

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO QUE PERMITA LA VISUALIZACIÓN DE DATOS HISTÓRICOS Y CULTURALES POR MEDIO DE LA VIRTUALIZACIÓN

Monografía



Kevin Camilo Díaz Monje
Andrés Felipe Sánchez Cruz

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Proyecto Curricular Ingeniería de Sistemas
Facultad de Ingeniería
Bogotá D.C., Colombia
2018

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO QUE PERMITA LA VISUALIZACIÓN DE DATOS HISTORICOS Y CULTURALES POR MEDIO DE LA VIRTUALIZACIÓN

Kevin Camilo Díaz Monje
&
Andrés Felipe Sánchez Cruz

Monografía para optar al título de
Ingeniero de sistemas

Directora
M.Sc Nancy Yaneth Gelvez García

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Ingeniería
Proyecto curricular de Ingeniería de Sistemas
Bogotá D.C., Colombia
2018

DEDICATORIAS

Este proyecto, esta carrera, todo es por y para ustedes, mi padre, mi madre y hermana que han estado a mi lado desde el primer día, quienes se han dejado el alma y cuerpo para darme lo necesario para llegar hasta aquí.

A mi directora de proyecto y gran docente Nancy Y. Gelvez quien confió en nosotros para desarrollar este gran proyecto.

A mi novia y amigos cercanos que me han colaborado, han sido apoyo, motivación y fuerza para no desistir y siempre avanzar.

Kevin Camilo Díaz Monje

A mi madre y hermanos que me han acompañado, brindado las mejores enseñanzas y apoyado en esta etapa, todo tiene sentido al saber que es por ustedes.

A mi directora de proyecto Nancy Y. Gelvez por su guía y compromiso durante todo el proyecto.

A mis compañeros y amigos que estuvieron conmigo toda la carrera, que hicieron más llevaderos los días largos y los trabajos duros.

Andrés Felipe Sánchez Cruz

AGRADECIMIENTOS

A todos y cada uno de los compañeros que se convirtieron en amigos y de amigos a ser hermanos, a Jeisson Piñeros, Daniel Hernández, Iván Ruiz, David Ciendua, Cesar Baquero, Leonardo Dallos, en fin, a todos aquellos que estuvieron y fueron apoyo ante las inclementes arremetidas del día a día; a los docentes que nos apoyaron en este proyecto, a Lilian Bejarano, Paulo Gaona, Jhon Freddy Parra, Carlos Montenegro y demás docentes que durante este tiempo forjaron hábitos, fueron guía con sus enseñanzas y experiencias que quedarán en nuestra memoria.

A mi compañero de proyecto Andrés Felipe Sánchez Cruz por estar durante toda la carrera y por acompañarme en esta aventura que juntos empezamos, esto no sería posible sin usted.

Infinitas gracias doy al destino por permitir tener a gente como ustedes en mi vida.
Kevin Camilo Díaz Monje

A mis grandes amigos de universidad Kevin Díaz, Jeisson Piñeros, Daniel Hernández, Iván Ruiz, David Ciendua y Cesar Baquero, sin ustedes esto no hubiera sido posible. A los docentes que brindaron sus conocimientos para crecer personal y profesionalmente. A Diego Saenz por su guía y colaboración durante el proyecto.

Gracias, por todo, lo que han hecho por mí no tiene precio.
Andrés Felipe Sánchez Cruz

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Relación entre la realidad y la virtualidad Fuente: (Kishino, 1994) 16
Ilustración 2: Espectro de realidad mixta. 18
Ilustración 3: Diagrama del modelo de desarrollo. 31
Ilustración 4: Diagrama de Casos de Uso del Sistema de Visualización 51
Ilustración 5: Diagrama de Componentes de sistema Museográfico 53
Ilustración 6: Diagrama de Componentes del Sistema de Visualización. 54
Ilustración 7: Diagrama de actividades "RegistrarUsuario". 55
Ilustración 8: Diagrama de actividades "IniciarRecorrido". 56
Ilustración 9: Diagrama de actividades "RegistroPreferencia". 57
Ilustración 10: Diagrama de actividades "ValorarContenido". 58
Ilustración 11: Diagrama de estados Sistema de Visualización. 59
Ilustración 12: Diagrama de nodos General 60
Ilustración 13: Diagrama de Secuencia de "Registro Usuario" 61
Ilustración 14: Diagrama de Secuencia de "Recorrido" 62
Ilustración 15: Diagrama de Secuencia de "Registrar Preferencia". 63
Ilustración 16: Diagrama de Secuencia de "Valoración de contenido". 64
Ilustración 17: Diagrama de sistema, Sistema de Visualización. 65
Ilustración 18: Grafica de uso de sistemas operativos móviles en Colombia. (StatCounter, 2017) 68
Ilustración 19: Mockup de Autenticación. 76
Ilustración 20: Mockup de Registro 77
Ilustración 21: Mockup de Ver Obra 77
Ilustración 22: Mockup de Menú principal. 78
Ilustración 23: Mockup de Registrar Preferencias. 78
Ilustración 24: Modelo en Blender del escenario. 79
Ilustración 25: Probuilder en la Asset Store 80
Ilustración 26: Modelo del escenario realizado con Probuilder. 81
Ilustración 27: Perspectivas del personaje. 82
Ilustración 28: Perspectivas del modelo con accesorios. 82
Ilustración 29: Modelo 3D original de Amphitrite. 83
Ilustración 30: Modelo 3D LowPoly de Amphitrite. 84
Ilustración 31: Modelo de Philopoemen, en HighPoly y LowPoly 84
Ilustración 32: Modelo de Annibal, en HighPoly y LowPoly 84
Ilustración 33: Método “EjecutarOperacion” de tipo POST. 87
Ilustración 34: Método “EjecutarOperacion” de tipo PUT. 87
Ilustración 35: Creación de cadena para ser enviada a un servicio. 88
Ilustración 36: Conversión de una cadena para ser utilizada. 88
Ilustración 37: Consumo de un servicio. 89
Ilustración 38: Modelo del prototipo en Realidad Aumentada 93
Ilustración 39: Paquete de la extensión de Vuforia para Unity 94
Ilustración 40: Registro de la aplicación en Vuforia. 94
Ilustración 41: Código generado por Vuforia para Unity. 95

Ilustración 42: Logo de la Universidad Distrital que se usó como marcador para el aplicativo. 95
Ilustración 43: Creación en la base de datos de Vuforia. 95
Ilustración 44: Configuración del marcador en Vuforia. 96
Ilustración 45:Opción de editor de Vuforia y paquete generado. 96
Ilustración 46: Interfaz de inicio de Unity. 97
Ilustración 47: Ubicación del ARCamera y el ImageTargen en el proyecto de Unity. 97
Ilustración 48: Ventana de Open Vuforia Configuration 98
Ilustración 49: Ventana Configuración Datasets 98
Ilustración 50: Ventana de license Key Vuforia. 99
Ilustración 51: Configuración del inspector ImageTarget. 99
Ilustración 52: Vista del escenario. 99
Ilustración 53: Funcionamiento de los AssetBundles. 100
Ilustración 54: Funcionamiento de los AssetBundles del lado del cliente. 101
Ilustración 55: Parámetros de transformación de la cámara. 102
Ilustración 56: Vista del Editor ya configurado. 102
Ilustración 57: Vista del primer prototipo con una obra. 103
Ilustración 58: Vista del objeto fuera del “ImageTarget” 103
Ilustración 59: Primer paso para agregar Asset bundle. 104
Ilustración 60: Agregar el asset al proyecto. 104
Ilustración 61: Ubicación del Asset en el proyecto. 105
Ilustración 62: Archivos Creados por el asset bundle. 105
Ilustración 63: Código para llamar un Asset bundle. 105
Ilustración 64: Vista de los pisos del escenario. 106
Ilustración 65: Distribución de esculturas y pinturas en cada piso del escenario. 107
Ilustración 66: Leyenda de pinturas y esculturas. 107
Ilustración 67: creación de una app en la Play Store. 108
Ilustración 68: Secciones de la configuración de una nueva aplicación. 109
Ilustración 69: Segmento de producción de una aplicación 109
Ilustración 70: Ventana para agregar una apk. 110
Ilustración 71: Aplicación MuseAR en la Play Store. 110
Ilustración 72: Formulario de Registro 111
Ilustración 73: Pantalla de carga de un recorrido. 111
Ilustración 74: Formulario de Ingreso 112
Ilustración 75: Menú principal de a aplicación. 112
Ilustración 76: Pantalla de configuración de preferencias. 113
Ilustración 77: Pantalla de bienvenida 113
Ilustración 78: Vista del "Loader". 114
Ilustración 79: Pantalla de espera al marcador. 114
Ilustración 80: Vista del museo en Realidad Aumentada. 115
Ilustración 81: Personaje en el escenario. 115
Ilustración 82: Opciones al ingresar a una obra. 116
Ilustración 83: Vista de una pintura en realidad Aumentada. 116
Ilustración 84: Vista de la información de una obra. 117
Ilustración 85: Modelo del prototipo en Realidad Virtual 120

Ilustración 86: Descarga de Cardboard 121
Ilustración 87: Contenido del paquete de GoogleVR. 121
Ilustración 88: Escenario en el cual se va a mover la persona. 122
Ilustración 89: Ubicación del Main Camera. 122
Ilustración 90: Visualización del "Main Camera" dentro del objeto "Avatar" 122
Ilustración 91: Escenario en primera persona. 123
Ilustración 92: Estructura jerárquica de los elementos necesarios para la visualización en realidad virtual. 124
Ilustración 93: "Gvr Pointer PhysicsRaycaster" en el "Main Camera". 124
Ilustración 94: Vista en primera persona con la Realidad Virtual. 124
Ilustración 95: Objeto Event Trigger. 125
Ilustración 96: Agregación del "PointerClick" al "Event Trigger" 125
Ilustración 97: Cambio del apuntador cuando se selecciona un objeto. 126
Ilustración 98: Cambio en la presentación de los canvas. 126
Ilustración 99: Ajuste del canvas para la Realidad Virtual. 127
Ilustración 100: Vista del canvas desde la cámara. 127
Ilustración 101: Parámetros para el manejo del canvas. 127
Ilustración 102: Configuración del Input Manager. 128
Ilustración 103: Formas de entrada para un control en Unity. 129
Ilustración 104: Forma de agregar un botón: AButton, LeftJoystickHorizontal, LeftJoystickVertical, RightJoistickHorizontal y RigthJoystickVertical correspondientemente. 129
Ilustración 105: Forma en la que el botón capture la información. 130
Ilustración 106: Forma en la que un botón ejecuta una acción. 130
Ilustración 107: Canvas de teclado con letras minúsculas. 130
Ilustración 108: Canvas de teclado con letras Mayúsculas. 131
Ilustración 109: Canvas de teclado con signos de puntuación y números. 131
Ilustración 110: Funcionamiento del teclado. 131
Ilustración 111: Formulario de Registro en Realidad Virtual. 132
Ilustración 112: Formulario de Autenticación en Realidad Virtual. 132
Ilustración 113: Vista del Menú Inicial. 133
Ilustración 114: Selección de preferencias: Pintura. 133
Ilustración 115: Selección de preferencias: Escultura. 133
Ilustración 116: Selección de preferencias: Salida. 134
Ilustración 117: Vista de Bienvenida. 134
Ilustración 118: Vista interna del museo cuando ha cargado. 134
Ilustración 119: Vista de una pintura en Realidad Virtual. 135
Ilustración 120: Vista de Calificación en Realidad Virtual. 135
Ilustración 121: Vista de la Información en Realidad Virtual. 136
Ilustración 122: Vista de una escultura en Realidad Virtual. 136
Ilustración 123: Gráfico de la usabilidad de los aplicativos. 148
Ilustración 124: Pantalla de Inició de la encuesta. 161
Ilustración 125: Pantalla de explicación de la encuesta 161
Ilustración 126: Encuesta: Selección de género. 162
Ilustración 127: Encuesta: Selección de rango de edad. 162

Ilustración 128: Encuesta: Selección de Tipo de Usuario. 163
Ilustración 129: Encuesta: Selección de satisfacción. 163
Ilustración 130: Encuesta: Selección acerca del tiempo de carga de la aplicación. .163
Ilustración 131: Encuesta: Selección de lo que más le gustó de la aplicación. 164
Ilustración 132: Encuesta: Selección de la aplicación como una nueva propuesta. .164
Ilustración 133: Encuesta: Selección de las áreas que considera que se deben agregar. 165
Ilustración 134: Encuesta: Selección de que no le gustó de la aplicación. 165
Ilustración 135: Encuesta: Selección de La calificación generar de la aplicación. ...166
Ilustración 136: Encuesta: Campo para escribir sugerencias. 166
Ilustración 137: Encuesta: Selección de Aplicación a Calificar. 166
Ilustración 138: Encuesta: Preguntas de Realidad Virtual sobre Formularios Logueo y Registro. 167
Ilustración 139: Encuesta: Preguntas de Realidad Virtual sobre Interfaces de selección y navegabilidad. 168
Ilustración 140: Encuesta: Preguntas de Realidad Virtual sobre Información y calificación de la obra. 168
Ilustración 141: Encuesta: Preguntas de Realidad Virtual sobre Navegabilidad por el museo. 169
Ilustración 142: Encuesta: Preguntas de Realidad Virtual sobre Característica principal de la forma de visualización. 170
Ilustración 143: Encuesta: Preguntas de Realidad Aumentada sobre Formularios Logueo y Registro. 170
Ilustración 144: Encuesta: Preguntas de Realidad Aumentada sobre Interfaces de selección y navegabilidad. 171
Ilustración 145: Encuesta: Preguntas de Realidad Aumentada sobre Información y calificación de la obra. 171
Ilustración 146: Encuesta: Preguntas de Realidad Aumentada sobre Navegabilidad por el museo. 172
Ilustración 147: Encuesta: Preguntas de Realidad Aumentada sobre Característica principal de la forma de visualización. 173

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Abreviaturas 35
Tabla 2: Ventajas y desventajas de la Realidad Virtual 38
Tabla 3: Ventajas y desventajas de la Realidad Aumentada 39
Tabla 4: Formato de tabla de escenarios operacionales 41
Tabla 5: Tabla de Stakeholders 42
Tabla 6: Tabla de expectativas de los Stakeholders 42
Tabla 7: Escenario Operacional EO-01. 43
Tabla 8: Escenario Operacional EO-02. 43
Tabla 9: Escenario Operacional EO-03. 44
Tabla 10: Escenario Operacional EO-04. 44
Tabla 11: Escenario Operacional EO-05. 45
Tabla 12: Entidad 1 46
Tabla 13: Entidad 2 46
Tabla 14: Entidad 3 46
Tabla 15: Caso de uso CU-RF0 47
Tabla 16: Caso de uso CU-RF1 47
Tabla 17: Caso de uso CU-RF2 48
Tabla 18: Caso de uso CU-RF3 49
Tabla 19: Caso de uso CU-RF4 50
Tabla 20: Caso de uso CU-RF5 50
Tabla 21: Comparación de motores de juego. Fuente: Autores 70
Tabla 22: Tabla de costos del proyecto. 72
Tabla 23: Tabla de elementos gráficos 79
Tabla 24: Posibles pinturas y esculturas por piso. 107
Tabla 25: Rango de edades de la población. 138
Tabla 26: Esquema general de las listas de chequeo. Fuente (Beatriz E. Florián, 2010) 140
Tabla 27: Ponderado de tipos de usuarios. Fuente Autores. 144
Tabla 28: Resultados Formularios de logueo y registro, Realidad Virtual. 144
Tabla 29: Resultados Interfaces de selección y navegabilidad, Realidad Virtual. 145
Tabla 30: Resultados Información y calificación de la obra, Realidad Virtual. 145
Tabla 31: Resultados Navegabilidad por el museo, Realidad Virtual. 145
Tabla 32: Resultados Característica principal de la forma de visualización, Realidad Virtual 146
Tabla 33: Resultados Formularios de logueo y registro, Realidad Aumentada. 146
Tabla 34: Resultados Interfaces de selección y navegabilidad, Realidad Aumentada. 146
Tabla 35: Resultados Información y calificación de la obra, Realidad Aumentada. 147
Tabla 36: Resultados Navegabilidad por el museo, Realidad Aumentada. 147
Tabla 37: Resultados Característica principal de la forma de visualización, Realidad Aumentada. 147

Tabla 38: Tabla de comparación entre las técnicas de visualización en los escenarios planteados. 148
Tabla 39: Satisfacción de los usuarios 149

INDICE GENERAL

1 Definición del Proyecto 2
1.1 Introducción 2
1.2 Planteamiento del problema 6
1.3 Formulación del problema 9
1.4 Sistematización del problema 9
1.5 Objetivos 11
1.5.1 Objetivo general 11
1.5.2 Objetivos específicos 11
1.6 Justificación 12
2 Marco Referencial 15
2.1 Marco Conceptual 15
2.1.1 Virtual 15
2.1.2 Inmersión 15
2.1.3 Realidad aumentada 15
2.1.4 Realidad virtual 16
2.1.5 Clasificación de la realidad virtual 16
2.1.6 Realidad Mixta 17
2.1.7 El espectro de realidad mixta 17
2.2 Marco Teórico 19
2.2.1 Clasificación de los sistemas de realidad aumentada 19
2.2.2 Niveles de realidad aumentada 20
2.3 Antecedentes 20
2.3.1 Definición de museografía 20
2.3.2 Contextos culturales 21
2.3.3 Técnicas de realidad aumentada 22
2.3.4 Técnicas de realidad Mixta 25
2.4 Implementación de tecnologías 27

2.4.1 Implementaciones en realidad aumentada 27
2.4.2 Implementaciones en realidad virtual 28
3 Metodología 31
4 Análisis de Requerimientos 35
4.1 Características 36
4.1.1 Características pertinentes a los museos 36
4.1.2 Características pertinentes a la Realidad Aumentada (AR) 37
4.1.3 Características pertinentes a la Realidad Virtual (RV) 37
4.2 Comparación de técnicas de visualización 38
4.2.1 Ventajas y desventajas de la Realidad Virtual 38
4.2.2 Ventajas y desventajas de la Realidad Aumentada 38
4.2.3 Conclusión 39
4.3 Análisis de las especificaciones 40
4.3.1 Escenarios de operación 41
4.3.2 Entidades 46
4.3.3 Casos de Uso 47
4.4 Diagramas de caso de uso 51
5 Arquitectura del sistema 53
5.1 Diagrama de Componentes 53
5.2 Diagramas de Actividades 54
5.2.1 Actividad Registrar Usuario 55
5.2.2 Actividad Iniciar Recorrido 56
5.2.3 Actividad Registrar Preferencia 57
5.2.4 Actividad Valorar Contenido 58
5.3 Diagrama de Estados 59
5.4 Diagrama de Nodos 60
5.5 Diagrama de Secuencia 60
5.5.1 Diagrama de secuencia del Registro de Usuario 61
5.5.2 Diagrama de secuencia de Recorrido 62
5.5.3 Diagrama de Secuencia de Registrar Preferencias 63

5.5.4 Diagrama de Secuencia 64
5.6 Diagrama de Sistema 65
6 Comparación de Herramientas 67
6.1 Aspectos Relevantes 67
6.1.1 Dualidad 67
6.1.2 Multiplataforma 68
6.1.3 Orientación de visualización 69
6.1.4 Licencia para desarrollo 69
6.1.5 Lenguaje de desarrollo 69
6.1.6 Complementos de infraestructura 69
6.2 Comparación de Herramientas de desarrollo 70
6.3 Requerimientos técnicos para el desarrollo en Unity 71
6.3.1 Aprendizaje de los lenguajes utilizado en Unity 71
6.3.2 Recursos tecnológicos 71
6.3.3 Costos: 72
7 Modelado Gráfico 75
7.1 Herramientas de diseño 75
7.2 Elementos gráficos 76
7.2.1 Mockups 76
7.2.2 Escenario 79
7.2.3 Personaje 81
7.2.4 Esculturas 83
8 Conexiones 86
8.1 Consumo de los servicios 86
8.2 Uso del formato JSON 87
9 Implementación de Realidad Aumentada 91
9.1 Modelo de la implementación 91
9.2 Vuforia en Unity 94
9.3 Creación del proyecto 97
9.4 Asset Bundles 100

9.4.1 Definición de los AssetBundles 100
9.4.2 Creación del AssetBundles 101
9.5 Distribución de las obras en el escenario 106
9.6 Exportación y subida a la Play Store 108
9.7 Aplicación en funcionamiento 111
9.7.1 Registro 111
9.7.2 Inicio de Sesión 112
10 Implementación en Realidad Virtual 119
10.1 Modelo de la implementación 119
10.2 Google CardBoard 120
10.3 Canvas en VR 126
10.4 Mando 128
10.5 TecladoVR: 130
10.6 Aplicación en funcionamiento 132
10.6.1 Registro 132
10.6.2 Inicio de Sesión 132
11 Evaluación de los prototipos 138
11.1 Estructura de la prueba 139
11.2 Resultados de la encuesta: 143
11.3 Análisis de resultados 149
12 Conclusiones 151
13 Bibliografía 155
14 Anexos 161
14.1 Encuesta de usabilidad 161
14.1.1 Preguntas propias de Realidad Virtual 167
14.1.2 Preguntas propias de Realidad Aumentada 170

Capítulo

1

Para hacer un proyecto tan grande uno deber convertirse en alguien grande, pensar a lo grande para así poder plasmar ideas con esfuerzo y convertirlas en diamantes.

