueron positivas, alcanzándose un 60% y 65% de aprobación en las preguntas sobre si la tecnología de AR es atractiva y si puede ser aplicada al desarrollo de juegos.
- Se logró integrar diferentes tecnologías. Se utilizó Blender para desarrollar modelos y animaciones que luego fueron exportados al IDE y motor de videojuegos Unity. Posteriormente se integró el uso del Framework de Realidad Aumentada Vuforia, así como el plugin “Android & Microcontrollers / Bluetooth” para comunicación entre tablets y SQLite para el manejo de la base de datos del videojuego. Finalmente, se utilizó el SDK de Android para compilar el proyecto e instalarlo en los dispositivos.
- Se diseñaron dos arquitecturas de software sobre el producto desarrollado. La arquitectura lógica, la cual muestra las tecnologías usadas agrupadas en capas; y la arquitectura física, la cual muestra las tecnologías organizadas en el modelo cliente-servidor.
- Se diseñaron dos diagramas. El primero, un diagrama de componentes, que permite ver los elementos más importantes del software y las relaciones entre ellos; y el segundo, un diagrama despliegue que permite visualizar la disposición física de los componentes de software en nodos.

Recomendaciones

Se recomienda lo siguiente:

- Evaluar el uso de otras formas de conexión además del Bluetooth como por ejemplo Sockets, Push Notifications, LAN, entre otros.
- Al desarrollar juegos basados en otros ya existentes, variar el tema del juego debido a que el copyright limita bastante el desarrollo del proyecto.
- Si se desea desarrollar otro juego basado en el uso de cartas con diferentes características y reglas, investigar y evaluar la factibilidad del uso de un Motor de Reglas en la aplicación.
- Evaluar el desarrollo de aplicaciones con Realidad Aumentada para cualquier dispositivo Android, no solo tablets para ampliar los posibles usuarios del producto.
- Explorar el nuevo sistema de versionamiento de Unity llamado Collaborate, ya que puede facilitar el flujo de trabajo para proyectos de videojuegos donde hay muchos roles involucrados como artistas, diseñadores, programadores, etc.
- Si se va a necesitar un soporte o mueble para sostener las tablets en un juego similar al desarrollado, evaluar el uso de un dispositivo flexible ya que es más cómodo y usable para el usuario final.

Glosario

- App: Significa “aplicación” en inglés.
- Framework: Se refiere a un marco de trabajo que proporciona un conjunto de conocimientos y herramientas disponibles para ser aplicadas en un ámbito específico.
- Pruebas de Caja Blanca: Es el tipo de pruebas de software que se centra en los detalles procedimentales del software, por lo que su diseño está fuertemente ligado al código fuente.
- Pruebas de Caja Negra: Es el tipo de pruebas de software que se centra en evaluar las entradas y salidas del módulo que se esté probando.
- Scrum: Es el framework de desarrollo ágil más extendido. Se trata de un método iterativo e incremental en el que se divide el desarrollo de un producto en ciclos. En cada uno de estos ciclos, llamados Sprints, el equipo trabaja sobre una lista priorizada de requisitos.
- Student Outcomes: Son las características que la UPC espera que el alumno haya adquirido al finalizar sus estudios.
- Framemarkers: Son códigos (parecidos a los códigos QR) proporcionados por el framework de Realidad Aumentada Vuforia, los cuales permiten que nuestro juego pueda identificar las cartas de manera individual para procesarlas correctamente.

Siglarlo

- AR: Augmented Reality
- VR: Virtual Reality
- POC: Proof Of Concept
- SDK: Software Development Kit
- 2D: Two Dimensions
- 3D: Three Dimensions
- WPAN: Wireless Personal Area Network
- UPC: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
- OE: Objetivo Específico
- IE: Indicador de Éxito
- PMBOK: Project Management Body Of Knowledge
- QA: Quality Assurance
- LAN: Local Area Network

Bibliografía

- Agarwal, C & Thakur, N. (2014). The Evolution and Future Scope of Augmented Reality. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, 11(6), 59-66. Recuperado de <http://www.ijcsi.org/papers/IJCSI-11-6-1-59-66.pdf>
- Angelist. (2016). Búsqueda de compañías bajo la categoría de Realidad Virtual. Recuperado de [https://angel.co/companies?teches\[\]=Virtual+Reality](https://angel.co/companies?teches[]=Virtual+Reality)
- Angelist. (2016). Búsqueda de compañías bajo la categoría de Realidad Aumentada. Recuperado de [https://angel.co/companies?teches\[\]=Augmented+Reality](https://angel.co/companies?teches[]=Augmented+Reality)
- Arth, C., Grasset, R., Gruber, L., Langlotz, T., Mulloni, R., Schmalstieg, D. & Wagner, D. (2015). The History of Mobile Augmented Reality: Developments in Mobile AR over the last almost 50 years. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/408e/59f4df731bffb0118f4bb0ee56c5b0811dc.pdf>
- Augmented and Virtual Reality Devices to Become a \$4 Billion-Plus Business in Three Years. (2015). Recuperado de <http://www.ccsinsight.com/press/company-news/2251-augmented-and-virtual-reality-devices-to-become-a-4-billion-plus-business-in-three-years>
- Augmented Reality and Virtual Reality Market worth \$1.06 Billion by 2018. (2014). Recuperado de <http://www.prnewswire.com/news-releases/augmented-reality-and-virtual-reality-market-worth-106-billion-by-2018-250188551.html>
- Augmented/Virtual Reality to hit \$150 billion disrupting mobile by 2020. (2015). Recuperado de http://www.digi-capital.com/news/2015/04/augmentedvirtual-reality-to-hit-150-billion-disrupting-mobile-by-2020#.WAaUaI_hDIU
- Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385. DOI: 10.1162/pres.1997.6.4.355
- Bhadra, A., Brown, J., Ke, H., Liu, C., Shin, E.-J., Wang, X. & Kobsa, A. (2016). ABC3D — Using an augmented reality mobile game to enhance literacy in early childhood. Paper presentado en 2016 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Work in Progress. DOI: 10.1109/PERCOMW.2016.7457067
- Broll, W., Ohlenburg J., Lindt, I., Herbst, I. & Braun, A. (2006). Meeting Technology Challenges of Pervasive Augmented Reality Games. Paper presentado en Proceeding NetGames '06 Proceedings of 5th ACM SIGCOMM workshop on Network and system support for games. DOI: 10.1145/1230040.1230097

En el 2016, habrá 6,400 millones de dispositivos móviles conectados. (2015). Recuperado de <https://gestion.pe/tendencias/2016-habra-6-400-millones-dispositivos-moviles-conectados-106922>

How LSI Architects replaces floor maps through augmented reality. Recuperado de <http://www.augment.com/portfolio-items/lsi-architects>

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F. (1995). Augmented reality: a class of displays on the reality–virtuality continuum. Paper presentado en Proceedings of SPIE 2351 Telemanipulator and Telepresence Technologies. DOI: 10.1117/12.197321

Nelson, F. (2014). The past, present, and future of VR and AR: The pioneers speak. Recuperado de <http://www.tomshardware.com/reviews/ar-vr-technology-discussion,3811-3.html>

Paine, G.C. (2002). The Study of Interaction between Human Movement and Unencumbered Immersive Environments. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/981d/3ad0babb723c786d3570d9e2922d35187b62.pdf>

Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: Análisis de experiencias prácticas. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 46, 187 – 203. DOI: 10.12795/pixelbit.2015.i46.12