Fuente: Autores

Definición del Proyecto

1 Definición del Proyecto

1.1 Introducción

Para el acercamiento a la información general que se tiene en los museos y en demás entornos culturales actualmente, existen limitantes tanto para las personas que no tienen la capacidad de estar en el mismo sitio cultural o histórico (museo, galería, patrimonio cultural, etc.) como para la población que sí cuentan con la posibilidad de acceder a estos espacios culturales y educativos.

Estas limitantes que se presentan son de diverso índole, ya sea de tipo geográfico (imposibilidad de poder estar en el lugar físico), de conocimiento (como desconocimiento de la existencia de dicho espacio), de interés (falta de motivación e intencionalidad para dedicar tiempo a una actividad de índole cultural o histórico), entre otras razones, esto genera que las personas que están involucradas en la gestión y promoción de dichos espacios busquen nuevas formas de captar la atención del público.

Con la finalidad de captar una mayor población y de romper las limitantes anteriormente explicadas, se ha buscado presentar el contenido o temática de una forma más asequible y agradable para el usuario, y por ende hacer una evolución en su forma de transmitir el contenido a diversos públicos tanto locales como extranjeros mediante la utilización de las tecnologías (como páginas webs, aplicaciones móviles, blogs, etc.) y así promover la difusión de dicho conocimiento y atraer la atención de nuevos públicos. Todo este avance que se está dando en este tipo de entornos, se basa en la implementación de tecnologías de la información y comunicación, que, gracias a sus avances presentados en la última década en materia de las tecnologías de visualización de contenidos enfocados a la virtualidad, se pueda realizar un nuevo uso enfocado a generar interacción entre una persona y el entorno histórico o cultural al cual este accediendo.

Se debe tener en cuenta que la utilización de estas técnicas de virtualidad en estos entornos históricos y culturales también se hace con fines de adquisición de conocimiento, de conservación de la información, de investigación histórica y cultural, de comunicación social, exposición/exhibición artística entre otras posibilidades que puedan bridar los museos, también las poblaciones que deseen mostrar su patrimonio, personas que busquen romper diversos paradigmas en cuestión de la relación museo-visitante, entre otros propósitos que van de la mano con generar interés en la sociedad.

Esta propuesta de trabajo plantea un prototipo de plataforma basado en el desarrollado de un método de visualización de contenidos virtuales (técnicas de virtualidad), esto a partir de una investigación del contexto actual acerca de los diversos museos y contextos culturales que hacen uso de tecnologías interactivas que cada uno de ellos cuenta actualmente.

El siguiente documento se encuentra organizado por capítulos los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

En el capítulo 1 “Definición del proyecto” (actual): Se trata de la contextualización y establecimiento del proyecto. Se divide en 6 subsecciones como lo son la introducción del documento, el planteamiento y formulación del problema a tratar, se establecen los objetivos y se da una justificación al proyecto.

En el capítulo 2 “Marco Referencial”: Se brinda una completa pero resumida conglomeración de fuentes bibliográficas sobre los temas tratados tanto a nivel de desarrollo de las técnicas de visualización con sus respectivas tecnologías, así como una referenciación a las implementaciones que se están teniendo de las dichas técnicas en contextos como lo son los museos.

En el capítulo 3 “Metodología”: Se describe el proceso con el cual se realizó el desarrollo del proyecto.

En el capítulo 4 “Análisis de requerimientos”: Se presenta el desarrollo para la elección acerca de cuál era la técnica de visualización que se iba a trabajar en principio para el

prototipo, posteriormente se pasa a definir formalmente que se pretende obtener de la aplicación como interactúa y que se requiere para ello.

En el capítulo 5 “Arquitectura del sistema”: Se realiza la representación y explicación de cómo se diseñó conceptualmente el sistema a partir de los requisitos planteados en el capítulo anterior.

En el capítulo 6 “Comparación de herramientas”: Se genera un análisis comparativo de las características de las herramientas que se van a usar para el desarrollo junto con una descripción de los requerimientos técnicos que se desprenden de la decisión tomada en dicha comparación.

En el capítulo 7 “Modelo Gráfico”: Se establecen las herramientas gráficas con las cuales se trabajó el proyecto, como fue el desarrollo del prototipo desde los primeros Mockups hasta legar a la creación de personajes y manejo de elementos gráficos como las pinturas y los modelos 3d de las esculturas

En el capítulo 8 “Conexiones”: Se presenta la forma en la cual se realiza la comunicación con los dos sistemas que dan soporte a la aplicación, haciendo referencia al sistema recomendador y al sistema de base de datos.

En el capítulo 9 “Implementación de Realidad Aumentada”: Se plasma todo el desarrollo del primer prototipo, partiendo del modelo y las tecnologías que se iban a usar, como es el manejo interno del contenido, como se presenta el contenido hasta el funcionamiento de este.

El en capítulo 10 “Implementación de Realidad Virtual”: Se expone como fue el desarrollo desde la base establecida en el primer prototipo para integrar la realidad virtual a partir del modelo, cambios y ajustes que se dieron y el respectivo funcionamiento de esta nueva versión del prototipo.

En el capítulo 11 “Evaluación de los prototipos”: Se establece una encuesta como forma de evaluación por parte de usuarios finales para así conocer la percepción a nivel de usabilidad que se tiene de las aplicaciones, junto con este se genera un análisis de los resultados obtenidos.

En el capítulo 12 “Conclusiones”: Se procede a dar fin al proyecto evidenciando el progreso de los objetivos que se plantearon inicialmente, y cuáles son los trabajos futuros que se podrían manejar para continuar con el proyecto.

En el capítulo 13 “Bibliografía”: Se exponen todas las fuentes citadas en el documento que van desde artículos científicos, documentos de grado, hasta páginas web consultadas.

Y por último el Capítulo 14 “Anexos”: El cual contiene la como anexo la encuesta que se realizó para el capítulo de evaluación del prototipo.

El desarrollo de este prototipo y como parte de un gran sistema museográfico fue necesario la cooperación con el proyecto de grado “*Prototipo de un sistema de recomendación basado en Multiagentes para el análisis de memorias históricas y culturales*” (Ballén, 2018) y también del proyecto de grado *“Prototipo para el almacenamiento, tratamiento y procesamiento de datos utilizados en centros de memoria histórica, cultural, museos o senderos ecoturísticos en zonas afectadas por el postconflicto en Colombia”* (Edgar Camilo Vargas, 2018).

1.2 Planteamiento del problema

En la sociedad colombiana actual, se ha logrado identificar que la población no accede a los diversos espacios de adquisición cultural histórica y artística como lo son los museos, tal como se expone en el periódico el Tiempo "*¿Por qué los colombianos no van a los museos?*" (OQUENDO, 2015), el autor presenta un resumen sobre las diversas razones por las cuales los colombianos no acceden a los museos entre ellas la falta de interés que presenta la sociedad, el poco conocimiento de estos espacios, la poca valoración que se le da a estos espacios entre otras; para ello se basó en el informe presentado por el DANE *"Encuesta de Consumo Cultural 2014"* (DANE, 2014), donde se expresa un porcentaje de no asistencia por parte de los colombianos a los museos de un 86,5%, ocasionado principalmente por varios factores que influyen en la población como lo son:

Desinterés / No le gusta (39,1%)

Falta de tiempo para asistir (35,9%)

Por la lejanía de los museos (25,1%)

Estas no son las únicas causas de la falta de inasistencia a los museos, según Carlos Serrano, jefe de División Educativa y Cultural del Museo Nacional se tiene una perspectiva por parte de la población en la cual los museos *"son espacios antiguos y presentan una sola verdad, que son lugares en los que hay que estar en silencio"* (OQUENDO, 2015) y también porque *"se perpetúa la idea de que son lugares que albergan tesoros y que sirven solo para la contemplación y no para el disfrute o el gozo, y eso hace que el público los sienta lejanos"* (OQUENDO, 2015).

Esta situación da un panorama en el cual se deben buscar alternativas para poder mitigar esta problemática y que guie a los espacios culturales como los museos a ser llamativos y atractivos para la comunidad, sin perder su carácter social, cultural, artístico y educativo; ya que, según Fabio López, jefe de servicios al público de la Unidad de Artes del Banco de la República, *"la naturaleza del museo en el siglo 21 es*

diferente. No se queda esperando a que lo visiten, sino que desarrolla nuevas formas de interactuar con la gente" (OQUENDO, 2015).

Esta perspectiva se ve apoyada en el hecho de ¿Cómo las personas entienden lo que es o significa un museo?, ya que, al ser un lugar común se tienen diferentes percepciones individuales que fueron creadas a lo largo de su desarrollo personal y académico, donde *"Muchas preconcepciones acerca de los museos viajan por las mentes de personas que nunca han vivido una experiencia integral, única y apasionante en estos espacios. Para ellas, la palabra museo sólo tiene connotaciones negativas: viejo, cerrado, difícil, serio, polvo, aislamiento, silencio o prohibido."* (Ana María Rocha Pardo, 2008), lo cual genera que las personas que no cuentan con una mayor apreciación del sentido y del valor que representa un museo, no se vean atraídas a visitar, conocer o acercarse a estos sitios culturales convirtiéndose en una de las causas para la inasistencia de las personas. Otra de las causas por las cuales no se presenta interés en visitar un museo es el cambio social en cuestión de épocas que lo que al existir cambios entre distintas épocas se genera es un cambio en la idea de lo que representa el conocimiento almacenado en dichos sitios, es por ello que se debe entender que *"cada época tiene un proceso de exhibición diferente, tanto en la selección, clasificación, distribución y exhibición de los objetos, como los discursos sobre lo que éstos representan; el discurso museográfico"* (Muñoz, 2007), esto genera que los museos tengan que ir evolucionando para ir adaptando los contenidos para que cumplan las características de exhibición enmarcadas en las características propias de cada una de las épocas y al no conseguirlo par falta de recursos debido a *"la situación presupuestal en los diferentes niveles, que si bien permiten que el museo tenga garantizados unos mínimos de funcionamiento, se presentan limitantes en términos de mejoramiento de equipamientos e infraestructura, así como en actividades relacionadas con la contratación de personal experto en las diferentes áreas, procesos de investigación y producción de conocimiento, renovaciones museográficas, entre otros aspectos, que limitan el impacto sociocultural de estas entidades en los entornos en los cuales se ubican."* (Museos Colombianos, 2013), formas de innovación, por el interés administrativo propio de cada museo que *"Muchas veces los museos le dan*

mayor importancia a su labor de rescatar, catalogar y conservar las riquezas que guardan, que a su función más elemental: difundir conocimiento." (Ana María Rocha Pardo, 2008) , entre otros factores como falta de publicidad y marketing, poco acercamiento a comunidades rurales ya que *"en el tema de la Percepción Social de la Ciencia no incluyen a la población rural, por lo cual, ya existe un marco diferenciador en el que sólo se tiene en cuenta la opinión urbana que, a la larga, es la que tiene un mayor acceso a la información, especialmente en los países en vías de desarrollo."* (Pineda, 2013) y más por parte de los museos que no llegan a estas poblaciones, falta de métodos en cuestión de accesibilidad para las personas discapacitadas en la mayoría de los museos como se muestra en el diagnóstico del sector museal Colombiano donde *"un grueso del universo representado en 166 entidades (de 262 entidades evaluadas) no cuenta con ningún mecanismo de accesibilidad y un número muy bajo ha avanzado en alternativas como sanitarios adaptados, rampas de acceso, barandas, ascensor o elevador adaptado y señalización en braille."* (Museos Colombianos, 2013), entre otros factores que hacen que los museos sean menos visibles e impactantes a nivel cultural dentro del entorno social en el que se desenvuelven.

Bajo este enfoque se pretende identificar alternativas tecnológicas que impacten a la población debido a que el desarrollo de actividades mediante la utilización de tecnología "*hacen que la persona modifique sus ambientes externos (materiales) o internos (de comportamiento)"* (Sánchez, 2017) y de esta forma las nuevas generaciones de jóvenes y niños se vean atraídos son nativos digitales (Persona nacida bajo un contexto tecnológico) (Prensky, 2010), y para las generaciones posteriores (Inmigrantes tecnológicos que son personas que nacieron y provienen de un contexto analógico) (Prensky, 2010) que se han adaptado a las tecnologías que representan algo creativo y novedoso.

Es por esto, que para efectos de este proyecto se abordan nuevas tendencias en técnicas y tecnologías de virtualidad en materia de visualización como lo son la realidad aumentada y la realidad virtual con sus correspondientes tecnologías para la

implementación en dispositivos móviles como lo son Vuforia y Google Cardboard respectivamente, enfocado a la presentación de contenidos tales como obras de arte, más específicamente pinturas y esculturas le libre uso que ofrecen museos como lo son el museo Louvre (Musée du Louvre, 2018) o el museo Metropolitano de Arte de Nueva York (The Metropolitan Museum of Art, 2018), para así establecer cuáles serían las más adecuadas para su implementación en los entornos históricos, y que sirva de herramienta para mitigar esta problemática y promover estos espacios.

1.3 Formulación del problema

Teniendo en cuenta las situaciones anteriormente presentadas se establece como pregunta de investigación la siguiente:

¿Cómo se pueden articular herramientas tecnológicas de visualización y virtualidad, a partir del desarrollo de un prototipo de plataforma interactiva para mejorar el interés de las personas orientadas a la visualización de contenidos culturales, históricos y sociales?

1.4 Sistematización del problema

Para poder dar soporte al problema planteado y con la finalidad de generar un artefacto a manera de prototipo se plantean algunos interrogantes encaminados a generar tal solución y su respectivo artefacto, estas preguntas engloban varios aspectos relacionados técnicos:

¿Qué tecnologías de virtualidad se han implementado o se encuentran en desarrollo en entornos académicos y culturales a nivel nacional e internacional?

¿Cuáles serían los requerimientos a nivel de curva de aprendizaje, diseño, modelamiento, implementación, recursos técnicos, despliegue, costos y mantenimiento de cada una de las tecnologías?

¿Cuáles son las características principales y proyección de capacidad que cada una de las tecnologías cuenta para vincular, visualizar e interoperar entre ellas en el momento de desplegar una plataforma de servicios para los museos?

¿Qué recursos tecnológicos, económicos, humanos e intelectuales se requieren para la realización del proyecto en sus etapas de análisis de requerimientos, diseño, gestión del proyecto, desarrollo, pruebas, implementación y manutención del software en su etapa de producción?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Construir un prototipo de plataforma de visualización de información de carácter histórico y social aplicando un modelo que haga uso de tecnologías de virtualización de contenidos para fomentar el interés sobre espacios especializados a nivel cultural, histórico y social.

1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar las tendencias de virtualidad (realidad aumentada y realidad virtual), junto con las herramientas de desarrollo pertinentes a cada una de estas tendencias, mediante la elaboración de una revisión de literatura.
- Establecer un modelo que soporte el tipo de virtualización seleccionada mediante el análisis de los requerimientos a nivel de visualización y desarrollo del prototipo.
- Evaluar los prototipos obtenido, mediante criterios de desarrollo escalable, pruebas de usabilidad y acceso a las tecnologías que soportan las técnicas de visualización para así determinar cuál es el más acorde para la plataforma en una versión posterior.
- Generar los contenidos gráficos e interactivos acordes para la implementación, con la utilización de software especializado para dicha labor, y de esta manera contar con los elementos para la ejemplificación y con los cuales se puedan hacer las pruebas.

1.6 Justificación

Esta investigación se realiza con el propósito de identificar diversas tendencias que se quieren estudiar. Esto con la finalidad de determinar cuál sería mejor en su utilización dependiendo del contexto para el cual se va a implementar y cuáles serían las implicaciones que cada una conlleva, ya que con el resultado de esta comparación se obtiene la mejor propuesta en materia de visualización de contenidos históricos culturales y sociales y tiene el potencial de sentar una base para futuros proyectos.

Al evidenciar el uso de nuevas formas de interactividad la utilización de técnicas de virtualidad (realidad aumentada o realidad virtual) que se usan por parte de los museos, grupos culturales y organizaciones sociales para obtener una mayor cobertura y fomento del interés de la población tanto local como extranjera, se hace evidente la búsqueda de una propuesta que genere un valor agregado al contenido ya existente en los contextos culturales, históricos y sociales.

El uso de estas tendencias abre la posibilidad de ser usadas para la adquisición de conocimientos, generación de sentido de pertenencia, apropiación de una identidad cultural e histórica, entre otros aspectos, que al interactuar utilizando los dispositivos seleccionados para el uso de las técnicas de visualización, logren acceder a nuevos contenidos.

Los nuevos contenidos (videos, blogs, webs interactivas, juegos, líneas de tiempo interactivas, etc.) de los cuales se quiere hacer uso, van más allá de la información que habitualmente se encuentra disponible y que se proporciona sobre algún tema en un espacio convencional (como museo, galería, recorrido histórico, etc.).

Se tiene la posibilidad de ampliar las funcionalidades del prototipo a diversos tipos de comunidades, lo cual genera un beneficio adicional para las personas que deseen acceder a un museo y cuenten con alguna limitante.

Esta implementación está orientada a atacar un factor que es influyente en la población Colombiana, como lo es la falta de interés en los ámbitos culturales, históricos y sociales, esto con base en la creación de contenidos atractivos e interesantes con la

información clave de los espacios ya sean galerías, museos, sitios turísticos, históricos, sitios de alta relevancia social, sitios con alguna importancia a nivel social, etc.; y de esta forma hacer que el público presencie una nueva experiencia con una perspectiva diferente acerca de lo que está presente en dichos contextos, generando la posibilidad de impacto sobre poblaciones que están al margen de dichos escenarios.

Se presentan nuevas formas de captar la atención de las personas que acceden a dicha información presente en los espacios como los museos galerías etc., para así tener una interacción más agradable, completa y personal de lo que se esté presentando, sea comprensible y genere un rompimiento de esa brecha que distancia a los contextos de la gran mayoría de la población.

La implementación de diversos tipos de visualización sirve para estudiar alternativas, generar nuevos contenidos y que se utilicen en materia de aplicaciones de inversión virtual, manteniendo el crecimiento y búsqueda de espacios culturales de la mano con los avances tecnológicos, esto sin perder el propósito y la intención de dichos espacios.

Capítulo

2

La clave está en estudiar hasta tarde, aprender de cada descarte, después pensar, analizar, trabajar más y hacerlo mejor.

Son horas de esforzarse y dejarse la piel, es una afición, es trabajo, es amor y es estrés.

Fuente Autores.

Marco Referencial

2 Marco Referencial

2.1 Marco Conceptual

Conforme al planteamiento hecho es importante hacer un repaso sobre los conceptos más importantes referentes al tema de virtualidad, a continuación, se presentará una investigación de las definiciones más relevantes en el proyecto:

2.1.1 Virtual

La Real Academia Española define lo virtual como *"Que tiene existencia aparente y no real"* (Real Academia Española, 2017) por otra parte Pierre Lévy da la definición *"lo virtual es lo que existe potencialmente pero no en acto"* (Lévy, 1999) así, lo virtual se refiere a lo que no está presente pero aun así es percibido por los sentidos.

2.1.2 Inmersión

La Real Academia Española define lo virtual como *"Acción de introducir o introducirse plenamente alguien en un ambiente determinado"* (Real Academia Española, 2017); en un sentido más técnico se puede definir como *"el acto voluntario de obviar los distintos estímulos que hace percibir la experiencia presentada como no real"* (Moreno, Ojeda, & Ramirez, 2013) , para efectos del proyecto se tomará el termino inmersión como la introducción completa de un individuo a un entorno virtual.

Como ejes centrales a la investigación están los términos de realidad virtual, aumentada y mixta, por esta razón se hará un análisis más exhaustivo a estos conceptos.