Riquelme, R. 10 Aplicaciones de Realidad Aumentada que no son Pokémon GO. (2016). Recuperado de <http://eleconomista.com.mx/tecnociencia/2016/07/21/10-aplicaciones-realidad-aumentada-que-no-son-pokemon-go>

Sutherland, I. (1968). A head – mounted three dimensional display. Paper presentado en Proceedings of the AFIPS Fall Joint Computer Conference, Washington, D.C, Estados Unidos. DOI: 10.1145/1476589.1476686

3 Retail Giants Who Used Augmented Reality to Sell. (2016). Recuperado de <http://www.augment.com/blog/3-consumer-giants-who-used-augmented-reality-for-retail>

Tobar-Muñoz, H., Fabregat, R. & Baldiris, S. (2014). Using a videogame with augmented reality for an inclusive logical skills learning session. Paper presentado en 2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE), Logrono, Spain. DOI: 10.1109/SIIE.2014.7017728

Virtual & Augmented Reality: Understanding the Race for the Next Computing Platform. (2016). Recuperado de <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf>

WU, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y. & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. DOI: 10.1016/j.compedu.2012.10.024

Anexos

En esta sección se encuentran todos los documentos que complementan la memoria del proyecto.

Anexo 1: Encuestas de Validación

Encuesta de Validación del proyecto DVJAR

Indicación: Marcar con una x o un + a las siguientes preguntas.

	1: Nada	2: Poco	3: Regular	4: Bastante	5: Mucho
1- ¿Del 1 al 5, crees que es el proyecto Desarrollo de Videojuego con Augmented Reality es innovador?				X	
2- ¿Del 1 al 5, crees que las aplicaciones que utilizan Realidad Aumentada son atractivas para los usuarios?					X
3- ¿Del 1 al 5, crees que la Realidad Aumentada puede ser aplicada en el desarrollo de juegos?				X	
4- ¿Del 1 al 5, que tan interesado estarías a adquirir un juego con realidad aumentada?					X

5- ¿Qué crees que se podría mejorar del proyecto?

Las cartas podrían tener un código en la parte trasera para seleccionar una carta y no revelarla al oponente.

Anexo 2: Poster del Proyecto

DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS CON AUGMENTED REALITY

Desarrollo del juego de mesa Yu-Gi-Oh! Trading Card Game utilizando Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada es una tecnología cuyo crecimiento se ha hecho más evidente en los últimos años debido a su amplia versatilidad. Nuestro proyecto busca aprovechar los beneficios de la Realidad Aumentada para desarrollar un preview de videojuego que sirva como evidencia del pensamiento innovador de los estudiantes de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

DEFINICIONES

REALIDAD AUMENTADA

La Realidad Aumentada es la tecnología, o combinación de estas, que nos permite visualizar elementos digitales en nuestro mundo real. Estos elementos son posicionados en los lugares deseados mediante el reconocimiento de imágenes, identificación de marcadores, entre otras formas.

FRAMEMARKERS

En nuestro proyecto utilizamos marcadores o Framemarkers, para poder posicionar a los personajes sobre las cartas del juego. Estos son patrones únicos que permiten identificar cada carta individualmente.

DISPOSITIVOS MÓVILES

Los dispositivos móviles son un tipo de computadora de tamaño pequeño, con capacidades de procesamiento, con conexión a Internet, con memoria, entre otras características cuyo uso se ha masificado en la actualidad. Nuestro juego fue desarrollado específicamente para ser usado en tablets Android.

CONCEPTO DEL JUEGO

El videojuego que desarrollamos se basa en un juego de cartas ya existente llamado Yu-Gi-Oh! Trading Card Game perteneciente a Konami. El juego consta de una batalla entre los monstruos de dos personas. Nuestro proyecto utiliza las mismas reglas que el juego original pero integrando el uso de la Realidad Aumentada permitiendo la visualización de los personajes del juego como si estos fueran reales.

PRODUCTO FINAL

PERSONAJES

El modelado y animación de los personajes se llevó a cabo en la herramienta llamada Blender. Posteriormente, los personajes se integraron al desarrollo del juego en la herramienta Unity.

FRAMEMARKERS

Seleccionamos dos grupos iguales de 40 cartas del juego original, a las que se les agregó un Framemarker en el contorno de la imagen central para permitir que cada una sea identificada individualmente. Además se utilizó un Framemarker en el campo de juego para mostrar efectos visuales de algunas cartas.

APPS

El desarrollo de la aplicación se llevó a cabo en la herramienta Unity, donde se integraron los personajes modelados. Se utilizaron los complementos Vuforia y Android & Microcontrollers / Bluetooth para aportar las funcionalidades de la Realidad Aumentada y la conexión entre tablets a través de Bluetooth respectivamente.

SOPORTE

Diseñamos y construimos dos soportes de madera para las tablets. Estos tienen como finalidad servir de apoyo para estos dispositivos, permitiéndoles a los jugadores tener las manos libres para sostener las cartas y jugar de manera normal.

ARQUITECTURA

ARQUITECTURA LÓGICA

ARQUITECTURA FÍSICA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

Alumnos: u201215083 - Andres Baquerizo Núñez
u201214994 - Rodrigo Canales Zorrilla

Anexo 3: Cronograma del Proyecto

Project DVJAR V2.0.mpp - Microsoft Project

HERRAMIENTAS DE DIAGRAMA DE GANTT

FORMATO

	Mod de	EDT	Task Name	Duración	Predecesoras	Comienzo	Fin	N	M
1		1	Nombre de ProyectoDesarrollo de Videojuegos AR	224 días		lun 15/08/16	dom 26/03/17		
2		1.1	Inicio	14 días		lun 15/08/16	dom 28/08/16		
3		1.1.1	Semana 1	8 días		lun 15/08/16	lun 22/08/16		
4		1.1.1.1	Gestión del Proyecto	7 días		lun 15/08/16	dom 21/08/16		
5		1.1.1.1.1	Elaboración de Primera versión del charter	4 días		lun 15/08/16	jue 18/08/16		
6		1.1.1.1.2	Mejorar la problemática del charter	2 días	5	vie 19/08/16	sáb 20/08/16		
7		1.1.1.1.3	Investigación de estadísticas sobre realidad aumentada	1 día	6	dom 21/08/16	dom 21/08/16		
8		1.1.1.2	Desarrollo del Proyecto	3 días		lun 15/08/16	mié 17/08/16		
9		1.1.1.2.1	Prueba de concepto en Blender	3 días		lun 15/08/16	mié 17/08/16		
10		1.1.1.2.2	Prueba de concepto en Unity	3 días		lun 15/08/16	mié 17/08/16		
11		1.1.1.3	Planificación Siguiente Semana	1 día	4,8	lun 22/08/16	lun 22/08/16		
12		1.1.2	Semana 2	6 días	3	mar 23/08/16	dom 28/08/16		
13		1.1.2.1	Gestión del Proyecto	5 días		mar 23/08/16	sáb 27/08/16		
14		1.1.2.1.1	Documento de prueba de concepto de Blender	2 días		mar 23/08/16	mié 24/08/16		
15		1.1.2.1.2	Documento de prueba de concepto de Unity	2 días		mar 23/08/16	mié 24/08/16		
16		1.1.2.1.3	Mejoras a la problemática y objetivos del proyecto	1 día		mar 23/08/16	mar 23/08/16		
17		1.1.2.1.4	Elaboración del Plan de trabajo	2 días	16	mié 24/08/16	jue 25/08/16		
18		1.1.2.1.5	Solicitud de Dispositivos a la escuela	2 días	17	vie 26/08/16	sáb 27/08/16		
19		1.1.2.2	Desarrollo del Proyecto	3 días		mar 23/08/16	jue 25/08/16		
20		1.1.2.2.1	Prueba de concepto con esqueleto en Blender	3 días		mar 23/08/16	jue 25/08/16		
21		1.1.2.2.2	Prueba de concepto con Animación en Unity	3 días		mar 23/08/16	jue 25/08/16		
22		1.1.2.3	Planificación Siguiente Semana	1 día	13,19	dom 28/08/16	dom 28/08/16		
23		1.2	Plan	14 días		lun 29/08/16	dom 11/09/16		
24		1.2.1	Semana 3	7 días	12	lun 29/08/16	dom 04/09/16		
25		1.2.1.1	Gestión del Proyecto	5 días		lun 29/08/16	vie 02/09/16		
26		1.2.1.1.1	Correcciones al Project Charter	1 día		lun 29/08/16	lun 29/08/16		
27		1.2.1.1.2	Solicitud de Recursos a QS	1 día	26	mar 30/08/16	mar 30/08/16		
28		1.2.1.1.3	Solicitud de Recursos a SF	1 día	26	mar 30/08/16	mar 30/08/16		
29		1.2.1.1.4	Especificación de historias de usuario	1 día	26	mar 30/08/16	mar 30/08/16		
30		1.2.1.1.5	Estructura Project	1 día	27,28,29	mié 31/08/16	mié 31/08/16		
31		1.2.1.1.6	Plan de Gestión de Alcance	1 día	30	jue 01/09/16	jue 01/09/16		
32		1.2.1.1.7	Plan de Gestión de Calidad	1 día	30	jue 01/09/16	jue 01/09/16		
33		1.2.1.1.8	Plan de Gestión de Comunicaciones	1 día	30	jue 01/09/16	jue 01/09/16		

Anexo 4: Plan de Gestión de Riesgos

Descripción de la metodología de gestión del riesgo

Procedimiento:

- Identificación de los riesgos del proyecto,
- Preparación del “Registro de riesgos”
- Categorización de los riesgos de acuerdo al ámbito al que afectan,
- Evaluación del riesgo realizando inicialmente el análisis cualitativo.
- Se definirá las acciones a tomar para los riesgos de mayor severidad.
- Para los riesgos de severidad media a alta a los que no se haya añadido un paquete de trabajo en la EDT, se definirá un plan de contingencia.
- Se realizará el seguimiento y control de los riesgos de manera semanal.

Herramientas:

- Tormenta de Ideas
- Análisis Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas (FODA)
- Análisis de los supuestos y factores críticos de éxito
- Juicio de expertos

Se hará uso de la siguiente RBS para la categorización de los riesgos:

- Escala de probabilidad: Para medir la probabilidad de ocurrencia del riesgo se usará la siguiente escala lineal:
 - 0.1 muy improbable
 - 0.3 improbable
 - 0.5 moderado
 - 0.7 probable
 - 0.9 casi certeza
- Escala de impacto: Para medir el impacto de la ocurrencia del riesgo se usará la siguiente escala lineal:
 - 0.1 muy bajo
 - 0.3 bajo
 - 0.5 moderado
 - 0.7 alto
 - 0.9 muy alto
- Matriz de Probabilidad e impacto: en ella se ilustran los criterios para la definición de escalas de la severidad de los riesgos. Para este proyecto se ha definido la siguiente escala de severidad del riesgo:
 - > 0.37 - Criticidad Alta - **Rojo**
 - $0.07 > x < 0.37$ – Criticidad Moderada - **Amarillo**
 - ≤ 0.07 – Criticidad Baja – **Verde**

En función a estas escalas se ha establecido la siguiente matriz:

Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
1	0.1C	0.3C	0.35	0.7C	1.0C	1.0C	0.7C	0.35	0.3C	0.1C
0.7	0.07	0.21	0.30	0.4C	0.7C	0.7C	0.4C	0.3C	0.21	0.07
0.5C	0.0C	0.1C	0.25	0.3C	0.5C	0.5C	0.3C	0.2C	0.1C	0.0C
0.3C	0.0C	0.0C	0.15	0.21	0.4C	0.4C	0.21	0.1C	0.0C	0.0C
0.1C	0.01	0.0C	0.0C	0.07	0.1C	0.1C	0.07	0.0C	0.0C	0.0C
	0.1C	0.3C	0.5C	0.7	1	1	0.7	0.5C	0.3C	0.1C

Impacto (escala de relación) sobre un objetivo (por ejemplo, coste, tiempo, alcance o calidad).

Cada riesgo es clasificado de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y el impacto sobre un objetivo en caso de que ocurra.

Los umbrales de la organización para riesgos bajos moderados o altos se muestran en la matriz y determinan si el riesgo es clasificado como alto o bajo para ese objetivo.

- Los umbrales para la definición del impacto para los cuatro objetivos (costo, alcance, tiempo y calidad) del proyecto se encuentran en el cuadro que se presenta a continuación:

Condiciones Definidas para Escalas de Impacto de un Riesgo sobre los Principales Objetivos del Proyecto (Solo se muestra ejemplos de impactos negativos)					
Objetivo del Proyecto	Se muestran escalas relativas o numéricas				
	Muy Bajo / 0.10	Bajo / 0.3	Moderado / 0.50	Alto / 0.70	Muy Alto / 0.90
Costo	Aumento de Costo Significante	Aumento del Costo <10%	Aumento del Costo 10 - 20%	Aumento del Costo 20 - 40%	Aumento del costo >40%
Tiempo	Aumento de Tiempo Significante	Aumento del Tiempo <5%	Aumento del Tiempo 5 - 10%	Aumento del Tiempo 10 - 20%	Aumento del tiempo >20%
Alcance	Disminución del alcance apenas apreciable	Áreas de alcance secundarias afectadas	Áreas de alcance primarias afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El elemento terminado del proyecto es efectivamente inservible
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Solo las aplicaciones muy exigentes se ven afectadas	La reducción de la calidad requiere aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad Inaceptable para el patrocinador	El elemento terminado del proyecto es efectivamente inservible
Esta tabla presenta ejemplos o definiciones de Impacto de los riesgos para cuatro objetivos del proyecto diferentes					
Estos deben adaptarse al proyecto individual y a los umbrales de riesgo de las organización en el proceso Planificaciones de La Gestión e Riesgos. Las definiciones de Impacto pueden desarrollarse para las oportunidades de forma similar.					
<ul style="list-style-type: none"> Tabla de Evaluación del Riesgo: Se completará la plantilla BDORI02 para los riesgos identificados del proyecto. 					
<u>Roles y Responsabilidades:</u> <ul style="list-style-type: none"> Jefe de Proyecto: Su responsabilidad principal será la de mantener control sobre los riesgos de gestión que existan en la gestión del proyecto. Jefe de Desarrollo: Su responsabilidad recae en seguir y tener al tanto los riesgos que existan en el desarrollo del proyecto. 					

Presupuesto

No se tiene un presupuesto.

Seguimiento y control de riesgos

Para el seguimiento y control de los riesgos se utilizará el documento de Matriz de riesgos.