2.1.3 Realidad aumentada

La realidad aumentada es un concepto que se viene manejando desde hace más de dos décadas y ha adquirido muchas definiciones dependiendo de las necesidades y las características del entorno de trabajo; en el artículo 'Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente' los autores la definen como *"una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un*

entorno real aumentado con información adicional generada por el ordenador" (Basogain, Olabe, Espinosa, & Roueche, 2007) , por otra parte Lizbeth Heras Lara la define como *"una tecnología que integra señales captadas del mundo real (típicamente video y audio) con señales generadas por computadores (objetos gráficos tridimensionales)"* (Lara, 2007) y por ultimo una definición más clásica fue la dada por Fumio Kishino en el año de 1994 y ha sido usada por muchos autores, él dice que *"entre un entorno real y un entorno virtual puro esta la llamada realidad mixta y esta se subdivide en 2, la realidad aumentada (más cercana a la realidad) y la virtualidad aumentada (más próxima a la virtualidad pura)"* (Kishino, 1994) y de esta manera define el siguiente gráfico:



Ilustración 1: Relación entre la realidad y la virtualidad
Fuente: (Kishino, 1994)

En este contexto la realidad aumentada es una tecnología que permite tener una interacción del mundo real con señales proporcionadas por aparatos tecnológicos, las cuales proporcionan diferentes sensaciones de realidad sobre la persona.

2.1.4 Realidad virtual

Richard Roehl definió la realidad virtual como *"una simulación de un ambiente tridimensional generada por computadoras, en el que el usuario es capaz tanto de ver como de manipular los contenidos de ese ambiente"* (Roehl & Matsuba, 1996) , una definición un poco más actual es la dada por M. Bayon y J. Martínez en el 2009, esta era: *"La realidad virtual es un sistema o interfaz informático que genera en tiempo real una representación de una realidad perceptiva, sin soporte objetivo, que existe solo dentro del ordenador"* (Bayon & Martinez, 2010).

2.1.5 Clasificación de la realidad virtual

La realidad virtual se puede dividir dependiendo de la complejidad del sistema y la forma en que los usuarios interactúan con este. (Mejía Luna, 2010).

- Realidad virtual de escritorio

Son sistemas que no tienen inmersión, se hace uso de un computador y una pantalla comunes y lo que se busca es mostrar a los usuarios objetos en 3D sin necesidad de dispositivos complementarios, para esto se necesita que los objetos mostrados sean lo más parecidos a la realidad que se pueda.

- Realidad virtual en segunda persona

Son también conocidos como realidad proyectada y su funcionamiento se basa en la presentación de imágenes en donde existen siluetas de tal manera que cuando el usuario interactúa este puede verse a sí mismo como si estuviera en escena, así la persona puede interactuar en tiempo real en el mundo virtual mediante las imágenes generadas por el sistema.

Mediante este tipo de realidad virtual las personas pueden hacer simulaciones de ellos haciendo actividades físicas al aire libre como aventuras y deportes.

2.1.6 Realidad Mixta

Kishino definió la realidad mixta como *"es todo lo que se encuentra entre el extremo del mundo real y el extremo virtual, pasando por la Realidad Aumentada y la Virtualidad Aumentada"* (Kishino, 1994), de alguna manera se puede decir que este tipo de visualización es la combinación de la realidad visual y aumentada, donde las personas no solo pueden interactuar con objetos virtuales si no que se pueden usar objetos fiscos que generen interacción y estímulos al entorno virtual en el que se encuentre.

2.1.7 El espectro de realidad mixta

Partiendo del hecho de que la realidad mixta es una combinación del mundo físico con el digital, se puede plantear un campo de acción de la realidad mixta entre estos dos mundos, lo que se conocerá de ahora en adelante como "espectro de realidad mixta".

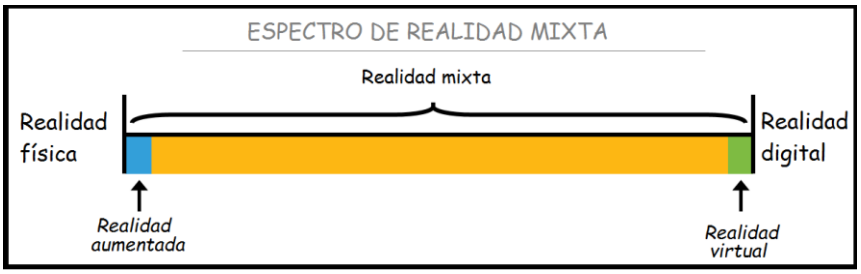


Ilustración 2: Espectro de realidad mixta.

Teniendo en cuenta este espectro se pueden definir tres maneras básicas de entrar al mundo de la realidad virtual teniendo en cuenta la navegabilidad de un mundo a otro:

- Comenzando con el mundo físico, colocando un objeto digital, como un holograma, como si realmente el usuario estuviera ahí.
- Comenzando con el mundo físico, se tiene una representación digital de otra persona mostrando la ubicación, en otras palabras, experiencias que representan colaboración asincrónica en diferentes momentos.
- Comenzando con un mundo digital, los límites físicos del mundo físico, como paredes y muebles, aparecen digitalmente dentro de la experiencia para ayudar a los usuarios a evitar los objetos físicos.

2.2 Marco Teórico

En esta parte se pasará a abordar una serie de aspectos importantes que hay que tener en cuenta para la contextualización de los conceptos relacionados con el proyecto.

2.2.1 Clasificación de los sistemas de realidad aumentada

Los sistemas de realidad aumentada se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de dispositivo de visualización que se usa. (Zlatanova , 2002)

- Visualización por medio de pantallas no inmersivas, es decir, los cuales son monitores sobre los cuales las imágenes generadas por computadora se superponen electrónica o digitalmente, estas son muy usadas en sistemas que usan la estereoscopia.
- Como segunda medida se tienen las pantallas que son de tipo inmersivas, en vez de usar monitores normales se unos dispositivos como los HMDs (Head Mounted Displays).
- Otro sistema es el compuesto por HMDs que está equipado con un sistema de transparencia con la que los gráficos generados por computadora pueden superponerse ópticamente, usando espejos especiales, capturando escenas del mundo real.
- Un sistema que tiene los mismos fundamentos del HMDs con sistema de transparencia, pero usando videos en vez de la visualización óptica.
- Entornos de visualización completamente gráficos, ya sea total o parcialmente inmersivos, a los que se agrega "realidad" de video.
- Entornos completamente gráficos, pero parcialmente inmersivos (por ejemplo, pantallas de gran tamaño) en los que los objetos físicos reales en el entorno del usuario juegan un papel en la escena generada por computadora, donde se genera cierta interacción del usuario con la máquina.

2.2.2 Niveles de realidad aumentada

Cuando se habla de realidad aumentada muchos autores hacen referencia a 4 niveles dependiendo de la complejidad del sistema.(Prendes Espinosa, 2015)

- Nivel 0: Hiper-enlazando el mundo físico:

Este nivel se basa en códigos de barra, códigos 2D o reconocimiento de imágenes aleatorias. La principal característica de este nivel es que los códigos son hiperenlaces a otros contenidos, y no existe ningún registro ni forma en 3D, ni tampoco marcadores.

- Nivel 1. AR basado en marcadores:

Normalmente es reconocimiento de patrones 2D, incluyendo en la forma más avanzada también objetos en 3D.

- Nivel 2. RA sin marcadores:

Mediante el uso del GPS, la brújula de los dispositivos electrónicos y algunas veces acelerómetros se consigue localizar la situación y la orientación y superponer puntos de interés en las imágenes del mundo real, algunos autores lo definen como define como realidad aumentada basada en GPS-brújula.

- Nivel 3. Visión aumentada:

Este nivel se maneja de manera inversiva. La experiencia global inmediatamente se convierte en algo más relevante, contextual y personal. Este nivel actualmente no es posible por completo y se está trabajando en ello.

2.3 Antecedentes

Se hizo un análisis de lo que se está trabajando en la actualidad en museos y centros culturales donde se hace uso de tecnologías como lo son la realidad virtual, realidad aumentada, modelos en 3D, etc.

2.3.1 Definición de museografía

La museografía está definida por la real academia de la lengua española como: *"Conjunto de técnicas y prácticas relativas al funcionamiento de un museo."* (RAE, 2014).

Esta disciplina es una agrupación de técnicas que se implementan para así conformar una exposición en su disposición y presentación física en cuanto a los elementos que allí se encuentran para así estar acorde con la intensión de la exposición, del autor, la temática a tratar, y/o la secuencia lógica a seguir para el cumplimiento de un recorrido en un museo/exposición.

Esta técnica reúne muchos elementos de otras ramas de estudio como arquitectura, diseño escenográfico, iluminación entre otro para así dar soporte a el objetivo específico de la exposición.

A lo largo del desarrollo social, historial y cultural que ha experimentado el mundo así mismo ha ido evolucionando el desarrollo de las técnicas expositivas en diversos contextos como una forma de apropiación del conocimiento y también a manera de acercamiento a las personas para así poder difundir su contenido. Y con la aparición de las nuevas tecnologías diversos museos que exponen sus colecciones propias o colecciones temporales se han ido adaptando y sacando provecho de ellas para cumplir con el propósito propio del museo y así mantener un legado accesible a todos.

He aquí donde la combinación de la museografía y todo su contexto comienza a relacionarse con las tecnologías otorgando una amplia gama de posibilidades de expansión para ir más allá de los lugares físicos a los cuales pertenecen los museos.

2.3.2 Contextos culturales

Los contextos culturales se definen como "*la fuente de donde surgen la cultura. Los elementos del contexto cultural entregan cada uno su aporte connotativo al significado común de las cosas en la vida cotidiana, estableciendo lo que se valora y con ello las normas de convivencia, es decir, lo que se debe y no debe hacer, de manera que cada lugar de convivencia tiene una identidad cultural que no es similar a ninguna otra, aunque pueda haber similitud entre ellas*." (M., s.f.).

Estas agrupaciones de diversos entornos culturales proporcionan ciertas características propias y específicas de cada uno como un entorno, una historia, una ubicación, un propósito, un significado, un panorama, etc., que hacen que cada uno de estos contextos conlleven a la producción de un aspecto propio de la cultura.

Estos contextos han sido mantenidos y transmitidos a través del tiempo por medio de la utilización de la tradición oral, escrita, y sobre todo por la preservación de dichas costumbres por parte de la misma sociedad, es por ello por lo que a medida que va pasando el tiempo y en aras de una preservación y expansión de dichos contextos se ve la necesidad de implementar las nuevas tecnologías que dan apoyo a estos objetivos.

Las nuevas tendencias en materia de tecnologías de la información brindan la plataforma para dicha preservación ya que almacenan los registros de dichos contextos, adicionalmente ayudan a difundirlos para que rompan los límites geográficos para así generar un mayor impacto y conocimiento de dicha cultura sobre demás comunidades.

2.3.2.1 Contextos sociales, museos y su relación con la virtualidad

Es por todo lo anterior que diversas personas en pro de preservar los contextos culturales y sobre todo muchos museos han visto la oportunidad de poder utilizar la tecnología con la finalidad de expandir, preservar, presentar sus contenidos a toda la población posible y así transformar la forma en que se puede acceder a los contenidos culturales y museográficos. Y he aquí donde la virtualidad comienza a desarrollar un papel muy importante en la necesidad de brindar nuevas oportunidades en las exposiciones, presentaciones y actividades que den una nueva perspectiva a los visitantes y una nueva forma de difusión para los preservadores culturales, para ello se ha realizado una revisión de los museos y entornos culturales que tienen implementada algún tipo de tecnología de visualización de sus contenidos a forma de exposición.

2.3.3 Técnicas de realidad aumentada

Una realidad aumentada se puede definir como:

"*Tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado con información adicional generada por el ordenador*" (X. Basogain, 2007)

En el ámbito de la realidad aumentada se encuentran varios artículos y documentos que han desarrollado una gran variedad de modelos de investigación y temas enfocados a ciertos sectores de las actividades humanas para las cuales se ha visto un posible uso de la realidad Aumentada; entre los campos que se pueden trabajar se encuentran Educación, salud, entre otros como se trata en el artículo *"Mobile Augmented Reality Survey: From Where We Are to Where We Go"* (Dimitris Chatzopoulos, 2017) donde se presenta al lector a los fundamentos de la realidad aumentada enfocada al entorno móvil, se muestra una categorización de los campos de aplicación junto con algunos ejemplos representativos. Después se presenta al lector la interfaz de usuario y experiencia en aplicaciones de realidad aumentada y se continua con los componentes del sistema central de estos sistemas. Adicionalmente se explica cómo los celulares y dispositivos móviles modernos, aunque no totalmente eficientes en el trabajo con realidad aumentada si poseen herramientas como sensores que permiten el trabajo con esta tecnología desde otras perspectivas; se presentan aplicaciones desde el móvil a diferentes trabajos como turismo, navegación, entretenimiento, educación, etc.

La realidad aumentada y la educación son ramas que han tenido un alto nivel de investigación como se puede apreciar en el artículo "*M-learning and Augmented Reality: A Review of the Scientific Literature on the WoS Repository"* (Javier Fombona, 2017) en el cual se realiza una recopilación y análisis de la implementación sobre las tecnologías de realidad aumentada enfocadas al m-learning para dar un soporte técnico y el uso como un espacio nuevo para el aprendizaje desligándose de los espacios físicos e implementando contenido con AR (Augmented Reality) enfocado a conceptualización terminológica, cambios metodológicos, análisis de factores de uso, dimensión lúdica y motivacional, deslocalización y tema seleccionado con mayor implementación de AR. Siendo este un artículo que da una contextualización del modelo de investigación, ya que se hace referencia de como se hace una revisión del contenido científico existente referentes a temas de realidad aumentada, m-learning y educación móvil; mostrando así una manera de analizar la información obtenida para generar resultados que indiquen los factores críticos de estudio.

Otra de las implementaciones de la realidad aumentada se plasmó en el artículo *"Support for Augmented Reality Simulation Systems: The Effects of Scaffolding on Learning Outcomes and Behavior Patterns"* (María-Blanca Ibáñez, 2015) que presenta diseñó un sistema de simulación basado en realidad aumentada que integra el conocimiento de los antecedentes y el apoyo experimental (como una herramienta de aprendizaje para enseñar principios básicos de electricidad a estudiantes de noveno grado) este objeto de estudio se tomó un grado noveno de un colegio y se hicieron comparaciones entre estudiantes que usaban ayudas de virtualización y los que no realizaban uso de ellas, se logró observar como los que estaban bajo el estudio obtenían mejores resultados académicos.

Continuando en el área de la educación también se trae a colación el artículo *"A Computer Aided Education System Based on Augmented Reality by Immersion to 3-D Magnetic Field"* (Shinya Matsutomo, 2017) donde Se presenta un sistema inmersivo de visualización en tiempo real del campo magnético 3D con fines educativos. Este sistema se basa en la tecnología de la realidad aumentada, que proporciona la observación de una distribución del campo magnético y su visión estereoscópica en el espacio en 3D usando un casco de realidad virtual. Este sistema inmersivo donde los usuarios (docentes / estudiantes) podrán interactuar por medio de un casco de realidad virtual con un campo magnético en 3D, no solo observando si no también manipulando y estudiando más a fondo a los contenidos temáticos relacionados con los campos magneticos.

Con lo que se ha hablado previamente sobre realidad aumentada cabe agregar una investigación sobre su mejoramiento como una técnica de visualización para ello existe un artículo como *"Augmented Reality Marker Hiding with Texture Deformation"* (Norihiko Kawai, 2016) que propone un método para ocultar la realidad aumentada sin discontinuidades alrededor de los límites de textura incluso bajo geometría de fondo no plano sin medirlo. Esto quiere decir que cuando se hace uso de la realidad aumentada es muy común usar la técnica de marcadores, donde en las superficies

trabajadas quedan dichos marcadores y al retirarlos para una presentación formal siempre se generar discontinuidades.

2.3.4 Técnicas de realidad Mixta

Se define la tecnología de realidad mixta como:

"*Integrar en un espacio coherente para los usuarios, a espacios sintetizados por computadora y espacios físicos donde se sitúa en ese instante el usuario*" (Heras Lara & Villarreal Benítez, 2007)

La realidad mixta presenta gran variedad de estudios enfocados a problemáticas y a aplicaciones que ayudan a expandir la interactividad de los contextos cotidianos de las personas que cuenten con algún dispositivo de visualización apropiado para esta técnica. Para ello se han trabajado artículos como *"Fidelity and plausibility of bimanual interaction in mixed reality"* (Gregory Hough, 2015) en donde se plantea un estudio para cuantificar la magnitud y el impacto de los errores que se producen en una interacción bimanual, es decir, cuando un actor intenta mover un objeto virtual sujetándolo entre ambas manos. Dicho artículo presenta un marco en tres etapas que capta en primer lugar la magnitud de estos errores de interacción, en segundo lugar, cuantifica su efecto sobre la audiencia de terceros relevante y en tercer lugar, evalúa métodos para mitigar el impacto de los errores.

La realidad mixta y su enfoque a mejorar diversas problemáticas actuales es una de las áreas de investigación que ha tenido un auge actualmente como se puede apreciar en el artículo *"Effect of aging, mixed reality and dual task prioritization on texting while walking"* (T. Krasovsky, 2017) en el cual se realiza un estudio y aplicación de la realidad mixta enfocada al tratamiento del Texting while walking (TeWW) y así poder disminuir el número de incidentes que ocurren al enviar mensajes mientras se camina, utilizando la cámara del dispositivo que se está usando para chatear y una aplicación específica para informar sobre los objetos que pueden ser un obstáculo para la persona que se encuentra caminando y a la vez escribiendo en su celular. Esto da una idea de cómo en la realidad mixta se encuentra una posible solución de un problema de la vida diaria de las personas.

La realidad mixta también entra a ser objeto de estudio para incurrir en aspectos educativos y cognitivos como lo muestra el artículo *"A Prototype to Study Cognitive and Aesthetic Aspects of Mixed Reality Technologies"* (Artur Gunia, 2017) el cual se trata de demostrar que las tecnologías de realidad mixta afectan fuertemente el sentido estético y los modelos mentales de las personas. Por lo tanto, al diseñar estas tecnologías, se necesita incorporar perspectivas de diferentes disciplinas. Allí se presentan diferentes enfoques e implementaciones de mejoras y tecnologías cognitivas. Y así poder mostrar la interdisciplinariedad que existe en la aplicación de la realidad mixta y así llegar a aplicar de la mejor manera esta técnica; esto da pie a la inclusión de diferentes campos a la hora de trabajar con técnicas de visualización.

Siguiendo por el ámbito de la educación se tiene un estudio titulado *"Mixed Reality Voice Training for Lecturers"* (Laura Lenz, 2017) en donde se buscó utilizar un entorno de realidad aumentada con gafas de 360 grados para ayudar a las personas que tienen que dar una lectura o impartir clases a un público, de tal forma que con una aplicación llamada VoiceLab pueden practicar y adquirir retroalimentación estudiando cómo fue su desempeño lo que las ayudará a futuro para sus diferentes actividades.

Las relaciones humanas siempre han sido un factor estudiado en muchos ámbitos de las ciencias y la realidad mixta no es ajena a este fenómeno como se puede apreciar en el artículo *"Empathic Mixed Reality: Sharing What You Feel and Interacting with What You See"* (Thammathip Piumsomboon, 2017) en el cual se presenta una investigación sobre cómo la tecnología de realidad mixta se puede aplicar a la creación de experiencias de Computación Empática, que es un campo de investigación que pretende utilizar la tecnología para crear una comprensión compartida más profunda o empatía entre las personas, buscando la creación de espacios donde las personas se sientan cómodas sin importar factores externos, muy usado en actividades de teleconferencias y servicios al cliente a distancia.

Siguiendo por el campo de lo social existe un artículo referente a espacios inteligentes titulado *"The Mirror World: Preparing for Mixed-Reality Living"* (Alessandro Ricci, 2015) en donde los autores exploran este concepto desde lo que ellos nombran como mundo

del espejo, este básicamente es la aplicación de la realidad mixta donde los sujetos de interés interactúan con un espacio físico y digital al tiempo y ven como una acción sin importar donde sea afecta a ambos lugares; el estudio tiene como fin principal mirar el comportamiento de las capacidades cognitivas de las personas frente a tecnologías como estas.

2.4 Implementación de tecnologías

Con el propósito de tener una mejor base teórica, percepción de lo que se está trabajando actualmente, también de saber ¿Qué tecnologías de virtualidad se han implementado o se encuentran en desarrollo en entornos académicos y culturales? Y de complementar el marco referencial, se ha realizado una búsqueda de las implementaciones en entornos culturales ya sea a nivel de realidad aumentada o realidad virtual.