Los riesgos que tengan gran importancia serán conversados con el profesor cliente o con el profesor gerente

Anexo 5: Registro de Interesados

Cuadro de interesados

Nombres y Apellidos	Organización	Cargo	Información del contacto	Requerimientos sobre el Producto	Influencia					Influencia sobre el proyecto (1 al 5)	Impacto el proyecto (1 al 5)	Tipo de interés
					I	P	E	S	C			
Alfredo Barrientos	UPC	Cliente	pcsiabar@upc.edu.pe	Videojuego innovador que genere interés en la carrera	☐	☒	☒	☒	☒	5	5	Resultado Final
Rosario Villalta	UPC	Comité	rosario.villalta@upc.edu.pe	Videojuego innovador que genere interés en la carrera	☒	☐	☐	☐	☒	5	5	Resultado Final
Henry Paulett	INNOVA TI	Alumno Gerente de la empresa virtual INNOVA TI	innovati.upc.edu@gmail.com	Cumplimiento de objetivos específicos	☒	☒	☒	☒	☐	4	4	Conocer la gestión del proyecto
Roy Pérez	INNOVA TI	Profesor Gerente de la empresa virtual INNOVA TI	pcsirper@upc.edu.pe	Cumplimiento de objetivos generales	☒	☒	☒	☒	☒	5	5	Cumplimiento de los objetivos de la empresa virtual
Rodrigo Canales	INNOVA TI	Jefe de Desarrollo	201214994@upc.edu.pe / rodrigocanales09@gmail.com		☒	☒	☒	☒	☒	5	5	Aprender Sobre Gestión de Proyectos
Andrés Baquerizo	INNOVA TI	Jefe de Proyecto	201215083@upc.edu.pe / andres19292@gmail.com		☒	☒	☒	☒	☒	5	5	Aprender Sobre Gestión de Proyectos

Influencia I: Inicio; P: Planificación; E: Ejecución; S: Supervisión y Control; C: Cierre

Anexo 6: Plan de Gestión de Alcance

Administración del alcance del proyecto

Definición del Enunciado del Alcance del Proyecto

La definición del Enunciado del Alcance del proyecto Desarrollo de Videojuego con Augmented Reality se desarrollará de la siguiente forma:

- En reunión de equipo de proyecto, tanto el gerente profesor, el cliente y los jefes de proyecto definirán el enunciado del alcance de proyecto, el cual servirá como base.

Dentro del alcance del proyecto, se realizará lo siguiente:

- Realizar un informe del proyecto Desarrollo de Videojuego con Augmented Reality.
- Realizar un informe con el análisis y diseño del proyecto Desarrollo de Videojuego con Augmented Reality

- Procesos generales del proyecto Desarrollo de Videojuego con Augmented Reality.

- Realizar un informe con las políticas, parámetros, evaluaciones y competencias del proyecto Desarrollo de Videojuego con

Augmented Reality.

- Validar y documentar la aplicación del proyecto Desarrollo de Videojuego con Augmented Reality en una institución real.

Elaboración de la Estructura de Desglose de Trabajo y Diccionario

El EDT del proyecto se realizará en base a los siguientes pasos:

1. El EDT del proyecto será estructurado en base al cronograma del Project más una herramienta de descomposición, para esto se requiere de la información referente a las fases del proyecto y los entregables necesarios en estas fases.
2. Luego de seleccionar las herramientas, se deben definir los entregables por cada fase del proyecto, para este caso:
 - La primera fase, inicio del proyecto, está compuesta básicamente por el siguiente entregable:
 - Project Charter
 - La segunda fase, planificación del proyecto, cuenta con los entregables propios para la gestión del proyecto, tales como:
 - Cronograma del Proyecto
 - Diccionario EDT
 - Lecciones Aprendidas
 - Matriz de Riesgos
 - Matriz de Trazabilidad
 - Matriz RAM
 - Plan de Gestión de Calidad
 - Plan de Gestión de Comunicaciones
 - Plan de Gestión de Riesgos
 - Plan de Gestión de RRHH
 - Plan de Gestión del Cronograma
 - Plan de Gestión de Alcance
 - Registro de Interesados
 - La tercera fase, ejecución del proyecto, se encuentra compuesta por los entregables propios de la solución del proyecto, tales como:
 - Prueba de concepto animado en Blender.
 - Prueba de concepto de Frame Markers en Unity + Vuforia.
 - Prueba de concepto de interacción con personajes en Unity + Vuforia.
 - Prueba de concepto de integración en Unity + Vuforia.
 - Modelos de personajes en Blender.
 - Matriz de funcionalidades técnicas vs Cartas.
 - Modelo de Datos.
 - Juego Final con lógica, modelos e integración.
 - La cuarta fase, cierre del proyecto, se encuentra compuesto por los entregables correspondientes a la culminación del proyecto.
 - Solución del proyecto
 - Acta de cierre y aceptación
 - Memoria
 - Poster de proyecto
 - Lecciones aprendidas
3. Luego de identificados los entregables por fase, estos se documentarán con la plantilla designada “Diccionario EDT”.
4. Sobre cada paquete de trabajo se identifican y especifican en la plantilla anteriormente indicada, las siguientes características:
 - Se coloca el ID del entregable (la numeración otorgada en el EDT).
 - Se coloca el nombre del entregable.
 - Se realiza la descripción del trabajo, para colocar todas las actividades necesarias para cumplir con el entregable.
 - Se describen los hitos presentados.
 - Se establece la duración, teniendo en cuenta la información plasmada en el cronograma del proyecto.
 - Se establece la fecha de Inicio, teniendo en cuenta la información plasmada en el cronograma del proyecto.
 - Se establece la fecha de fin, teniendo en cuenta la información plasmada en el cronograma del proyecto.
 - Se establecen los requerimientos de calidad o las métricas a ser usadas para verificar el entregable
 - Se detallan los criterios de aceptación para el entregable del proyecto.
 - Se detallan las referencias técnicas para el entregable.
5. Posterior a la elaboración del diccionario EDT por el jefe de proyecto y asistente de proyecto, se realiza una validación junto con el gerente profesor de la empresa de línea y el cliente del proyecto, a fin de obtener su aprobación antes de la presentación al comité para su evaluación y entrega de puntos de mejora.

Control de Cambios

El procedimiento para el control de cambios se describe a continuación:

1. Definir el impacto del cambio en función al tiempo de duración del proyecto.
2. Luego de comprobado el impacto sobre el tiempo, redactar la solicitud de cambio haciendo referencia a los efectos en el alcance, costo y cronograma del proyecto.
3. Solicitar la aprobación de los interesados del proyecto. Para esto, se debe verificar la clasificación del cambio.
4. Enviar solicitud aprobada a la empresa, para realizar los ajustes al seguimiento de actividades semanal.
5. Actualizar los documentos de gestión involucrados en el cambio. Estos pueden ser el plan de gestión de alcance, diccionario EDT, plan de gestión de calidad, matriz de trazabilidad, matriz RAM.

En el siguiente diagrama se describe a mayor detalle el procedimiento:

Verificación de Entregables

Definición de tipos de entregables

1. Desarrollo
 - Prueba de concepto animado en Blender.
 - Prueba de concepto de Frame Markers en Unity + Vuforia.
 - Prueba de concepto de interacción con personajes en Unity + Vuforia.
 - Prueba de concepto de integración en Unity + Vuforia.
 - Modelos de personajes en Blender.
 - Matriz de funcionalidades técnicas vs Cartas.
 - Modelo de Datos.
 - Juego Final con lógica, modelos e integración.
2. Gestión
 - Cronograma del Proyecto
 - Diccionario EDT
 - Lecciones Aprendidas
 - Matriz de Riesgos
 - Matriz de Trazabilidad
 - Matriz RAM
 - Plan de Gestión de Calidad
 - Plan de Gestión de Comunicaciones
 - Plan de Gestión de Riesgos
 - Plan de Gestión de RRHH
 - Plan de Gestión del Cronograma
 - Plan de Gestión de Alcance
 - Registro de Interesados

Definir a los responsables de aprobación según tipo de entregable		
Entregable	Responsable de Aprobación	
1.2.1.1.5 Cronograma del Proyecto	QS	
1.2.1.1.6 Plan de Gestión de Alcance	QS	
1.2.1.1.7 Plan de Gestión de Calidad	QS	
1.2.1.1.8 Plan de Gestión de Comunicaciones	QS	
1.2.1.1.9 Plan de Gestión de Riesgos	QS	
1.2.1.1.10 Plan de Gestión de RRHH	QS	
1.2.1.1.11 Plan de Gestión del Cronograma	QS	
1.2.1.1.13 Diccionario EDT	QS	
1.2.1.1.14 Matriz de Riesgos	QS	
1.2.1.1.15 Matriz de Trazabilidad	QS	
1.2.1.1.16 Matriz RAM	QS	
1.2.1.1.17 Registro de Interesados	QS	
1.2.2.1.1 Prueba de concepto animado en Blender.	ABP	
1.2.2.1.2 Prueba de concepto de Frame Markers en Unity + Vuforia.	ABP	
1.2.2.2.1 Prueba de concepto de interacción con personajes en Unity + Vuforia.	ABP	
1.3.1.2.2 Prueba de concepto de efectos animados.	ABP	
1.3.1.2.3 Modelos de personajes en Blender.	ABP	
1.3.2.2.1 Prueba de concepto de ataque.	ABP	
1.3.3.2.1 Prueba de concepto de resistir daño.	ABP	
1.3.4.2.1 Prueba de concepto de recibir daño.	ABP	
1.3.5.2.1 Prueba de concepto de interacción entre personajes.	ABP	
1.3.6.2.1 Prueba de concepto de interacción entre personajes y efectos.	ABP	
1.3.7.2.1 Prueba de concepto de interacción con personajes-efecto.	ABP	
1.3.8.2.1 Prueba de concepto de sincronización entre tablets (1 jugador).	ABP	
1.3.9.2.1 Prueba de concepto de sincronización entre tablets (2 jugadores).	ABP	
1.3.10.2.1 Prueba de concepto de reglas básicas del juego.	ABP	
Definición de plazos de aprobación y levantamiento de observaciones (días hábiles).		
Entregable	Plazo de Aprobación	Levantamiento de Observaciones
1.2.1.1.5 Cronograma del Proyecto	31/08/16	
1.2.1.1.6 Plan de Gestión de Alcance	01/09/16	
1.2.1.1.7 Plan de Gestión de Calidad	01/09/16	
1.2.1.1.8 Plan de Gestión de Comunicaciones	01/09/16	
1.2.1.1.9 Plan de Gestión de Riesgos	01/09/16	
1.2.1.1.10 Plan de Gestión de RRHH	01/09/16	
1.2.1.1.11 Plan de Gestión del Cronograma	02/09/16	
1.2.1.1.13 Diccionario EDT	02/09/16	

1.2.1.1.14 Matriz de Riesgos	02/09/16	
1.2.1.1.15 Matriz de Trazabilidad	02/09/16	
1.2.1.1.16 Matriz RAM	02/09/16	
1.2.1.1.17 Registro de Interesados	02/09/16	
1.2.2.1.1 Prueba de concepto animado en Blender.	03/09/16	
1.2.2.1.2 Prueba de concepto de Frame Markers en Unity + Vuforia.	03/09/16	
1.2.2.2.1 Prueba de concepto de interacción con personajes en Unity + Vuforia.	10/09/16	
1.3.1.2.2 Prueba de concepto de efectos animados.	17/09/16	
1.3.1.2.3 Modelos de personajes en Blender.	18/11/16	
1.3.2.2.1 Prueba de concepto de ataque.	24/09/16	
1.3.3.2.1 Prueba de concepto de resistir daño.	01/10/16	
1.3.4.2.1 Prueba de concepto de recibir daño.	08/10/16	
1.3.5.2.1 Prueba de concepto de interacción entre personajes.	15/10/16	
1.3.6.2.1 Prueba de concepto de interacción entre personajes y efectos.	22/10/16	
1.3.7.2.1 Prueba de concepto de interacción con personajes-efecto.	29/10/16	
1.3.8.2.1 Prueba de concepto de sincronización entre tablets (1 jugador).	05/11/16	
1.3.9.2.1 Prueba de concepto de sincronización entre tablets (2 jugadores).	12/11/16	
1.3.10.2.1 Prueba de concepto de reglas básicas del juego.	19/11/16	
Proceso de Aprobación de entregables		
El proceso de aprobación de los entregables es mediante la presentación de los mismos al cliente y a QS para recibir luego el feedback correspondiente.		
Criterios de aceptación del Proyecto		
Técnicos		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fuentes Bibliográficas 2. Complementos de Metodologías 3. Marcas de Trabajo 4. Estándares 		
Calidad		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cero Errores 2. Pruebas Funcionales 3. Pruebas de Software 		
Gestión de Proyecto		
<ol style="list-style-type: none"> 1. PMBOK 2. Q.A. 3. SCRUM 		
Sociales		

No Aplica
Confidencialidad
No Aplica
Exclusiones de Proyecto
El juego será desarrollado para ser utilizado en tablets, no celulares.
Restricciones de Proyecto
El proyecto se llevará a cabo utilizando el sistema operativo Android
El proyecto usará como dispositivo objetivo el Samsung Galaxy note 10.1
Supuestos de Proyecto
Se cuenta con un recurso de Software Factory para el desarrollo.
Se cuenta con un recurso de la carrera de diseño para el desarrollo.

Estabilidad del alcance del proyecto

Reuniones del Comité Ejecutivo <i>Solo describir las reuniones que se realizaron para examinar el ALCANCE del proyecto</i>
<ol style="list-style-type: none"> Cantidad de Reuniones: Se realizará por lo menos una reunión cada semana con el cliente con el fin de asegurar que el producto cumple con lo deseado. Medios de comunicación La comunicación con el cliente se realizará mediante el correo electrónico y se realizarán actas de reunión después de cada una.
Reuniones del Equipo de Trabajo <i>Solo describir las reuniones que se realizaron para examinar el ALCANCE del proyecto</i>
<ol style="list-style-type: none"> Cantidad de Reuniones: El equipo de trabajo se reunirá por lo menos tres veces a la semana con el fin de asegurar transparencia y fluidez en el desarrollo del proyecto. Medios de comunicación Principalmente, el medio de comunicación será presencial los días de las reuniones o en todo caso se realizará por correo electrónico.

Anexo 7: Costos del Proyecto

Detalle

El detalle de los costos se muestran en la siguiente tabla:

Concepto	Costo (\$/.)
2 Soportes de madera pino para tablets	260
Set de cartas originales YuGiOh	200
Impresión de cartas con markers	95
Plugin Android Bluetooth	45

Concepto	Costo (S/.)
Impresión del campo	20
Total	620

Consideraciones

- Todos los costos del proyecto a la fecha han sido asumidos por los alumnos jefes.
- Todos los costos expuestos fueron estrictamente necesarios para la realización del proyecto.