2.4.1 Implementaciones en realidad aumentada

Para tener un marco referencial se ha consultado algunas de las implementaciones de realidad aumentada en Colombia una de estas es “Aurasma” una aplicación creada por estudiantes de la sede de Palmira de la universidad Nacional el cual basada en un libro se pueden mostrar modelos 3D de diversos tipos de insectos. (Agencia de Noticias UN, 2014), Otra implementación realizada en el mismo contexto es la aplicación “Mapuka” la cual es una aplicación en desarrollo por parte de estudiantes de la universidad del norte (UniNorte) para la visualización de información de la historia expuesta en el Museo Arqueológico de los Pueblos Karib entre ello las rutas de migración al apuntar al mapa que se usa como marcador. (NOTICIAS UNINORTE, 2017).

También se ha notado a nivel internacional implementaciones en estos sectores de la sociedad como lo presenta el artículo “Application of Intuitive Mixed Reality Interactive System to Museum Guide Activity” (Ko-Fong Lee, 2017) , donde se presenta un prototipo de integración de la realidad aumentada y mixta para dar apoyo a los guías,

se aprovecha los teléfonos inteligentes de los usuarios y se combinan con cardboards (plataforma de realidad virtual), de esta manera se puede apreciar los diferentes objetos del museo que son descargados desde la base de datos a los teléfonos, igualmente se tiene un mapa virtual y un sello conmemorativo que añade más interacción para con los usuarios.

En la actualidad se han ido avanzando en la utilización de la realidad aumentada en diversos museos o para mostrar cierto contenido de una forma interactiva, una muestra de ello es Arsoft el cual es un software para mostrar cuadros en realidad aumentada el cual innova en la ubicación de diversas obras y mostrar los museos cercanos mostrando los cuadros con la información necesaria de cada obra, esta aplicación muestra los servicios de los museos de una forma interactiva. (ARSOFT, 2015)

Otra aplicación de la realidad aumentada en diversos contextos es en los parques temáticos uno de los ejemplos es el museo de realidad aumentada del famoso conductor de fórmula uno Fernando Alonso el cual es un probador de los trajes que conmemora cada una de las escuderías con las cuales ha estado dicho conductor, de tal forma en que cualquier persona escoge el traje y mediante realidad aumentada se lo puede probar y ver la información de dicho traje, a que escudería, año, victorias sucesos y demás. (INNOVAE, 2017)

Y para terminar se encuentra una gran muestra de galerías y museos alrededor del mundo que hacen uso de la aplicación “SmARTify” el cual da soporte a diversos museos reconocidos a nivel mundial como por ejemplo el museo san Donato en Siena, El Pushkin Museum of fine art en Moscow, entre otros. Esta aplicación para teléfonos móviles da la función de escanear una obra y poder obtener la información de cualquier obra de alguno de los museos que están asociados a esta aplicación. (smartify, 2017)

2.4.2 Implementaciones en realidad virtual

Una de las propuestas más llamativas a nivel Colombia sobre implementación de la realidad virtual para entornos académicos es la que tiene el planetario de Bogotá el

cual cuenta con una sección de actividades “con gafas de realidad virtual OCULUS, gafas de realidad aumentada HOLOLENS de Microsoft, gafas de realidad virtual con dispositivo LEAP MOTION y las gafas de realidad virtual GOOGLE CARDBOARD. Igualmente, se presentará un guante HAPTICO; una tecnología permite simular sensaciones táctiles manipulando objetos virtuales.” (Planetario de Bogotá, 2017).

Capítulo

3

La planeación es tan solo el primer paso para iniciar un largo camino, pero para continuar la disciplina es el motor que forjará los anhelos y se convertirá en poder de ejecución para materializar esa visión que se tuvo en la planeación.
Fuente: Autores.

Metodología

3 Metodología

Para el desarrollo del proyecto se hace uso de las técnicas del método científico que van desde la perspectiva hermenéutica (o técnica de interpretación) que comprende ciertos aspectos inductivos, deductivos, experimentales y empíricos. Por tal razón se generaron acciones que encaminaron el desarrollo de este proyecto a su realización de forma iterativa e incremental.

A continuación se muestra un diagrama que representa el proceso que se tuvo para el desarrollo del prototipo

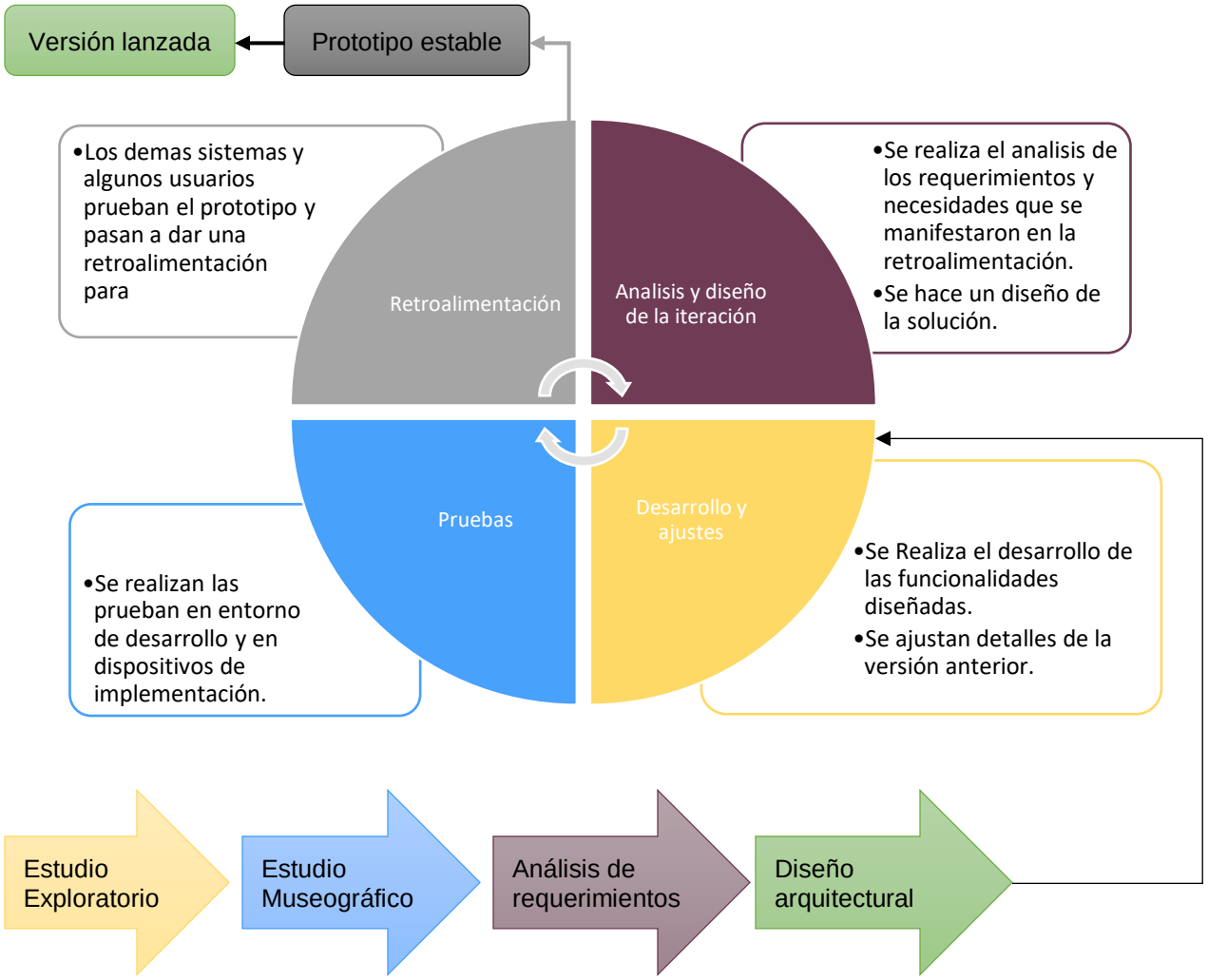


Ilustración 3: Diagrama del modelo de desarrollo.

Inicialmente en el proyecto se realizó un estudio exploratorio debido a que fue necesario contextualizar el proyecto tanto a nivel tecnológico como desde una perspectiva cultural. Para esta contextualización se realizó una consulta bibliográfica y de referencias técnicas sobre los conceptos, aspectos técnicos y de tecnologías que se usan en realidad aumentada y realidad virtual, estos fueron la base para la caracterización de cada una de estas técnicas y de cómo se han implementado para diversos usos a nivel investigativo, académico y comercial. Esta revisión bibliográfica se realizó mediante la búsqueda en diferentes bases de datos académicas en donde están publicados artículos y trabajos que están relacionados directamente con las técnicas de visualización.

Continuando con la investigación se indagó en temas relacionados con los museos y lugares donde se presenta un contenido cultural histórico y social, esto con la finalidad de identificar las características propias que se podían implementar en el prototipo y de esta manera generalizar cuales son los aspectos más relevantes a tener en cuenta a la hora de realizar el prototipo y que este sirva para poder visualizar cualquier contenido ya sea histórico, cultural o social.

Posteriormente se realizó la fase de análisis de requerimientos en la cual se establecieron las necesidades de los demás proyectos y de cómo estas se podían ver reflejadas en los prototipos, también cuál sería el objetivo visual que se iba a tener en cuestión de contenidos, navegación e interacción tanto con los demás sistemas como con el usuario, dando paso a establecer la parte técnica del análisis, donde se hace el análisis tanto de requerimientos por parte de los diversos Stakeholders como el respectivo análisis comparativo de las técnicas de visualización a partir de las ventajas y desventajas que cada una tiene para así definir tecnologías y módulos a trabajar en cada uno de los prototipos.

Se pasa a la fase de diseño donde se enfoca en los modelos que serán la base para la creación del prototipo, estos modelos son a nivel lógico arquitectural, de conexión y manejo gráfico.

Posteriormente se pasó a realizar un análisis comparativo de herramientas para el desarrollo del proyecto, esto con el propósito de generar un modelo que se pudiera trabajar para ambas técnicas de visualización y cumpliera con el requerimiento en cuestión de sistema operativo Android.

Conforme los diseños se establecieron los primeros mockups que posteriormente se refinarían con el avance del prototipo, adicionalmente en esta parte se comenzó a trabajar el modelado gráfico de los contenidos que fueron necesarios para su visualización en el proyecto.

Ya teniendo esta base y viendo los avances en cuestión de los proveedores de servicios (los sistemas de bases de datos y de recomendaciones), se procedió con la implementación de desarrollo iterativo comenzado con la primera iteración en la fase de desarrollo donde se estableció un modelo con las características propias de los elementos de Unity y los servicios que se están consumiendo, basado en este modelo se comenzó el desarrollo donde, de la mano de los demás sistemas se pasó a la fase de pruebas donde se realizaron las respectivas pruebas unitarias a nivel de conexión, visualización y de integración, esto dio paso a la retroalimentación para corregir errores que se generaron en la respectiva iteración y establecer nuevas funcionalidades para la siguiente iteración, esto conlleva a generar una nueva iteración comenzando con un análisis y diseño de lo que se estableció en la fase anterior. Esto se realizó sucesivamente hasta completar una versión del prototipo estale que fue lanzada.

Se comenzó con el proceso iterativo para generar el prototipo de realidad virtual el cual se basa en el Core que se tiene del primer prototipo (el prototipo de realidad aumentada), este fue de menos iteraciones ya que las retroalimentaciones ya eran más enfocadas a la parte de visualización.

Ya con los dos prototipos se pasó a una etapa de pruebas de usabilidad por parte de algunos usuarios, para ello generó un despliegue del prototipo de realidad aumentada (MuseAR) y el de realidad virtual (MuseVR) en la Play Store, se realizó un análisis de la información recolectada y se generan las respectivas conclusiones con lo cual se finaliza el documento.

Capítulo

4

Trabaja duro, constante y sé perseverante porque cuando llegue la noche y el viento azote es mejor decir: "Yo puedo dormir cuando el viento sopla" en vez de salir a enfrentar la tormenta.

Basado en el cuento: "Cuando el viento sopla"

Análisis de Requerimientos

4 Análisis de Requerimientos

En este capítulo se realiza la determinación de las especificaciones que se tienen en cuenta para la generación de los prototipos de visualización de contenido histórico, estos prototipos (el de realidad aumentada y el de realidad virtual) se van a comparar, para ello dichas especificaciones son generales para ambos prototipos, cada uno de los prototipos contienen estos elementos en común que se utilizarán y posteriormente poder ser adaptado a la forma de visualización con las características propias de cada una de estas técnicas.

Para realizar estas especificaciones se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Características propias de un museo: Son cosas que se ven normalmente en una visita a un museo, obras, pinturas, esculturas, tipo de información que se relaciona con cada una de ellas, cómo se accede a esta información, y cómo se podría mejorar.
- Características que se han implementado en museos que ya tienen realidad aumentada o realidad Virtual. Estas características son a nivel de formas de utilizar la técnica de visualización para realizar la presentación del contenido, de tal manera que esto sirva como referente para la navegabilidad y disposición del contenido a la hora de utilizar el prototipo.

Posteriormente se realiza el análisis, la delimitación y la selección de requerimientos funcionales del sistema de visualización y el diagrama de casos de uso pertinente que se tendrá en cuenta para el desarrollo de los prototipos, tanto de realidad aumentada como de realidad virtual. Para esta parte de delimitación se manejan las siguientes abreviaturas:

Tabla 1: Abreviaturas

Abreviación	Descripción
EO-#	Escenario Operacional – *Consecutivo*
EN-#	Entidad -*Consecutivo*
CU-RF#	Caso de Uso-Requerimiento funcional *Consecutivo*

4.1 Características

A continuación, se mostrarán las características que deben tener los prototipos a nivel de un museo y a nivel de la técnica de visualización que se maneje en cada uno de ellos.

4.1.1 Características pertinentes a los museos

Los museos se pueden definir como un *"Lugar en que se conservan y exponen colecciones de objetos artísticos, científicos, etc."* O como una *"Institución, sin fines de lucro, cuya finalidad consiste en la adquisición, conservación, estudio y exposición al público de objetos de interés cultural."* (Real Academia Española, 2014), Estos espacios culturales presentan exposiciones que se caracterizan por:

- La forma en la que se realizaron, esto hace referencia al propósito con el cual se crea un espacio para la presentación de la exposición.
- El contenido que expresan, a partir de la intensión se genera un recorrido o exposición.
- La relación con el visitante es la manera en la que la exposición o el recorrido capta la atención de las personas para hacer llegar el mensaje o la intensión de dicha exposición. (García, 2003)

Bajo este contexto se comprenden ciertos aspectos que son intrínsecos, característicos y que en sí le dan la esencia a un museo, estos son:

- Lugar cultural: Se debe presentar como un espacio de adquisición de conocimientos e identidad cultural.
- Presentación de objetos acordes a la temática: Dependiendo del tipo de exposición poder mostrar objetos que se relacionen y den aporte a dicha exposición.
- Presentación de información: La información puede estar relacionada a un objeto o puede mostrarse.
- Interacción: relación de acercamiento entre un objeto y un visitante.

4.1.2 Características pertinentes a la Realidad Aumentada (AR)

La realidad aumentada tiene una característica principal la cual es:

> *"la capacidad de integrar información virtual dentro de una escena real de un modo realista e intuitivo" (wwwavancesdelcelular, s.f.)*

De esta se desprenden características más definidas que lo que realizan es enmarcar los aspectos que se consideraron relevantes los cuales son:

- Interactividad en tiempo Real, poder reaccionar de forma virtual a estímulos del mundo real.
- Combinación del mundo virtual y en el mundo real, poder mostrar un mundo real con aspectos del mundo virtual.
- Muestras en 3D, ya que el mundo real es en tercera dimensión la combinación con el mundo virtual debe permitir la visualización en 3D de ese mundo virtual.

4.1.3 Características pertinentes a la Realidad Virtual (RV)

Para comprender las características de la realidad virtual se debe tener en cuenta que esta genera un objeto virtual un que existe de forma independiente del mundo físico natural, esto genera una serie de reglas propias de dicho mundo virtual, y que a su vez establecerán los parámetros sobre los cuales las personas interactuarán con ese mundo.

Para crear dicho mundo y sus respectivas reglas se debe tener en cuenta estas características:

- Representar un espacio 3D e interactivo, esto significa crear un entorno virtual completamente en 3D lo cual permite al usuario sentirse familiarizado, y que pueda realizar acciones de forma casi natural como en el mundo real.
- Permitir vivencias controlas, esto significa que la creación de escenarios nuevos que simulen ambientes reales que pueden ser peligrosos o poco usuales para personas que no pueden o no les es común dichos ambientes.

- Interactividad en tiempo Real, poder reaccionar de forma virtual a estímulos que la persona realiza en su forma real.
- Generar impulsos o sensaciones que produzcan una percepción más real.

4.2 Comparación de técnicas de visualización

Para realizar una comparación entre las técnicas de visualización se deben establecer unos parámetros sobre los cuales se debe basar dicha comparación. Para realizar esta determinación de parámetros se investigó sobre ventajas y desventajas que cada una de estas técnicas de visualización tienen, ya que establecer una técnica mejor que otra no es adecuado porque ambas cuentan con características que las hacen excelentes para determinados escenarios.

4.2.1 Ventajas y desventajas de la Realidad Virtual

A continuación, se muestran las ventajas y desventajas que la técnica de visualización de realidad virtual tiene tanto a nivel de uso como a nivel de desarrollo.

Tabla 2: Ventajas y desventajas de la Realidad Virtual

Realidad Virtual	
Ventajas	Desventajas
Aprender a manipular objetos.	Complejidad de los desarrollos.
Beneficios para personas con ciertas minusvalías. Ayuda terapeutica.	Costos elevados en la realización de mundos virtuales.
Entrenamiento en situaciones peligrosas.	Deficiencias en el interfaz entre programas y usuarios.
Permite un examen minucioso de hechos y procesos.	Desorientación espacial.
Poner a prueba modelos.	Dificultad en dominar los mandos y controles.
Poner a prueba principios.	Distanciamiento emocional de los objetos y escenas virtuales.
Simulación de una pauta de actuación.	Servidumbre de los equipos y su mantenimiento.
Multples posibles escenarios de acción	El hardware necesario para crear una experiencia de inmersión total tiene un costo prohibitivo.
Visualización de objetos que requieren de cierta inmediatez (Edificios)	La tecnología para tal experiencia es aún nueva y experimental
	La idea de escapismo como problema con la gente suele vivir en el mundo virtual, en lugar de tratar con el real.
	Falta de realidad en los entornos simulado generando falta de experiencia en el mundo real.
	En algunos casos, se presentan efectos secundarios
	Resolución de graficos baja

Referenciado de (Javiera Arancibia Jaña, 2010), (Warren Bennett, s.f.), (gafas-vr, 2017)

4.2.2 Ventajas y desventajas de la Realidad Aumentada

A continuación, se muestran las ventajas y desventajas que la técnica de visualización de realidad aumentada tiene tanto a nivel de uso como a nivel de desarrollo.

Tabla 3: Ventajas y desventajas de la Realidad Aumentada

Realidad Aumentada	
Ventajas	Desventajas
Tiene muchos campos donde puede aplicarse.	Costos muy elevados en desarrollo y en contenido gráfico
Incentiva la interacción con lo digital.	Mucho tiempo y esfuerzo para recopilar y contener toda la información mostrada por la RA.
Impacto positivo y gigante en el entretenimiento.	El Harddware deba contener una gran capacidad de procesamiento
Educación mucho más interactiva.	
Nueva forma de publicidad.	
Visualización de objetos que requieren de cierta inmediatez (Modelos)	
Información sin perder la escensia de lo real	
Utilización de las cualidades de los dispositivos como por ejemplo el GPS	
Los dispositivos son mas comunes y accesibles	
Capacidad de integración con diversos entornos de la realidad	

Referenciado de: (maseducacion, 2017), (NUEVO SENTIDO TECNOLÓGICO, 2017), (Medina, 2015)

4.2.3 Conclusión

A partir de las tablas anteriormente presentadas, se puede establecer que existen varias desventajas con la realidad virtual a comparación con la realidad aumentada. Se tienen en cuenta aspectos como:

- Capacidad de desarrollo
- Recursos a nivel de hardware (costos y capacidades)
- Impacto en los usuarios

Con estos tres aspectos principales se logra establecer que la realidad aumentada es más indicada para comenzar un desarrollo gracias a las siguientes razones:

- El tiempo y costo que se dedican para el desarrollo son menores que los de realidad virtual esto debido a las interfaces gráficas que se requieren, ya que en la realidad virtual se deben crear entornos completos, mientras que en la realidad aumentada solo es necesario tomar un aspecto del entorno que se quiera explotar para trabajar sobre él.
- Los recursos a nivel de hardware son más exigentes para trabajar sobre una realidad virtual ya que se usan equipos específicamente diseñados que son costosos, y aunque se ha avanzado para que dispositivos móviles celulares puedan contar con más interacción en realidad virtual aun exigen más recursos que la realidad aumentada y sobre todo esta está enfocada a ser usable en los

dispositivos móviles comunes lo cual da una gran ventaja a la hora de legar a una mayor población.

- La interacción con realidad virtual tiene en ciertos casos efectos negativos ya sea a nivel de salud por desorientación o mareos, como a nivel social en cuestión de aislamiento, mientras que la realidad aumenta a pesar de presentar un riesgo en cuestión de descuidos por no estar completamente al tanto de su entorno, esta técnica busca agregar más funcionalidades a los objetos comunes, para que la interacción con estos objetos sea agradable para el visitante.

Por estas razones se escoge la realidad aumentada como la técnica de visualización con la cual se comenzará el desarrollo del primer prototipo, ya que en el siguiente prototipo se entra a realizar en realidad virtual, aunque, cabe aclara que también depende del gusto de la persona que interactúa con cada una de las técnicas de virtualización.

4.3 Análisis de las especificaciones

Es este apartado se realiza es un establecimiento de las características de forma detallada y acorde con lo necesario para el desarrollo de la monografía. Estas características son las que en una primera instancia se incorporan en el prototipo, para que sean acordes y adecuadas a la hora de desarrollar un proyecto como este.

Para el desarrollo del prototipo se establecen delimitaciones con la finalidad de no generar un prototipo que haga menos de lo necesario, y a su vez no generar una gran cantidad de especificaciones que pueden desencadenar muchas características que, aunque logren ayudar al museo en ciertos aspectos, ya sean estéticos, interactivos o de interoperabilidad con otros aplicativos, estas características complican y retardan el desarrollo de un primer prototipo que sirva para el propósito de la monografía el cual es la comparación.

Para cumplir con lo expuesto anteriormente se generan unos escenarios de donde se establece cual será el propósito, funcionalidad y características que se tendrán en cuenta.

4.3.1 Escenarios de operación

En esta sección se establecerán los escenarios sobre los cuales se realizará la funcionalidad operativa y flujo de información necesario para que los procesos de visualización sean acordes con las características propias de los museos y de la tecnología correspondiente.

Para ello se establece la siguiente tabla que resume un escenario operacional.

Tabla 4: Formato de tabla de escenarios operacionales

Título del Escenario Operacional:			
Nombre del escenario			
Stakeholder Asociado	Nombre del Stakeholder	**ID**	EO-##
Consideración Operacional	**Respuesta del Stakeholder**		
Descripción general de la funcionalidad			
Describa lo que el Stakeholder hace ahora o le gustaría poder hacer			
Describa cualquier entrada provista o disponible al momento del inicio			
Describa el contexto de la operación			
Describa cómo el sistema debe responder			
Describa las salidas que el sistema produce como resultado de la acción			
Describa quién o qué usa la salida y para qué es utilizada			

Para el desarrollo de la tabla anterior se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Tabla de Stakeholder

Tabla 5: Tabla de Stakeholders

Stakeholder	Descripción
Visitante	Persona que accede a la aplicación ya sea de realidad aumentada o de realidad virtual, para así consultar los productos, crear sus productos y realizar compras.
Sistema de Visualización	Sistema que se encarga de la presentación del contenido museográfico.
Sistema de recomendación	Sistema que se encarga de brindar las recomendaciones para el visitante.
Sistema de Base de Datos Multimedial	Sistema encargado de manejar la persistencia necesaria para el contenido que se mostrará en el museo.

- Tabla de Expectativas de los Stakeholder

En la siguiente tabla lo que se presentará una descripción las diversas expectativas que cada uno de los Stakeholders pueda tener con respecto al museo, pero en especial con la parte de visualización.

Tabla 6: Tabla de expectativas de los Stakeholders

Stakeholder	Expectativa
Visitante	• Acceder a la aplicación para revisar el contenido que ofrece un recorrido. • Acceder a la información correspondiente a cada contenido presentado. • Evaluar cada contenido.
Sistema de visualización	• Presentar las interfaces necesarias para la navegación del museo. • Gestionar los datos de los usuarios. • Gestionar los contenidos que re recomiendan y traerlos de la base de datos.
Sistema de Recomendación	• Obtener la información de los gustos de las personas. • Enviar la información del recorrido recomendado para un visitante en especifico
Sistema de Base de Datos Multimedial	• Recibir la información del contenido que se requiere a partir del recorrido sugerido. • Enviar la información necesaria que se solicita por cada obra que se solicita.

Ya con esto definido se procede con el desarrollo de cada uno de los escenarios

Tabla 7: Escenario Operacional EO-01.

Título del Escenario Operacional:			
Registrar un Visitante			
Stakeholder Asociado	Visitante	**ID**	EO-01
Consideración Operacional	**Respuesta del Stakeholder**		
Descripción general de la funcionalidad.	El visitante debe poder acceder a la aplicación y diligenciar los datos de registro necesarios para poder dar acceso al museo.		
Describa lo que el Stakeholder hace ahora o le gustaría poder hacer.	Contar con la opción y los campos necesarios para registrarse, que sean precisos, fáciles de diligenciar y que no sean demasiados campos.		
Describa cualquier entrada provista o disponible al momento del inicio.	El Visitante debe ingresar nombre, apellido, fecha de nacimiento, teléfono, dirección, nombre de usuario y contraseña.		
Describa el contexto de la operación.	El registro inicial de un visitante sucede cuando por primera vez la persona abra la aplicación y no cuenta con un registro previo.		
Describa cómo el sistema debe responder.	El sistema debe almacenar los datos del visitante en la base de datos de ser correctos y apropiados los campos, posteriormente informar que fue exitoso el registro.		
Describa las salidas que el sistema produce como resultado de la acción.	Mensaje de éxito del registro para el visitante. Envió de datos a la base de datos.		
Describa quién o qué usa la salida y para qué es utilizada.	El sistema de base de datos utiliza la información para crear un nuevo usuario.		

Tabla 8: Escenario Operacional EO-02.

Título del Escenario Operacional:			
Autenticación de un Visitante			
Stakeholder Asociado	Visitante	**ID**	EO-02
Consideración Operacional	**Respuesta del Stakeholder**		
Descripción general de la funcionalidad.	El visitante debe poder entrar a la aplicación y si ya cuenta con un registro previo, poder diligenciar solo el usuario y la clave para acceder al museo.		
Describa lo que el Stakeholder hace ahora o le gustaría poder hacer.	Contar con la opción y los campos necesarios para autenticarse, que sean precisos, fáciles de diligenciar y que no sean demasiados campos.		
Describa cualquier entrada provista o disponible al momento del inicio.	El Visitante debe ingresar nombre de usuario, contraseña.		
Describa el contexto de la operación.	El autenticarse de un visitante sucede cuando abra la aplicación y tenga un registro previo.		
Describa cómo el sistema debe responder.	El sistema debe recibir los datos del visitante y validarlos con la información almacenada en la base de datos, de ser correctos se procederá a dar acceso a unas opciones de recorridos.		
Describa las salidas que el sistema produce como resultado de la acción.	Pantalla de inicio del museo. Envió de usuario al sistema recomendador para obtener el recorrido indicado.		

Describa quién o qué usa la salida y para qué es utilizada.	El sistema de recomendaciones utiliza la información para crear un nuevo recorrido acorde a las características del usuario que ingresó.

Tabla 9: Escenario Operacional EO-03.

Título del Escenario Operacional:			
Visualización de un recorrido			
Stakeholder Asociado	• Visitante • Sistema recomendador • Sistema de base de datos	**ID**	EO-03
Consideración Operacional	**Respuesta del Stakeholder**		
Descripción general de la funcionalidad.	El Sistema de visualización debe recibir la información del recorrido que se generó cuando la persona ingresó al museo,		
Describa lo que el Stakeholder hace ahora o le gustaría poder hacer.	El visitante encuentra un museo con una serie de obras que conforman un recorrido, este recorrido fue generado por el sistema recomendador y con ello fue traída la información del sistema de base de datos.		
Describa cualquier entrada provista o disponible al momento del inicio.	El visitante debió haber elegido el recorrido que quisiera ya sea si es un recorrido nuevo, un recorrido de favoritos o continuar con el recorrido anterior.		
Describa el contexto de la operación.	El recorrido se visualiza a partir del tipo de recorrido que se eligió y con ello se genera el recorrido en el sistema recomendador.		
Describa cómo el sistema debe responder.	El sistema debe recibir el tipo de recorrido que quiere el visitante y se envía al sistema recomendador para que genere el recorrido y devuelva el recorrido con sus respectivas obras. Posteriormente se consultan las obras para desplegarlas en el museo.		
Describa las salidas que el sistema produce como resultado de la acción.	Envío del tipo de recorrido, para recibir el recorrido con sus obras. Envío de los identificadores de las obras del recorrido al sistema de base de datos para recibir la información de cada una de las obras. Pantalla del museo con las obras listas.		
Describa quién o qué usa la salida y para qué es utilizada.	El sistema de recomendaciones utiliza la información para crear un nuevo recorrido acorde al tipo de recorrido elegido. El sistema de base de datos utilizará los identificadores para devolver la información asociada a cada uno de los identificadores para que sean mostrados.		

Tabla 10: Escenario Operacional EO-04.

Título del Escenario Operacional:			
Visualización de una obra			
Stakeholder Asociado	• Visitante • Sistema de base de datos	**ID**	EO-04
Consideración Operacional	**Respuesta del Stakeholder**		
Descripción general de la funcionalidad.	El visitante debe seleccionar una obra ya sea pintura o escultura, al seleccionar dicha obra se desplegará la vista completa de esa obra en la respectiva técnica de visualización y con las opciones para mostrar la información correspondiente a dicha obra y de calificación.		
Describa lo que el Stakeholder hace ahora o le gustaría poder hacer.	El visitante se acerca a una obra para hacer contacto con ella y poder ver la obra en gran tamaño, el podrá seleccionar la visualización de más información relacionada o podrá calificarla.		

Describa cualquier entrada provista o disponible al momento del inicio.	El visitante debe seleccionar una obra lo cual es seleccionar un identificador
Describa el contexto de la operación.	La obra se visualiza de forma completa a partir del contacto que tenga el visitante con su representación en el museo.
Describa cómo el sistema debe responder.	El sistema de visualización debe percibir que obra está seleccionada para mostrar la imagen, las opciones y la información, esto a partir de la forma de navegación correspondiente a la técnica que se esté usando.
Describa las salidas que el sistema produce como resultado de la acción.	Pantalla de visualización de las obras, con las diferentes opciones de visualización de información y de calificación.
Describa quién o qué usa la salida y para qué es utilizada.	El visitante usa la pantalla de visualización para obtener la información necesaria sobre la obra, esta información es usada con fines de adquisición cultural. El visitante puede usar la pantalla con las opciones de calificación para valorar la obra.

Tabla 11: Escenario Operacional EO-05.

Título del Escenario Operacional:			
Calificación de una obra			
Stakeholder Asociado	• Visitante • Sistema recomendador • Sistema de base de datos	**ID**	EO-05
Consideración Operacional	**Respuesta del Stakeholder**		
Descripción general de la funcionalidad.	El visitante debe calificar una obra dando una valoración de 1 a 5, esta valoración será enviada al sistema de base de datos que posteriormente consultará el sistema de recomendación. Si se adiciona a favoritos, se agrega a una lista de obras favoritas correspondiente al usuario.		
Describa lo que el Stakeholder hace ahora o le gustaría poder hacer.	El visitante debe calificar una obra, al estar viendo la obra completa debe dar una valoración de 1 a 5. También puede agregarla a favoritos.		
Describa cualquier entrada provista o disponible al momento del inicio.	El visitante debe seleccionar un valor entre 1 a 5. Puede agregarla a favoritos.		
Describa el contexto de la operación.	La obra se visualiza de forma completa y con ella las opciones de calificación que es una puntuación y una de agregar a favoritos.		
Describa cómo el sistema debe responder.	El sistema de visualización debe captar la calificación que el usuario de a una determinada obra y enviarla al sistema de base de datos. Si se selecciona como una obra favorita, enviar la información para que se agregue.		
Describa las salidas que el sistema produce como resultado de la acción.	Pantalla de visualización de las obras, con las diferentes opciones de y de calificación con los valores establecidos por el usuario. Información de calificación en el sistema recomendador.		
Describa quién o qué usa la salida y para qué es utilizada.	El sistema recomendador utiliza la información para mejorar la recomendación con respecto al visitante. El sistema recomendador guarda la lista de las obras favoritas para el visitante.		

4.3.2 Entidades

En esta sección se realiza una descripción de las entidades que conforman la organización que está detrás de las operaciones de los prototipos de visualización.

Tabla 12: Entidad 1

Nombre de la Entidad		ID	
Descripción:	Esta entidad es la encargada de realizar la presentación visual e interactiva del contenido museográfico.		
Provee:	Interfaz de registro de Visitantes, Interfaz de autenticación, Visualización de recorridos, Visualización de obras y respectivas opciones.		
Requiere:	Arquitectura bien definida, Infraestructura para despliegue, Comunicación con las demás entidades, Información de las obras, Información de los visitantes y recorridos.		
Casos de Uso:	CU-RF0, CU-RF1, CU-RF2, CU-RF3, CU-RF4, CU-RF5.		

Tabla 13: Entidad 2

Nombre de la Entidad		ID	
Descripción:	Esta entidad es la encargada de la gestión del contenido que se va a recomendar para un recorrido en específico.		
Provee:	Recomendación de un recorrido en específico. Un recorrido con la lista de obras recomendadas		
Requiere:	Arquitectura bien definida, Infraestructura para despliegue, Comunicación con las demás entidades, Información de las obras, Información del visitante y recorridos.		
Casos de Uso:	CU-RF1, CU-RF2, CU-RF3, CU-RF5		

Tabla 14: Entidad 3

Nombre de la Entidad		ID	
Descripción:	Esta entidad es la encargada de la gestión de la información necesaria que se mostrará en el museo.		
Provee:	Información de los usuarios. Información sobre las obras de arte.		
Requiere:	Arquitectura bien definida, Infraestructura para despliegue, Comunicación con las demás entidades, Información de las obras, Información de los visitantes.		
Casos de Uso:	CU-RF0, CU-RF1, CU-RF2, CU-RF4.		

4.3.3 Casos de Uso

En la presente sección se realiza la especificación de cada uno de los casos de uso que se tendrán en cuenta para el desarrollo de los prototipos, esto a partir de la información de entidades, necesidades y escenarios que se presentaron anteriormente.

Tabla 15: Caso de uso CU-RF0

ID	**CU-RF0**
Nombre:	Registrar un visitante
Descripción:	Se debe permitir el registro de un nuevo visitante que usa alguna de las aplicaciones (Museo en realidad Aumentada o Museo en realidad Virtual).
Actores:	● Sistema de Visualización. ● Sistema de Base de Datos- Modulo de usuarios.
Entradas:	• Nombre de la persona. • Apellido de la persona. • Fecha de nacimiento de la persona. • Dirección de la persona. • Nombre de usuario. • Clave para Acceder al sistema.
Salidas:	• Mensaje de confirmación.
Precondiciones	● Que el visitante no tenga una cuenta registrada.
Flujo normal: 1. El usuario ingresa a la aplicación. 2. Selecciona la opción de registro. 3. Se ingresan datos como nombre, apellidos, fecha de nacimiento, dirección, nombre de usuario y clave. 4. El usuario envía el formulario para realizar la verificación de la existencia del usuario en la base de datos. 5. El sistema muestra un mensaje informando el éxito del registro. 6. Se pasa a la vista del museo.	
Flujo alternativo: 1. Si el nombre de usuario se encuentra repetido, el sistema muestra un mensaje de error y solicita los datos de nuevo.	
Excepciones	1. **N.A.**
Postcondiciones: ● Persiste el usuario en el sistema de base de datos. ● Se debe traer un recorrido inicial para que sea vito por el visitante y lo valore.	

Tabla 16: Caso de uso CU-RF1

ID	**CU-RF1**
Nombre:	Autenticar
Descripción:	Se debe permitir el acceso de un visitante ya esté registrado y que usa alguna de las aplicaciones (Museo en realidad Aumentada o Museo en realidad Virtual).
Actores:	● Sistema de Visualización. ● Sistema de Base de Datos- Modulo de usuarios. ● Sistema de recomendación.
Entradas:	• Nombre de usuario.

	• Clave para Acceder al sistema.
Salidas:	• Pantalla de inicio del museo.
Precondiciones	● Que el visitante tenga una cuenta registrada anteriormente en la base de datos del sistema.
Flujo normal: 1. El usuario ingresa a la aplicación. 2. Selecciona la opción de Autenticación. 3. Se ingresan datos como nombre de la empresa, apellidos, fecha de nacimiento, dirección, nombre de usuario, clave. 4. El usuario envía el formulario para realizar la verificación de la existencia del usuario en la base de datos. 5. El sistema muestra la pantalla de inicio de museo en el caso de que los datos sean correctos. 6. Se pasa a la vista de opciones del museo.	
Flujo alternativo: 1. Si el nombre de usuario y la clave no concuerdan con la información registrada en el sistema se solicitan los datos de nuevo.	
Excepciones	2. **N.A.**
Postcondiciones: ● Consultar si hay un recorrido pendiente por el usuario. ● Consultar las preferencias del usuario.	

Tabla 17: Caso de uso CU-RF2

ID	**CU-RF2**
Nombre:	Escoger Recorrido
Descripción:	Se debe mostrar una pantalla de vistas de opciones de recorridos en donde se muestres cuales recorridos tiene disponibles para realizar
Actores:	● Sistema de Visualización. ● Sistema de Base de Datos- Modulo de usuarios. ● Sistema de recomendación.
Entradas:	• Id del usuario que entró al sistema. • Información de si existe un recorrido sin terminar. • Información de recorridos favoritos.
Salidas:	• Pantalla de opciones del recorrido con las opciones disponibles • Opciones disponibles: - Recorrido Recomendado - Recorrido de Favoritos - Recorrido Pendiente
Precondiciones	● Que el visitante haya podido ingresar correctamente al museo.
Flujo normal: 1. El usuario ha ingresado correctamente al museo. 2. Se muestran tres opciones de las cuales el visitante puede seleccionar alguna de ellas. 3. La primera opción es un recorrido recomendado, este se traer a partir de la configuración de preferencias que se tienen predeterminadas por el usuario. 4. La segunda opción es un recorrido de favoritos (obras favoritas) el cual mostrará 10 obras favoritas que el usuario ha seleccionado anteriormente como favoritas. 5. La Tercera opción es la configuración de preferencias la cual lo guiará a un menú configurable (CU-RF3)	
Flujo alternativo: 1. Si el usuario tiene un recorrido sin terminar (que no haya calificado el total de obras de un recorrido) se le mostrará solamente la opción de continuar con el recorrido, para que lo	

	complete y se le pueda desplegar nuevos recorridos.
Excepciones	3. **N.A.**
Postcondiciones: ● Poder consultar si hay un recorrido pendiente por el usuario. ● Poder consultar las preferencias del usuario. ● Poder consultar las obras favoritas del usuario.	

Tabla 18: Caso de uso CU-RF3

ID	**CU-RF3**
Nombre:	Configurar de preferencias
Descripción:	Se debe mostrar una pantalla con las opciones de configuración de preferencias sobre los gustos del visitante
Actores:	● Sistema de Visualización. ● Sistema de recomendación.
Entradas:	• Id del usuario que entró al sistema. • Información de preferencias del usuario.
Salidas:	• Pantalla de opciones de preferencias del usuario. • Opciones disponibles (Si es la primera vez que accede tiene valores predeterminados): - Número de obras para un recorrido: Son cuantas obras quiere que haya en un recorrido, mínimo 5 y máximo 10) - Tipo de movimiento al que pertenece una Escultura, este movimiento debe aparecer más en el recorrido. - Técnica utilizada para la Escultura, esta técnica debe aparecer más en el recorrido. - Tipo de movimiento al que pertenece una pintura, este movimiento debe aparecer más en el recorrido. - Técnica utilizada para una pintura, esta técnica debe aparecer más en el recorrido. - Predicción de la recomendación, el nivel de precisión con el cual desea un visitante que tenga el recorrido en cuestión de recomendaciones. - Frecuencia con la que visita museos donde 1 representa que es poca su frecuencia de asistencia a museos y 5 representa que va mucho a museos,
Precondiciones	● Que el visitante haya podido ingresar correctamente al museo.
Flujo normal: 1. El usuario ha seleccionado la opción de configuración de preferencias. 2. Visualiza las opciones. 3. Realiza los cambios en los campos que él requiera. 4. Una vez terminados los cambios selecciona el botón de “guardar y salir” 5. Los cambios se verán reflejado en la recomendación que se dé cuando se inicie un nuevo recorrido.	
Flujo alternativo: 6. Si la persona no quiere realizar un cambio o ingreso por error o quiere cancelar la edición de las preferencias puede seleccionar el botón de “Salir sin guardar”	
Excepciones	4. **N.A.**
Postcondiciones: ● Poder consultar las preferencias del usuario. ● Poder guardar la información en la base de datos de las preferencias del visitante.	