Anexo 8: Atributos de Calidad

El detalle de los atributos de calidad se muestran en la siguiente tabla:

Técnica de Escenarios de Atributos de Calidad						
Atributo de Calidad	Fuente de Estímulo	Estímulo	Ambiente	Artefacto	Respuesta	Medición de la Respuesta
Modifiability	Desarrollador	Agregar un nuevo personaje Monstruo Normal	Desarrollo	Aplicación	Cambio realizado y probado	4 horas
Testeability	Unit Tester	Pruebas unitarias de cálculo de daño	Desarrollo	Clase DamageCalculation	Resultados Capturados	100% de pruebas pasadas
Availability	Usuario Final	Conexión via Bluetooth	Ejecución	Aplicación	Informar al usuario	95% de conexiones exitosas
Performance	Usuario Final	Colocar un Monstruo	Ejecución	Aplicación	El monstruo es colocado	El CPU se mantiene al 30% de uso durante el juego
Usability	Usuario Final	Usar el juego por primera vez	Ejecución	Aplicación	La aplicación presentará interfaces simples de utilizar	A un usuario le toma entre 2 y 10 min aprender a utilizar el juego

Técnica de Escenarios de Atributos de Calidad						
Reliability	Usuario Final	Reconocimiento de Cartas	Ejecución	Aplicación	La aplicación se recupera de malos reconocimientos de las cartas del juego	99% de confiabilidad

Anexo 9: Arquitectura de Software

Arquitectura de Software

Para el presente proyecto se desarrollaron los siguientes tipos de arquitectura:

- Diagrama de Arquitectura Lógica
- Diagrama de Arquitectura Física
- Diagrama de Componentes
- Diagrama de Despliegue

Diagrama de Arquitectura Lógica

El diagrama de arquitectura lógica utiliza como base el S.O. Android 4.0.3 sobre el que se instalará el juego utilizando el Android SDK para la construcción. El juego en sí utilizará el framework de Vuforia para la Realidad Aumentada, así como Unity Engine como plataforma.

Componente	Descripción
Sistema Operativo Android 4.1.2	Sistema Operativo sobre el cual se ha construido la aplicación.
Unity	Este es el motor del juego desarrollado. Este sirve de puente entre el sistema operativo del dispositivo móvil, la lógica de la aplicación desarrollada y los otros componentes del producto.
Android & Microcontrollers / Bluetooth 3.6.1	Es un plugin de Unity que provee la funcionalidad de conexión entre dispositivos Android a través del Bluetooth.
Vuforia	Es un package de Unity el cual permite agregar la funcionalidad de la Realidad Aumentada, para reconocimiento de marcadores, entre otras funciones.
SQLite	Es la base de datos que utiliza la aplicación para obtener la información de cada carta.
App Yu-Gi-Oh!	Representa la aplicación desarrollada por nosotros, la cual está soportada por todos los otros componentes descritos

Diagrama de Arquitectura Física

El diagrama de arquitectura física contiene dispositivos móviles Samsung Galaxy Note 10.1 con Android 4.0.3, los cuales están conectados como cliente y servidor mediante bluetooth para la envío y recepción de datos.

Componente	Descripción
Tablet Cliente	Es el dispositivo que se conecta al otro mediante Bluetooth para iniciar el juego.
Tablet Servidor	Es el dispositivo host. Este inicia la conexión entre las tablets.

Diagrama de Componentes

En el diagrama de componentes se puede apreciar que el producto utiliza principalmente tres ramas de componentes. La primera rama se refiere a las librerías del framework de Realidad Aumentada llamado Vuforia, la segunda rama es el conjunto de clases desarrolladas para contener la lógica del juego y la tercera rama consta de las librerías nativas del motor de juegos Unity.

Componente	Responsabilidad
YuGiCore.apk	Ejecutable de la aplicación.
Vuforia.dll	Librería que contiene las clases necesarias para el uso de realidad aumentada.
VuforiaBehaviour.dll	Librería de Vuforia que permite el manejo de la cámara y reconocimiento de objetos.
MarkerBehaviour.dll	Librería de Vuforia que permite identificar los FrameMarkers e identificarlos individualmente
DefaultTrackableEventHandler.dll	Librería de Vuforia que permite ejecutar funciones al momento de detectar, o perder un marcador frente a la cámara.
GameLogic	Conjunto de clases del juego.

Componente	Responsabilidad
GameMachine.cs	Máquina de estado que controla los estados principales del juego.
TurnsMachine.cs	Máquina de estado que controla los turnos de los jugadores.
Playermanager.cs	Clase que controla la información del jugador, así como sus monstruos.
MultiplayerManager.cs	Clase que maneja los eventos que se ejecutan al enviar o recibir packages por Bluetooth.
PhasesMachie.cs	Máquina de estado que controla las fases de cada jugador durante su turno.
BattleMachine.cs	Máquina de estado que controla las fases de batalla de los monstruos, así como el cálculo de daño.
BTPackage.cs	Clase que maneja los paquetes que se envían vía Bluetooth.
UnityEngine.dll	Librería que permite el uso del motor de juegos Unity.
UI.dll	Librería de Unity que permite utilizar elementos de interfaces.
Events.dll	Librería de Unity que permite manejar eventos de interacción con el usuario, así como triggers y métodos concurrentes.
Android&Microcontrollers.dll	Librería del plugin de Bluetooth que contiene clases que permiten el intercambio de datos entre dispositivos Android.
BTsettings.cs	Clase de Android&Microcontrollers que contiene las funciones necesarias para el envío y recepción de datos entre dispositivos mediante Bluetooth.

Diagrama de Despliegue

El diagrama de Despliegue muestra que la aplicación se instala en un dispositivo móvil (Tablet) para ser usado directamente por el usuario final.

Componente	Responsabilidad
Tablet	Dispositivo móvil sobre el cual se instala la aplicación desarrollada.

Anexo 10: Validación

A continuación se muestra fotos de las diferentes presentaciones que tuvo nuestro proyecto con usuarios reales.

Exposición de Validación

Exposición en Feria de Ciencias en Colegio Villa Caritas

Exposición en Innovation Day en UPC Campus San Miguel

Anexo 11: Landing Page

Definición

El videojuego que desarrollamos se basa en un juego de cartas ya existente llamado YuGi-Oh! Trading Card Game de Konami. El juego consta de una batalla entre los monstruos de dos personas. Existen 4 tipos de cartas usadas en el juego. Estas son Monstruos Normales, Monstruos Efecto, Cartas Mágicas, y las Cartas Trampa. Nuestro proyecto utiliza básicamente las mismas reglas del juego original pero integrando el uso de la Realidad Aumentada en dispositivos móviles, específicamente tablets, permitiendo la visualización de los personajes del juego como si estos fueran reales.

Componentes

Personajes

El modelado y animación de los personajes se llevó a cabo en la herramienta llamada Blender. Posteriormente, los personajes se integraron al desarrollo del juego en la herramienta Unity

Cartas

Seleccionamos dos grupos iguales de 40 cartas del juego original, a las que se les agregó un Framemarker en el contorno de la imagen central para permitir que cada una sea identificada individualmente. Además se utilizó un Framemarker en el campo de juego para mostrar efectos visuales de algunas cartas.

Campo

Para el juego desarrollado se diseñó e imprimió una versión personalizada del campo de juego, debido a que fue necesario agregar un marcador en el centro del campo para nuestra aplicación pueda mostrar en ese lugar los diferentes efectos visuales de las cartas mágicas y trampa.