Tabla 19: Caso de uso CU-RF4

ID	**CU-RF4**
Nombre:	Ver obra
Descripción:	Se debe mostrar una obra en forma completa con la información respectiva y con los menús de calificación.
Actores:	● Sistema de Visualización. ● Sistema de Base de datos
Entradas:	• Id de la obra que se seleccionó. • Información de la obra seleccionada.
Salidas:	• Pantalla de visualización de la obra seleccionada. • Opciones disponibles tanto de visualización de información como de calificación. -
Precondiciones	● Que el visitante haya podido ingresar correctamente al recorrido y haya seleccionado una obra.
Flujo normal: 7. El usuario ha seleccionado un recorrido. 8. El usuario se haya acercado a una obra y la haya seleccionado. 9. Se verá la obra según el formato de visualización en el que se encuentre. 10. Se podrá seleccionar la opción de visualización de información. 11. Se podrá seleccionar una calificación. 12. Se podrá agregar a favoritos.	
Flujo alternativo: 13. Si la persona ya terminó de ver la obra o no quiere seleccionar ninguna opción, podrá salirse y volver al museo con el recorrido en el que se encontraba.	
Excepciones	5. **N.A.**
Postcondiciones: ● Poder ver el museo con el recorrido en el que estaba. ● Poder guardar la información de la calificación de dicha obra ● Poder guardar la obra como favorito.	

Tabla 20: Caso de uso CU-RF5

ID	**CU-RF5**
Nombre:	Calificación obra
Descripción:	Se debe poder calificar una obra.
Actores:	● Sistema de Visualización. ● Sistema recomendador.
Entradas:	• Id de la obra que se seleccionó. • Información de la obra seleccionada.
Salidas:	• Pantalla de visualización de la obra seleccionada. • Opciones disponibles tanto de visualización de información como de calificación.
Precondiciones	● Que el visitante haya podido ingresar correctamente al recorrido y haya seleccionado una obra.
Flujo normal: 14. El usuario ha seleccionado un recorrido. 15. El usuario se haya acercado a una obra y la haya seleccionado. 16. Se verá la obra según el formato de visualización en el que se encuentre.	

17. Se selecciona una calificación de 1 a 5 para la obra. 18. Se podrá accionar el botón de favoritos o dejarlo desactivado.	
Flujo alternativo: 19. Si la persona ya terminó de ver la obra o no quiere seleccionar ninguna opción, podrá salirse y volver al museo con el recorrido en el que se encontraba.	
Excepciones	6. **N.A.**
Postcondiciones: ● Poder ver la información de la obra. ● Poder guardar la información de la calificación de dicha obra. ● Poder guardar la obra como favorito.	

4.4 Diagramas de caso de uso

En esta sección se presenta el diagrama correspondiente a los casos de uso que se explicaron anteriormente con la finalidad de dar una visualización de cómo es el manejo de estos casos de uso desde la perspectiva del visitante.

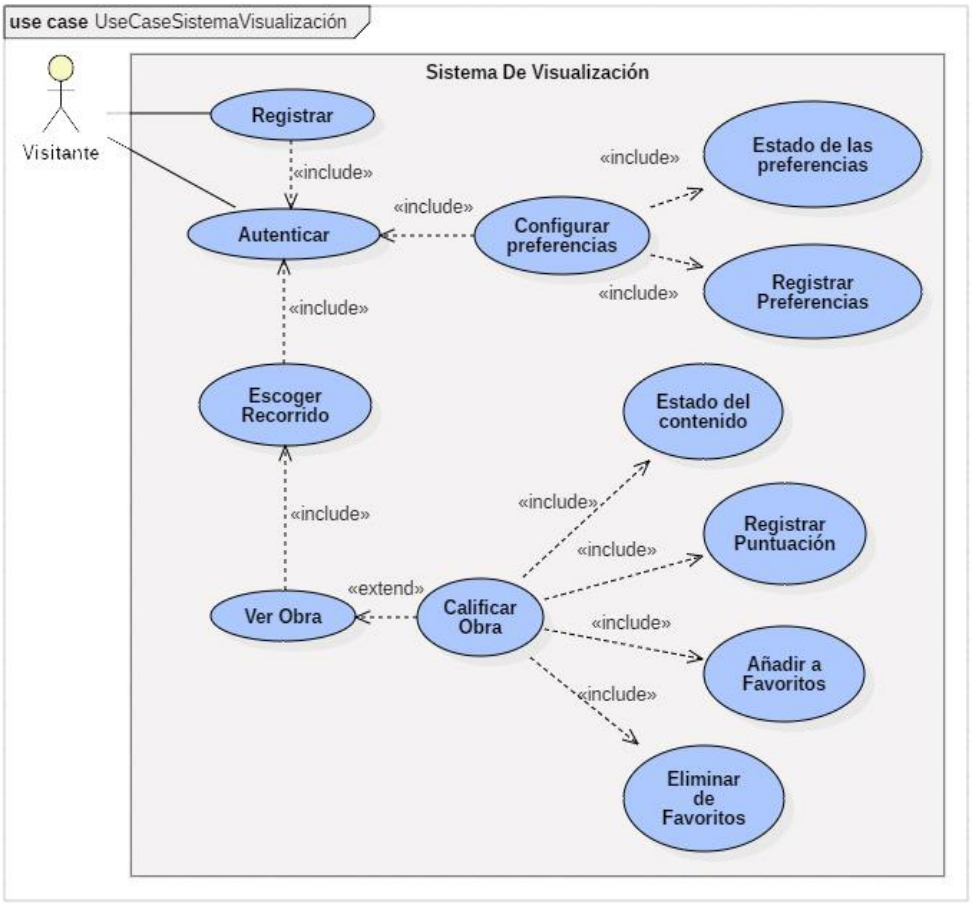


Ilustración 4: Diagrama de Casos de Uso del Sistema de Visualización

Capítulo

La distancia que existe entre los sueños y los logros solo se puede cuantificar en lecciones aprendidas y medir en horas de trabajo.
Fuente: Autores.

5

Arquitectura del sistema

5 Arquitectura del sistema

En esta sección se presentan los diversos puntos de vista de la arquitectura que son pertinentes al sistema de visualización y que a su vez dan una perspectiva de cómo es la interacción en conjunto con el sistema de base de datos y el sistema de recomendación, de tal forma en que se presenta el diagrama y se realiza una breve descripción para dar un contexto de cada uno de ellos.

5.1 Diagrama de Componentes

En el siguiente diagrama se muestra la estructura general del sistema general museográfico (Los tres sistemas en conjunto: Sistema de base de datos, sistema recomendador y sistema de visualización) divido en los componentes más representativos junto con sus respectivas dependencias.

Haciendo referencia al sistema de visualización, este es llamado Gestor Vista el cual es dependiente de las diferentes Apis que genera el sistema de base de datos para obtener información de usuarios y de información multimedial, también con el sistema de recomendación que recibe la información que el usuario desde la vista para devolver las recomendaciones que se van a presentar.

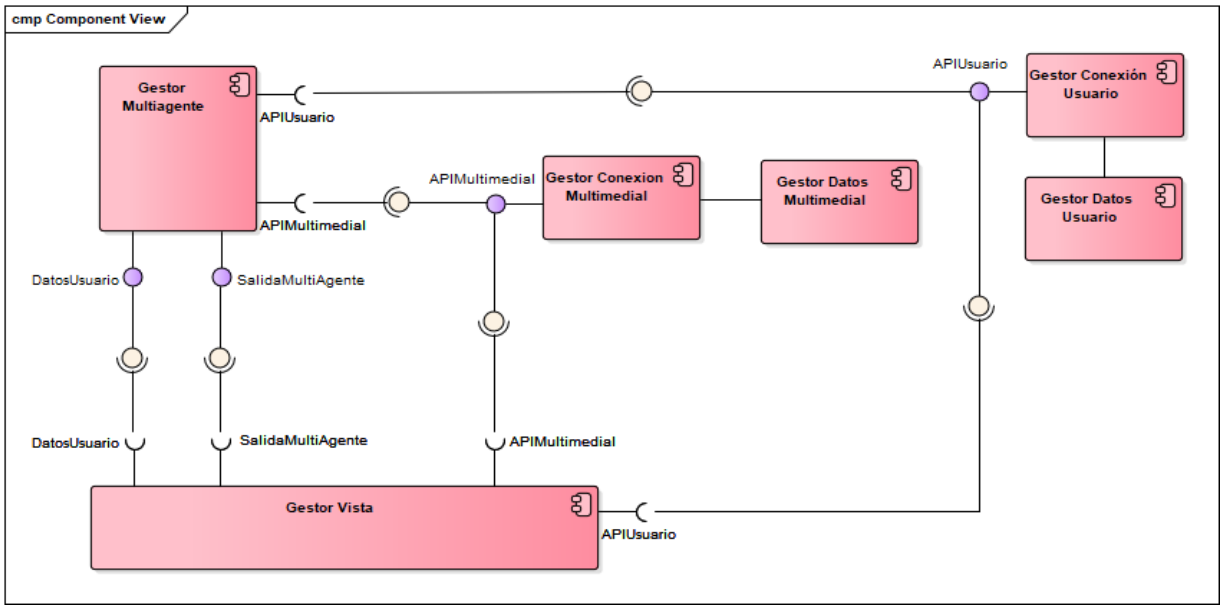


Ilustración 5: Diagrama de Componentes de sistema Museográfico

A continuación, se presenta de forma detallada la estructura de componentes del sistema de visualización, donde se muestran los componentes internos que proveen los servicios de conexiones a los dos principales componentes de visualización los cuales envían datos de usuarios y calificaciones; también reciben datos de usuarios, calificaciones, obras y recorridos.

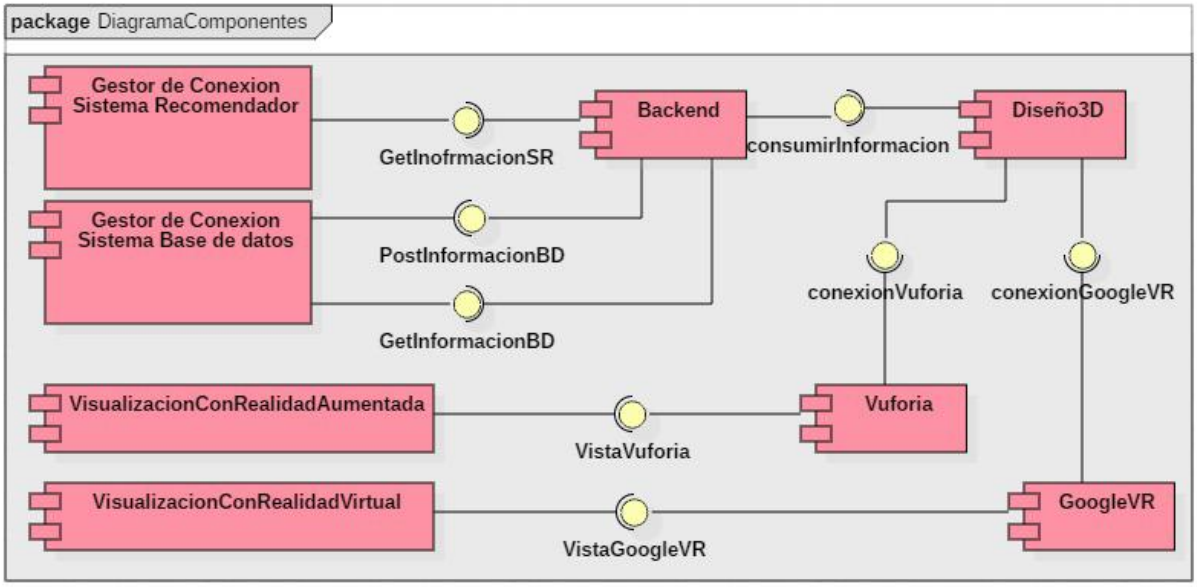


Ilustración 6: Diagrama de Componentes del Sistema de Visualización.

5.2 Diagramas de Actividades

Esta vida de actividades cuenta con varios diagramas los cuales muestran 4 actividades principales de una forma detalladas donde se muestra cómo es el proceso que se realiza en el sistema de visualización, estas actividades son:

- Registrar usuario
- Iniciar Recorrido
- Registrar Preferencia
- Valorar Contenido

5.2.1 Actividad Registrar Usuario

En este diagrama de actividad lo que se busca es mostrar el flujo de cómo se registra un usuario.

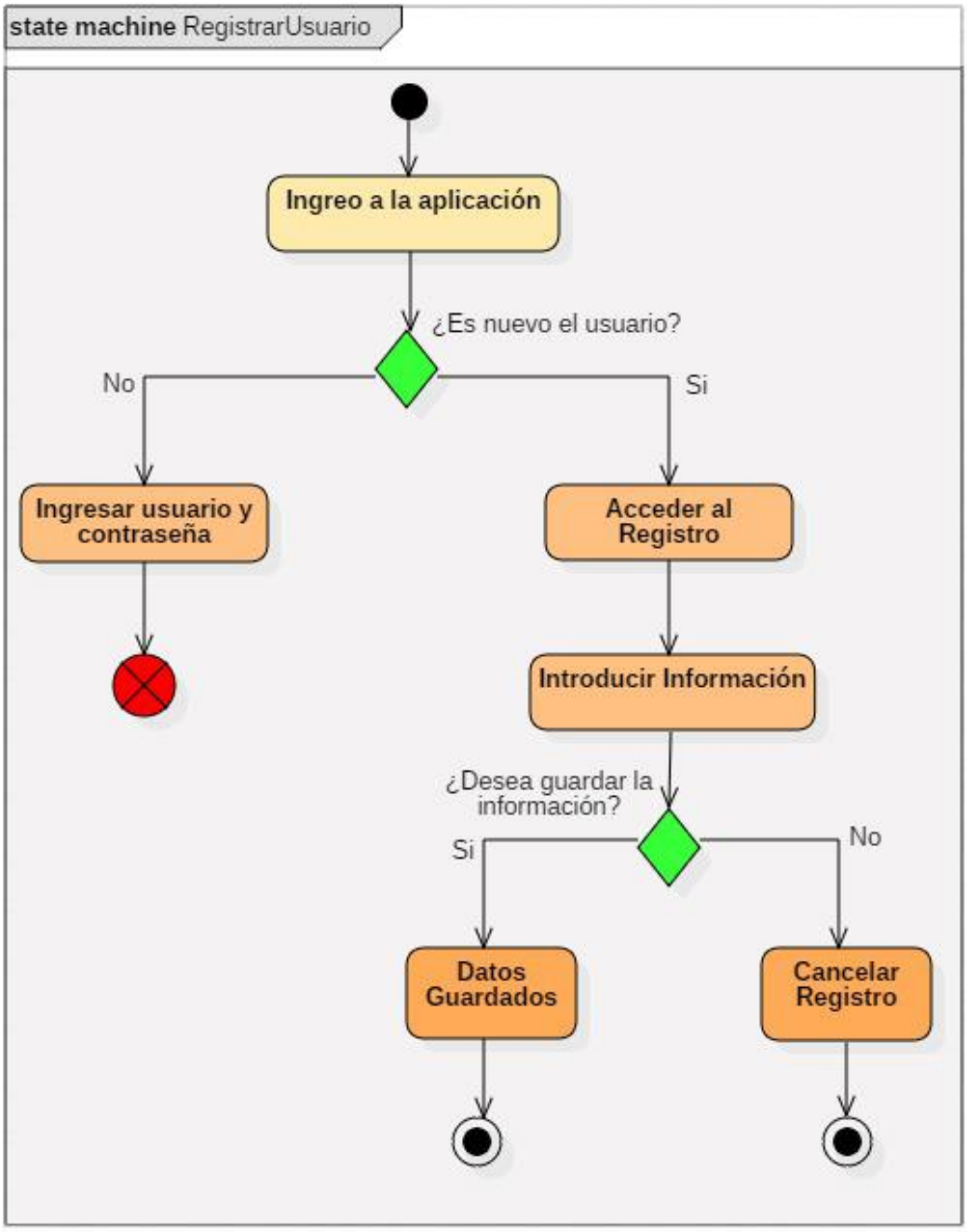


Ilustración 7: Diagrama de actividades "RegistrarUsuario".

5.2.2 Actividad Iniciar Recorrido

En este diagrama de actividad lo que se busca es mostrar el flujo de cómo se inicia un recorrido.

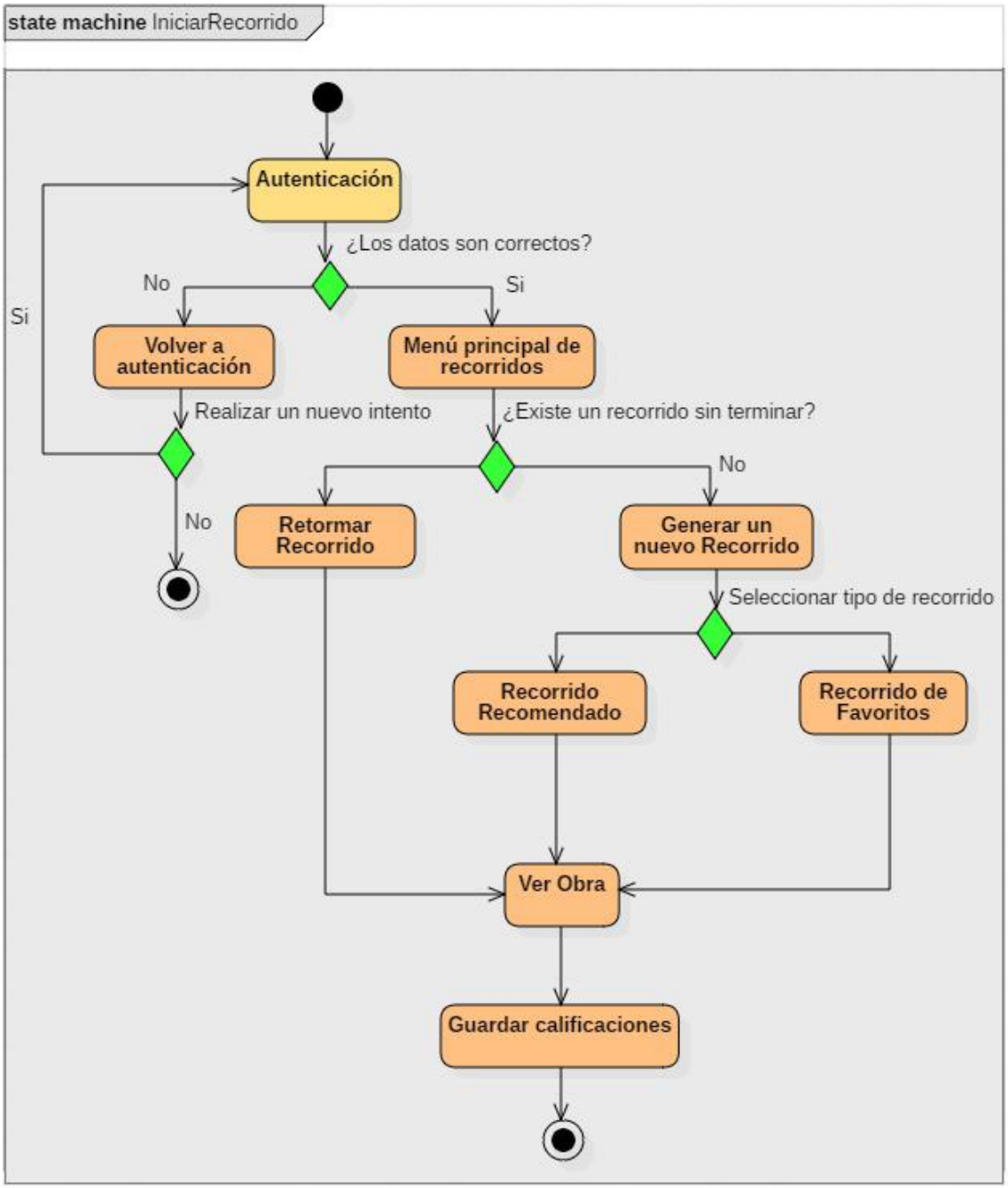


Ilustración 8: Diagrama de actividades "IniciarRecorrido".