Aplicación

El desarrollo de la aplicación se llevó a cabo en la herramienta Unity, donde se integraron los personajes modelados. Se utilizaron los complementos Vuforia y Android & Microcontrollers / Bluetooth para aportar las funcionalidades de la Realidad Aumentada y la conexión entre tablets a través de Bluetooth respectivamente.

Soportes

Diseñamos y construimos dos soportes de madera para las tablets. Estos tienen como finalidad servir de apoyo para estos dispositivos, permitiéndoles a los jugadores tener las manos libres para sostener las cartas y jugar de manera normal.

[Inicio](#)[Definición](#)[Componentes](#)[Tecnologías](#)[Equipo](#)

Cada componente del proyecto fue diseñado pensando en llevar la experiencia del usuario a un nuevo nivel.

[Inicio](#)[Definición](#)[Componentes](#)[Tecnologías](#)[Equipo](#)

Cada componente del proyecto fue diseñado pensando en llevar la experiencia del usuario a un nuevo nivel.

[Inicio](#)[Definición](#)[Componentes](#)[Tecnologías](#)[Equipo](#)

Tecnologías

Unity

Utilizado como motor del juego. En esta herramienta integramos algunos componentes adicionales como un plugin bluetooth para comunicar dos tablets.

Blender

Es la herramienta utilizada para el modelado, texturizado, articulación y animación de los personajes del videojuego.

Vuforia

Utilizado como framework de Realidad Aumentada. Este nos permitió integrar el reconocimiento de marcadores desde la cámara del dispositivo.

Anexo 12: Historias de Usuario

Product Backlog

Código	Descripción
HU-01	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el primer grupo de monstruos, <i>para</i> realizar el combate básico.
HU-02	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el segundo grupo de monstruos, <i>para</i> realizar el combate básico.
HU-03	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el tercer grupo de monstruos, <i>para</i> realizar el combate básico.
HU-04	Como <i>usuario deseo</i> poder ver cómodamente a los personajes a través de una tablet sobre un soporte <i>para</i> tener las manos disponibles para manipular las cartas.
HU-05	Como <i>usuario deseo</i> poder tener reglas <i>para</i> respetar el tema original del videojuego.
HU-06	Como <i>usuario deseo</i> poder jugar contra un oponente humano <i>para</i> respetar el tema original del videojuego.
HU-07	Como <i>usuario deseo</i> poder interactuar con los personajes y los eventos que sucedan durante el juego <i>para</i> poder estar al tanto de la situación y preparar estrategias.
HU-08	Como <i>usuario deseo</i> poder tener las cartas con la información de los monstruos y que me permitan utilizar AR <i>para</i> tener una mejor inmersión en el juego.
HU-09	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el primer grupo de monstruos-efecto, <i>para</i> realizar el combate básico.
HU-10	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el primer grupo de cartas mágicas, <i>para</i> realizar el combate básico.
HU-11	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el primer grupo de cartas trampa, <i>para</i> realizar el combate básico.

HU-12	Como <i>usuario deseo</i> poder ver la pantalla inicial del juego antes de empezar a jugar, <i>para</i> poder familiarizarme con el juego.
HU-13	Como <i>usuario deseo</i> que el juego me avise cuando haga un movimiento no permitido, <i>para</i> poder entender las reglas del juego.
HU-14	Como <i>usuario deseo</i> poder ver cómo juegan otras personas desde una perspectiva diferente, <i>para</i> poder entender mejor el juego.

Sprint Backlog

Sprint 1

Código	Descripción
HU-01	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el primer grupo de monstruos, <i>para</i> realizar el combate básico.
HU-05	Como <i>usuario deseo</i> poder tener reglas <i>para</i> respetar el tema original del videojuego.
HU-07	Como <i>usuario deseo</i> poder interactuar con los personajes y los eventos que sucedan durante el juego <i>para</i> poder estar al tanto de la situación y preparar estrategias.

Sprint 2

Código	Descripción
HU-02	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el segundo grupo de monstruos, <i>para</i> realizar el combate básico.
HU-04	Como <i>usuario deseo</i> poder ver cómodamente a los personajes a través de una tablet sobre un soporte <i>para</i> tener las manos disponibles para manipular las cartas.
HU-08	Como <i>usuario deseo</i> poder tener las cartas con la información de los monstruos y que me permitan utilizar AR <i>para</i> tener una mejor inmersión en el juego.

Sprint 3

Código	Descripción
HU-03	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el tercer grupo de monstruos, <i>para</i> realizar el combate básico.
HU-06	Como <i>usuario deseo</i> poder jugar contra un oponente humano <i>para</i> respetar el tema original del videojuego.

Sprint 4

Código	Descripción
HU-09	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el primer grupo de monstruos-efecto, <i>para</i> realizar el combate básico.
HU-12	Como <i>usuario deseo</i> poder ver la pantalla inicial del juego antes de empezar a jugar, <i>para</i> poder familiarizarme con el juego.

Sprint 5

Código	Descripción
HU-10	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el primer grupo de cartas mágicas, <i>para</i> realizar el combate básico.
HU-13	Como <i>usuario deseo</i> que el juego me avise cuando haga un movimiento no permitido, <i>para</i> poder entender las reglas del juego.

Sprint 6

Código	Descripción
HU-11	Como <i>usuario deseo</i> poder ver e interactuar con el primer grupo de cartas trampa, <i>para</i> realizar el combate básico.
HU-14	Como <i>usuario deseo</i> poder ver cómo juegan otras personas desde una perspectiva diferente, <i>para</i> poder entender mejor el juego.

Historias de Usuario

Historia de Usuario 01

Historia de Usuario	
Número: HU-01	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder ver e interactuar con el primer grupo de monstruos, para realizar el combate básico.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Alta</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Bajo</i>
Puntos estimados: <i>3</i>	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que se pueda apreciar los personajes con sus animaciones de ataque y defensa</i>	
Observaciones: <i>Debe apreciarse el personaje completo.</i>	
Prototipos o Mockup:
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>Coloco el framemarker frente a la cámara</i>	<i>Mostrar el personaje encima de el</i>
Test de Aceptación: <i>El personaje se muestra encima del framemarker mostrando sus animaciones.</i>	

Historia de Usuario 02

Historia de Usuario	
Número: HU-02	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder ver e interactuar con el segundo grupo de monstruos, para realizar el combate básico.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Alta</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Bajo</i>
Puntos estimados: 3	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que se pueda apreciar los personajes con sus animaciones de ataque y defensa</i>	
Observaciones: <i>Debe apreciarse el personaje completo.</i>	
Prototipos o Mockup: <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> </div>	
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>Coloco el framemarker frente a la cámara</i>	<i>Mostrar el personaje encima de el</i>
Test de Aceptación: <i>El personaje se muestra encima del framemarker mostrando sus animaciones.</i>	

Historia de Usuario 03

Historia de Usuario	
Número: HU-03	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder ver e interactuar con el tercer grupo de monstruos, para realizar el combate básico.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Alta</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Bajo</i>
Puntos estimados: 3	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que se pueda apreciar los personajes con sus animaciones de ataque y defensa</i>	
Observaciones: <i>Debe apreciarse el personaje completo.</i>	
Prototipos o Mockup:
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>Coloco el framemaker frente a la cámara</i>	<i>Mostrar el personaje encima de el</i>
Test de Aceptación: <i>El personaje se muestra encima del framemaker mostrando sus animaciones.</i>	