5.2.3 Actividad Registrar Preferencia

En este diagrama de actividad lo que se busca es mostrar el flujo de cómo un visitante realiza los cambios y registra sus preferencias.

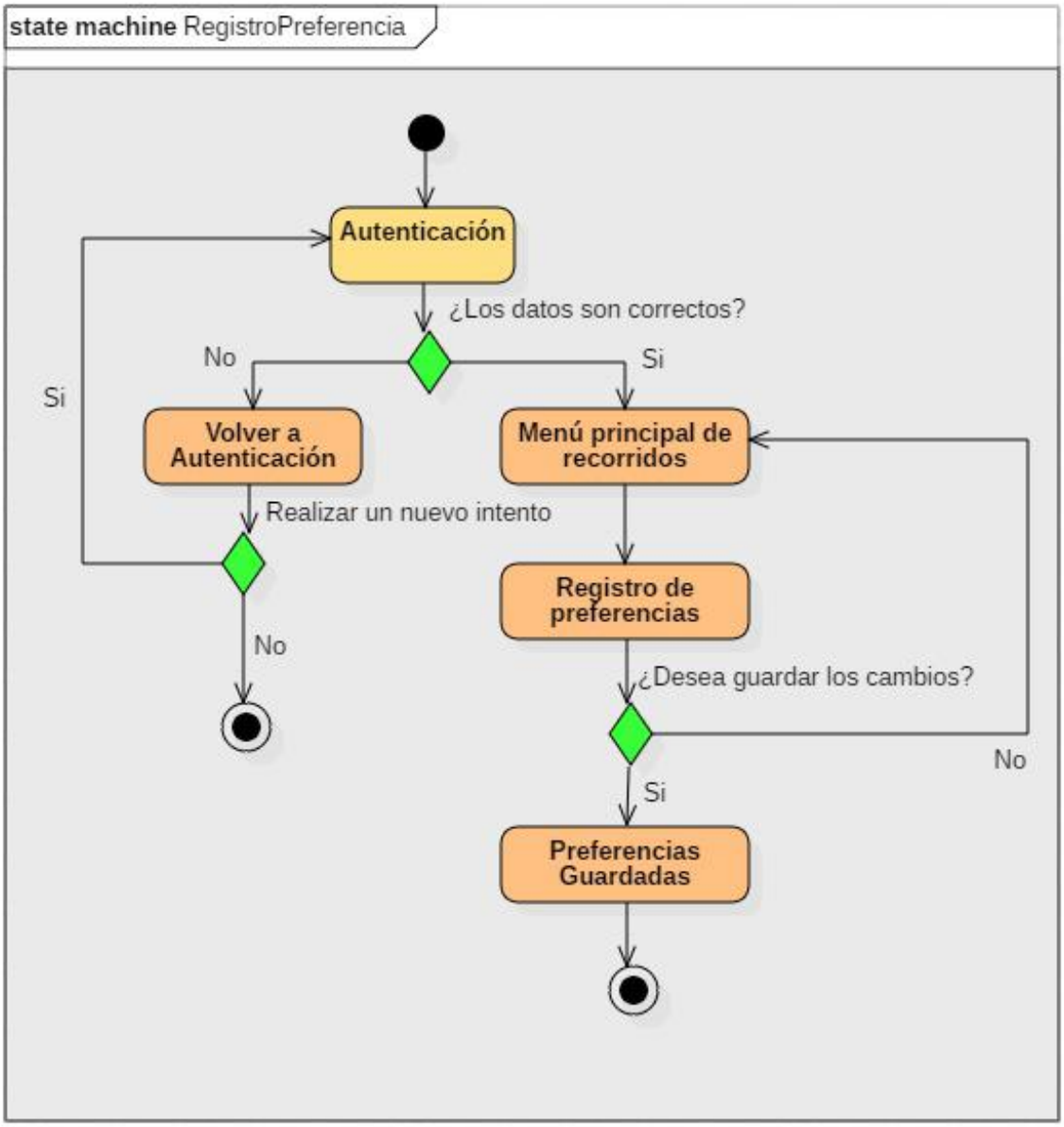


Ilustración 9: Diagrama de actividades "RegistroPreferencia".

5.2.4 Actividad Valorar Contenido

En este diagrama de actividad lo que se busca es mostrar el flujo de cómo un visitante puede valorar una obra y/o agregarla a favoritos.

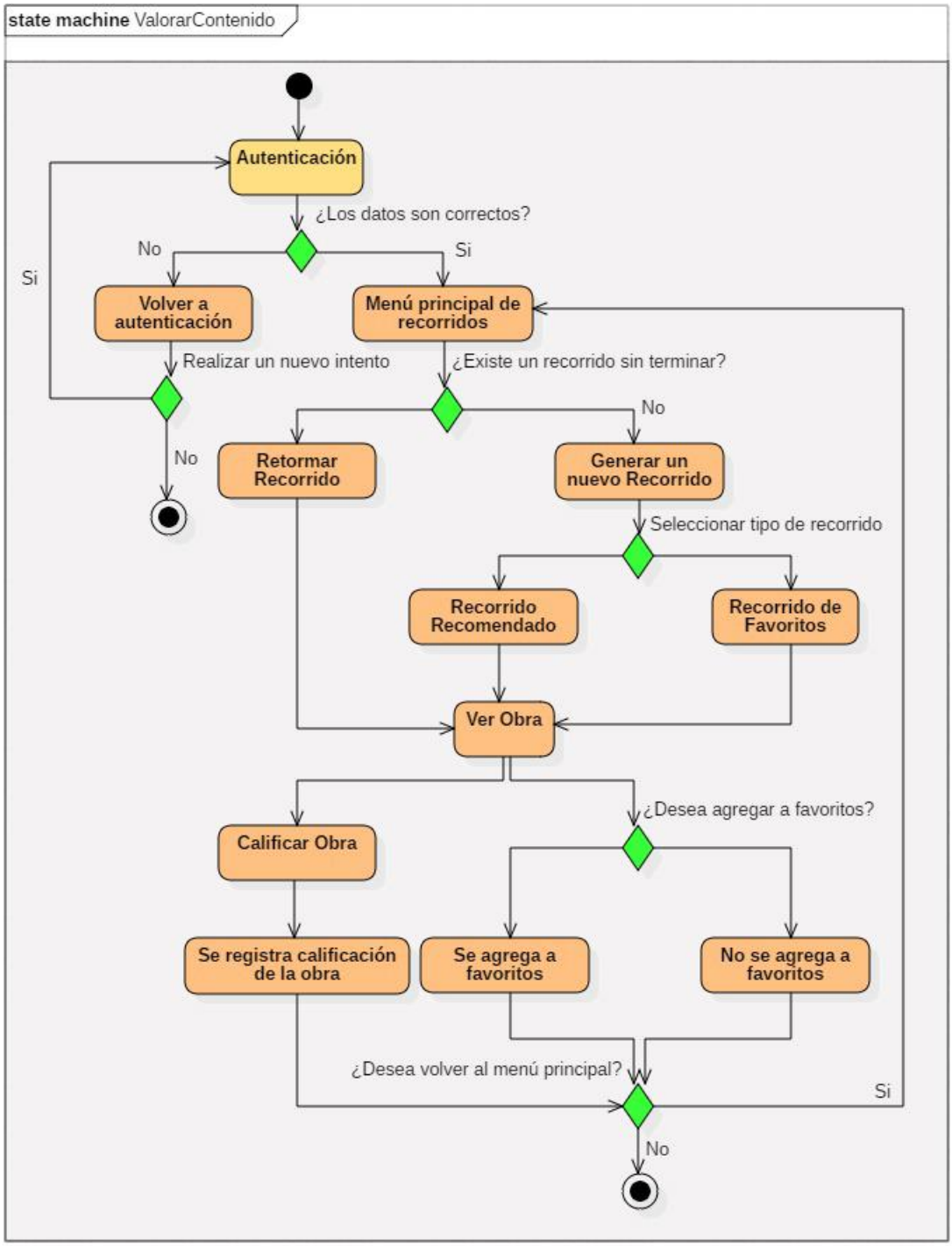


Ilustración 10: Diagrama de actividades "ValorarContenido".

5.3 Diagrama de Estados

En este diagrama de actividad lo que se busca es mostrar el flujo de estados por el cual pasa la aplicación durante su ejecución.

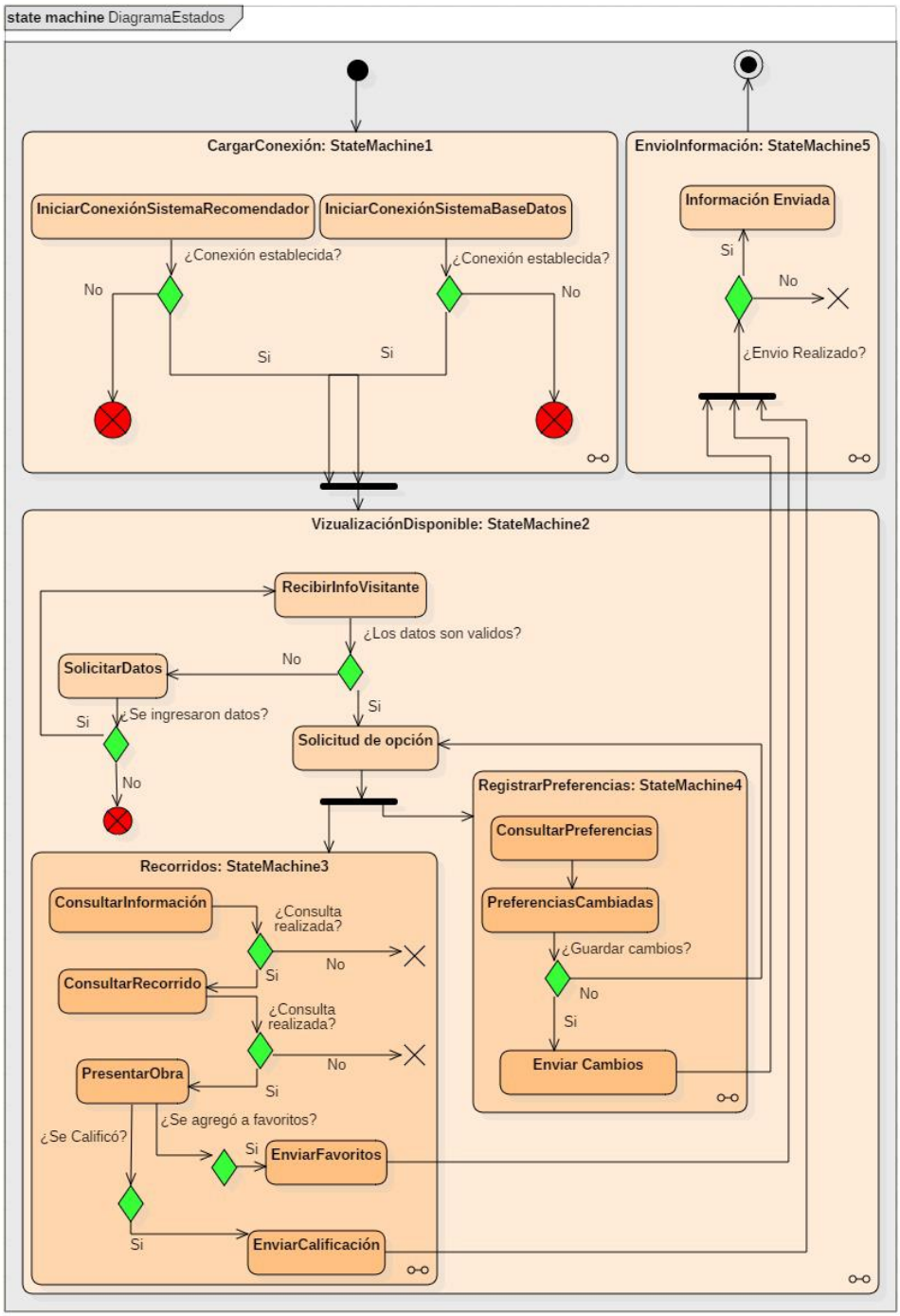


Ilustración 11: Diagrama de estados Sistema de Visualización.

5.4 Diagrama de Nodos

A continuación, se presenta el diagrama de nodos general del Sistema museográfico, en donde un nodo será el sistema de visualización el cual es representado por como una aplicación llamada “MuseoVirtual”.

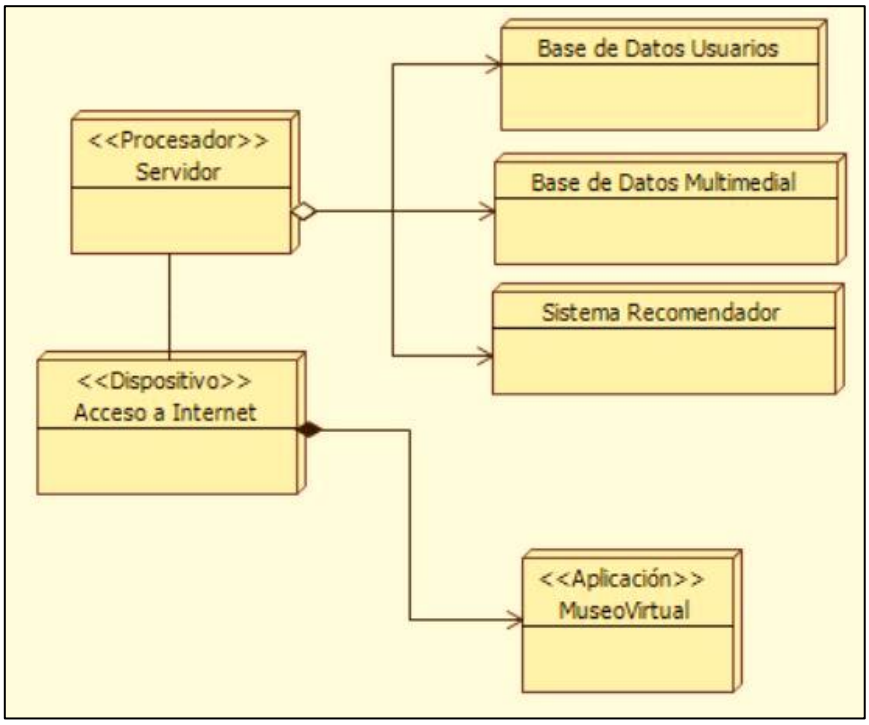


Ilustración 12: Diagrama de nodos General

5.5 Diagrama de Secuencia

En esta sección se muestran 4 diagramas de secuencia los cuales reflejan el traspaso de información entre los diferentes componentes del sistema museográfico. Estos 4 diagramas son:

- Secuencia de Registro de usuario
- Secuencia de Recorrido
- Secuencia de Registrar Preferencia
- Secuencia de valorar Contenido

5.5.1 Diagrama de secuencia del Registro de Usuario

En el presente diagrama se muestra cómo se realiza el paso de los datos necesarios para que el usuario pueda quedar registrado en el sistema, de tal manera que los reciba la aplicación (sin importar si es en realidad aumentada o realidad Virtual), esa información llega al servidor el cual realiza los pasos necesarios para realizar el almacenamiento en la base de datos.

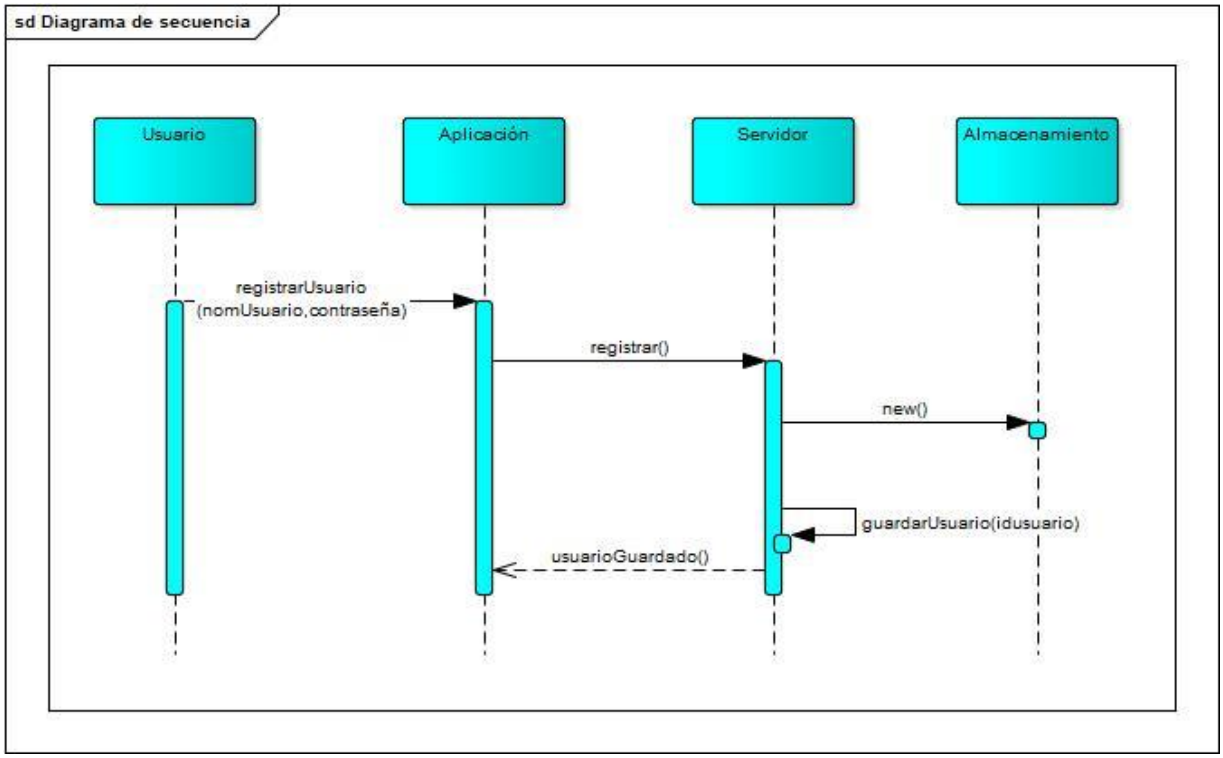


Ilustración 13: Diagrama de Secuencia de "Registro Usuario"

5.5.2 Diagrama de secuencia de Recorrido

En el siguiente diagrama de secuencia se detalla como un usuario entra a la aplicación para realizar un recorrido, de tal forma en que la aplicación se conecte con el sistema recomendador multi-agente para poder traer las preferencias una vez realizado esto se procede a consultar el contenido que se ha elegido, para ser mostrado y calificado por el usuario, de tal forma que complete el recorrido y finalice su visita en el museo virtual.