Historia de Usuario 04

Historia de Usuario	
Número: HU-04	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder ver cómodamente a los personajes a través de una tablet sobre un soporte para tener las manos disponibles para manipular las cartas.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Media</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Bajo</i>
Puntos estimados: 3	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que el usuario no tenga que estar tomando la Tablet con sus manos.</i>	
Observaciones: <i>La Tablet debe poder abarcar todas las cartas</i>	
Prototipos o Mockup:
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>El usuario ponga la Tablet en el soporte</i>	<i>Se puede ver todos los personajes sin necesidad de tomar la Tablet con las manos.</i>
Test de Aceptación: <i>El usuario no tiene que mover con las manos la Tablet para ver todos los personajes.</i>	

Historia de Usuario 05

Historia de Usuario	
Número: HU-05	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder tener reglas para respetar el tema original del videojuego.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Alta</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Medio</i>
Puntos estimados: <i>6</i>	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que se respeten las reglas del juego original.</i>	
Observaciones: <i>Se usarán las reglas necesarias para las cartas seleccionadas.</i>	
Prototipos o Mockup: <i>Por definir</i>	
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>Juegue una carta</i>	<i>Se validarán las reglas del juego</i>
Test de Aceptación: <i>No se permite realizar jugadas no permitidas por las reglas.</i>	

Historia de Usuario 06

Historia de Usuario	
Número: HU-06	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder jugar contra un oponente humano para respetar el tema original del videojuego.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Alta</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Baja</i>
Puntos estimados: <i>7</i>	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que puedan usar dos tablets para que dos personas puedan interactuar en el juego.</i>	
Observaciones:	
Prototipos o Mockup:
Criterios de Aceptación:	
Cuando <i>Un jugador hace algo en el juego</i>	Espero <i>Que el otro jugador pueda apreciarlo en su propia tablet</i>
Test de Aceptación: <i>La acción de un jugador con su monstruo es apreciada por el otro jugador en su propia Tablet.</i>	

Historia de Usuario 07

Historia de Usuario	
Número: HU-07	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder interactuar con los personajes y los eventos que sucedan durante el juego para poder estar al tanto de la situación y preparar estrategias.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Alta</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Media</i>
Puntos estimados: <i>7</i>	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que el juego permita hacer interactuar a los jugadores con los personajes.</i>	
Observaciones: <i>Se debe poder ingresar inputs a un personaje y hacer que interactúe con el jugador.</i>	
Prototipos o Mockup: <i>No Aplica</i>	
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>Indico a un personaje que ataque a otro</i>	<i>Que el personaje obedezca la orden del jugador</i>
Test de Aceptación: <i>Los personajes pueden atacar y realizar acciones ordenadas por el jugador</i>	

Historia de Usuario 08

Historia de Usuario	
Número: HU-08	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder tener las cartas con la información de los monstruos y que me permitan utilizar AR para tener una mejor inmersión en el juego.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Alta</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Media</i>
Puntos estimados: 5	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea tener las cartas físicas para poder respetar el tema original del juego</i>	
Observaciones: <i>Las cartas serán impresas con los framemarkers necesarios.</i>	
Prototipos o Mockup:
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>Pongo una carta física bajo la cámara</i>	<i>En la aplicación puedo apreciar el mostro</i>
Test de Aceptación: <i>El jugador puede apreciar el personaje sobre la carta física impresa</i>	

Historia de Usuario 09

Historia de Usuario	
Número: HU-09	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder ver e interactuar con el primer grupo de monstruos-efecto, para realizar el combate básico.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Alta</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Media</i>
Puntos estimados: 5	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que el personaje pueda jugar con los personajes de tipo mostro efecto para respetar el tema original del juego</i>	
Observaciones: <i>Se deben visualizar los poderes de los mostros efecto.</i>	
Prototipos o Mockup: <div data-bbox="722 1046 1109 1429" data-label="Image"> A screenshot from the Pokémon GO mobile application showing an AR battle. A blue and white Dratini is positioned in the center of the frame, appearing to be in a store aisle with shelves of products in the background. Above the Dratini, a semi-transparent box displays its name 'Dratini' and its Combat Power 'CP 38'. At the bottom of the screen, there is a red circular button and a camera icon, typical of the AR interface. </div>	
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>Se dispara el efecto de un mostro</i>	<i>Se puede ver su ataque y animación</i>
Test de Aceptación: <i>Se puede apreciar al mostros efecto y su animación</i>	

Historia de Usuario 10

Historia de Usuario	
Número: HU-10	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder ver e interactuar con el primer grupo de cartas mágicas, para realizar el combate básico.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Alta</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Media</i>
Puntos estimados: <i>9</i>	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que en el juego se puedan usar cartas mágicas.</i>	
Observaciones: <i>Se deben poder apreciar los efectos de las cartas mágicas.</i>	
Prototipos o Mockup: <i>No Aplica</i>	
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>Uso una carta mágica</i>	<i>Ver los efectos de la misma en el juego</i>
Test de Aceptación: <i>Se muestran las cartas mágicas y sus efectos.</i>	

Historia de Usuario 11

Historia de Usuario	
Número: HU-11	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder ver e interactuar con el primer grupo de cartas trampa, para realizar el combate básico.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Media</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Bajo</i>
Puntos estimados: <i>7</i>	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que en el juego se puedan usar cartas trampa.</i>	
Observaciones: <i>Las cartas trampa no tienen modelos solo efectos visibles</i>	
Prototipos o Mockup:
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>Se usan cartas trampa</i>	<i>Apreciar el efecto de la carta trampa</i>
Test de Aceptación: <i>El usuario puede usar cartas trampa en el juego</i>	

Historia de Usuario 12

Historia de Usuario	
Número: HU-12	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder ver la pantalla inicial del juego antes de empezar a jugar, para poder familiarizarme con el juego.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Media</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Bajo</i>
Puntos estimados: <i>7</i>	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea q se muestren opciones para empezar el juego.</i>	
Observaciones: <i>La pantalla inicial es la primera pantalla que ve el usuario</i>	
Prototipos o Mockup:
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>El usuario ingresa a la aplicación</i>	<i>Que pueda ver la pantalla inicial</i>
Test de Aceptación: <i>El usuario puede apreciar la pantalla inicial</i>	

Historia de Usuario 13

Historia de Usuario	
Número: HU-13	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo que el juego me avise cuando haga un movimiento no permitido, para poder entender las reglas del juego.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Media</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Bajo</i>
Puntos estimados: <i>7</i>	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que el juego respete las reglas originales del juego</i>	
Observaciones: <i>El juego posee reglas según las cartas que se usen</i>	
Prototipos o Mockup:
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>El usuario juega</i>	<i>Que se validen las reglas</i>
Test de Aceptación: <i>El juega según las reglas de juego</i>	

Historia de Usuario 14

Historia de Usuario	
Número: HU-14	Usuario: Cliente
Nombre de historia: <i>Como usuario deseo poder ver cómo juegan otras personas desde una perspectiva diferente, para poder entender mejor el juego.</i>	
Prioridad en negocio: <i>Media</i>	Riesgo en desarrollo: <i>Bajo</i>
Puntos estimados: <i>7</i>	
Programador responsable: <i>Por definir</i>	
Descripción: <i>Se desea que un tercer usuario pueda ver el juego con su propia Tablet.</i>	
Observaciones: <i>El tercer jugador solo puede ver el juego, no intervenir</i>	
Prototipos o Mockup:
Criterios de Aceptación:	
Cuando	Espero
<i>El usuario apunta su Tablet al juego</i>	<i>Que pueda ver el desarrollo del mismo</i>
Test de Aceptación: <i>El tercer usuario puede ver el juego en el que participan otros dos usuarios</i>	