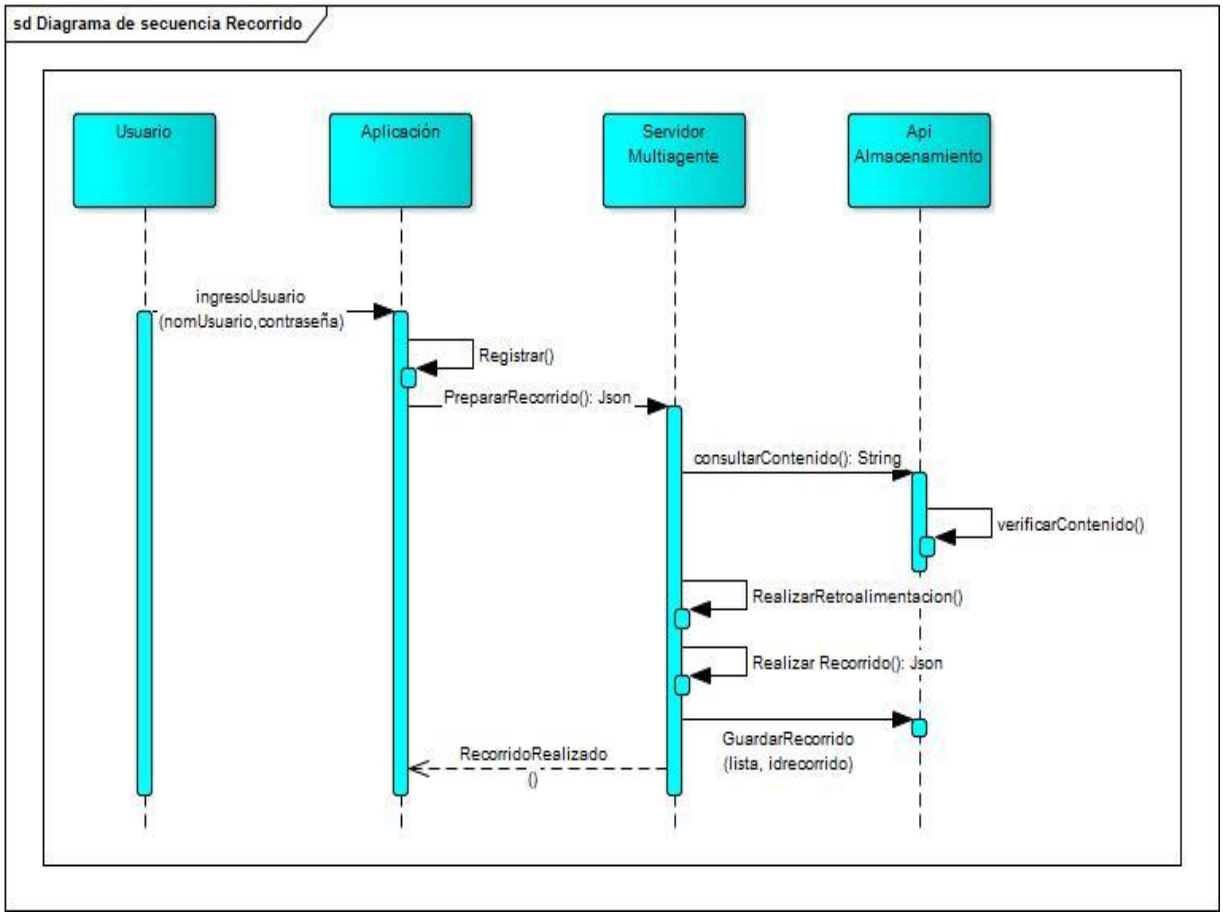


Ilustración 14: Diagrama de Secuencia de "Recorrido"

5.5.3 Diagrama de Secuencia de Registrar Preferencias

A continuación, se presenta el flujo necesario para que un visitante pueda registrar sus preferencias de tal forma en que en un recorrido posterior se tengan en cuenta las nuevas preferencias para las recomendaciones a la hora de generar un nuevo recorrido.

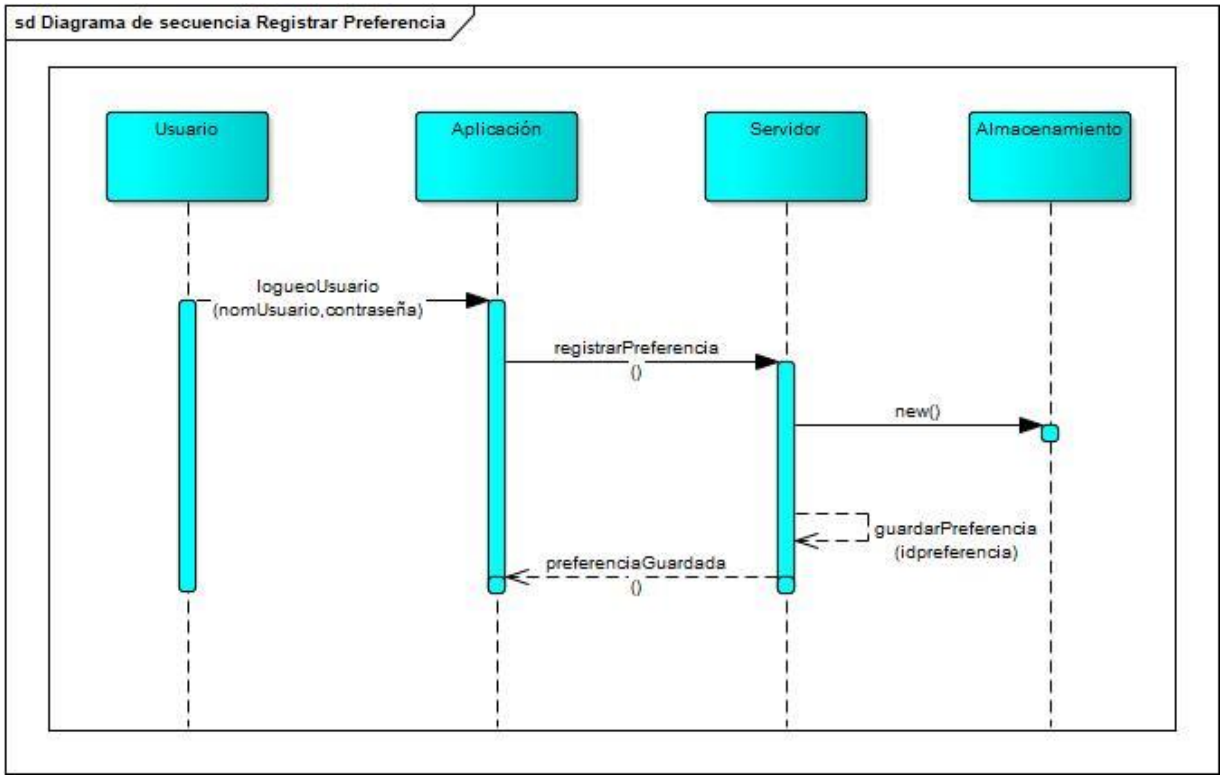


Ilustración 15: Diagrama de Secuencia de "Registrar Preferencia".

5.5.4 Diagrama de Secuencia

Por último, el diagrama que muestra la secuencia de valoración de una obra (independientemente si es una pintura o escultura), de tal forma que se pueda agregar a favoritos o no, pero que, si tenga que dar una calificación a la obra para así poder terminar con el recorrido, esta información será utilizada por el sistema multi-agente para realizar un mejoramiento de la información que se va a presentar en futuros recorridos.

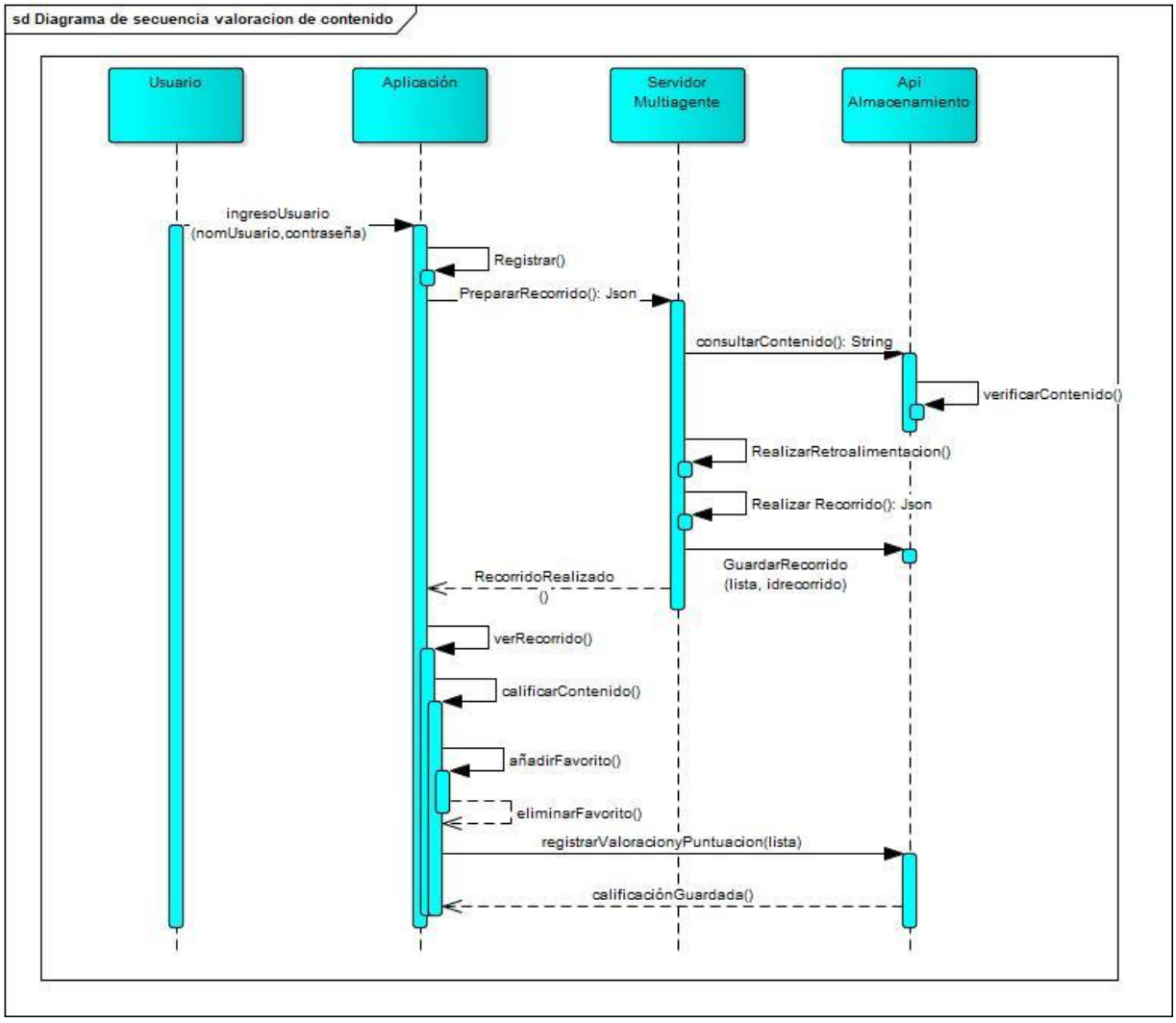


Ilustración 16: Diagrama de Secuencia de "Valoración de contenido".

5.6 Diagrama de Sistema

En el presente diagrama se mostrará el diagrama de sistema el cual muestra como está distribuido el sistema de tal forma en que se presentan las dos partes esenciales que son la conexión que contiene las partes que se conectan con los demás sistemas, y también está la parte de Visualización que contendrá las diferentes aplicaciones (La de realidad aumentada y realidad Virtual), estas a su vez contienen el componente más importante para su realización.

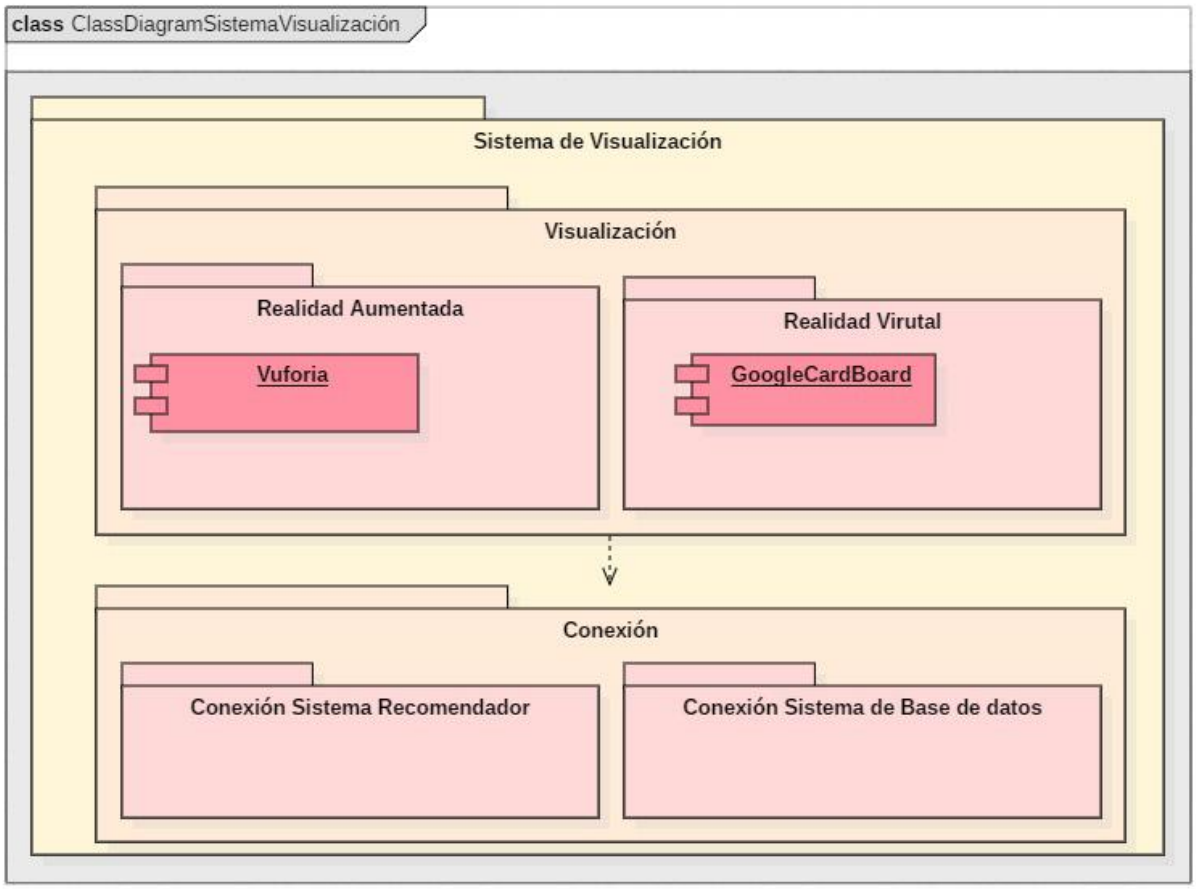


Ilustración 17: Diagrama de sistema, Sistema de Visualización.

Capítulo

6

¿Cómo saber cuánto vale un 10 sin conocer el 0?, ¿Cómo saber que tan largo es el camino si aún no se ha recorrido?, ¿Cómo entender cuál es nuestro limite sin haber comenzado?, son preguntas que solo resuelven cuando se conoce cada extremo.

Fuente: Autores.

Comparación de Herramientas

6 Comparación de Herramientas

Con el propósito de poder llevar a cabo la implementación de los requerimientos planteados anteriormente es necesario encontrar una herramienta de desarrollo que logre cubrir los aspectos técnicos y tecnológicos necesarios para los prototipos, el de realidad aumentada y el de realidad Virtual.

Para ello y con el ánimo de complementar el estudio exploratorio fue necesario consultar diversas fuentes donde se evalúan las herramientas para el desarrollo de estos tipos de visualización, además de que brindan los parámetros necesarios a tener en cuenta a la hora de determinar cuál herramienta es más conveniente y acorde para usar al momento de desarrollar.

Adicionalmente se hace el análisis de la herramienta elegida en requerimientos que se necesitan antes durante y después del desarrollo ya que están directamente ligados a la elección tomada.

6.1 Aspectos Relevantes

Para realizar el desarrollo de los prototipos se debe contar con una motor gráfico o motor de juegos el cual se define como *"un framework o un conjunto de herramientas que ayudan a agilizar el proceso de desarrollo de un videojuego."* (codingornot, 2016), esta será la herramienta que se va a usar para el desarrollo, pero esta debe cumplir con una serie de características que son necesarias para el proyecto las cuales se presentaran a continuación

6.1.1 Dualidad

Al momento de elegir la herramienta o motor de juegos se estableció que esta pueda ofrecer la capacidad de dualidad, esto con la intención de que sirva para dar al desarrollo la capacidad de reutilización en cuestión de comunicación con los servicios, ya que al poder utilizar un servicio para un tipo de visualización también se podrá usar dicho servicio en otra técnica, esto debido a que la herramienta es la misma y al ser servicios que tienen en común los prototipos se pueda reutilizar para el desarrollo.

También se hace necesaria esta característica para dar parcialidad a la hora de comparar cual técnica de visualización es mejor, ya que hay frameworks que se especializan en una técnica de visualización lo que podría ofrecer una ventaja frente a la otra técnica que no se desarrolla bajo los mismos parámetros.

Y también con la intención de un desarrollo incremental ya que no dependerá de más de un framework de desarrollo lo cual implica que si se realiza una buena elección en este aspecto se podrá llevar el proyecto a contar con las características que se deseen.

6.1.2 Multiplataforma

A la hora de elegir una herramienta para el desarrollo es conveniente que esta sirva en múltiples sistemas operativos tanto en su desarrollo con en la implementación, además de dar una ventaja en la interoperabilidad que se pueda dar para los diversos sistemas a los cuales estén destinadas las aplicaciones.

Al momento de determinar el proyecto se estableció que se iba a realizar un desarrollo para dispositivos móviles es por ello por lo que las plataformas objetivo serán ya sea Android o IO's, pero para ser más rigurosos y delimitar el foco del proyecto se estableció como plataforma objetivo el desarrollo para Android debido a que en Colombia es la plataforma móvil que más es usada según la página de estadísticas statcounter.com, a continuación, se presenta la gráfica de tomada de esta web.

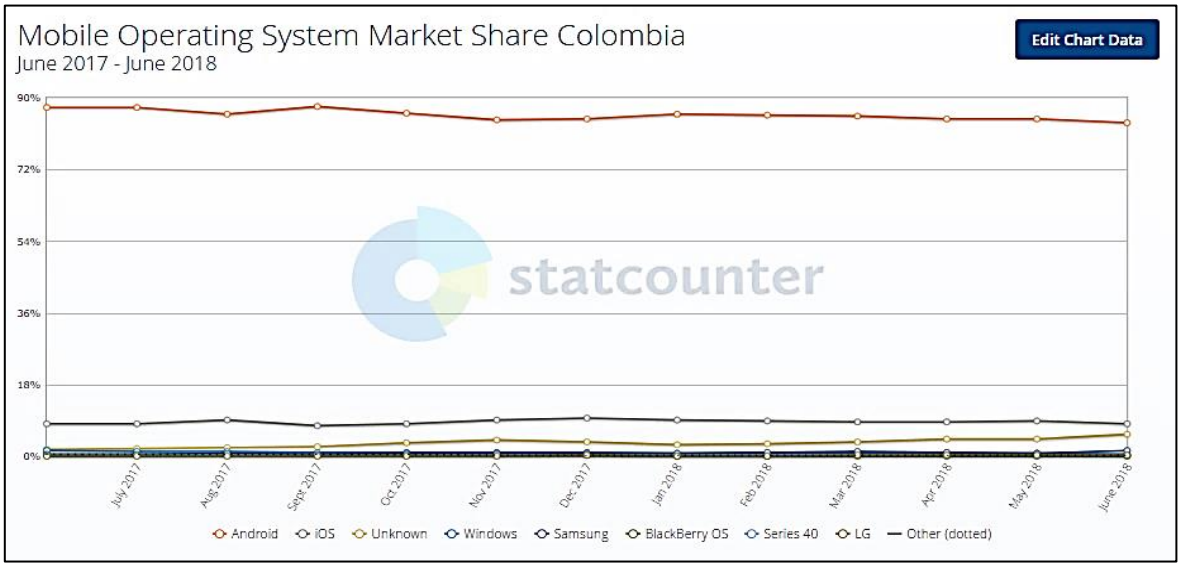


Ilustración 18: Grafica de uso de sistemas operativos móviles en Colombia. (StatCounter, 2017)

Con la anterior información se identificó que realizar un desarrollo para la plataforma Android es lo recomendable ya que contará con más posibles usuarios que otras plataformas.

6.1.3 Orientación de visualización

A partir de la idea de trabajar con tecnologías de vanguardia como lo es la realidad aumentada y la realidad virtual, es intuitivo el tener que trabajar con un motor que cuente con las capacidades para trabajar en un formato de visualización orientada a modelos en 3D.

El modelado, interacción y la renderización en 3D que se realiza por la herramienta o el motor de juegos debe contar con el enfoque y la adaptación para una plataforma de destino en la implementación como lo es Android y a su vez ese motor debe contar con características que es adapten a dispositivos con capacidades que pueden ser algo reducidas como los de algunos celulares.

6.1.4 Licencia para desarrollo

Se requiere un motor gráfico que brinde una licencia para uso ya sea gratuita o por lo menos libre que sirva para el desarrollo académico, esto con la finalidad de reducir costos.

6.1.5 Lenguaje de desarrollo

Una característica que se debe tener muy en cuenta a la hora de elegir el motor de desarrollo es el/los lenguajes que dicho motor utiliza para poder implementar sus librerías, configuraciones, etc. Es por ello por lo que se debe tener en cuenta este aspecto ya que se debe conocer el dicho lenguaje o por lo menos que su curva de aprendizaje no sea extenuante para ayudar a mejorar el desarrollo.

6.1.6 Complementos de infraestructura

Si el motor utiliza un complemento de infraestructura este debe ser libre o con una licencia para uso académico que permita el desarrollo.

6.2 Comparación de Herramientas de desarrollo

Para realizar esta comparación primero se buscaron los motores de videojuegos que existen actualmente, de los cuales se encontró un gran listado de los motores de juego que se encuentran tanto en el mercado como motores propios de casas desarrolladoras de contenido, "*Anexo: Motores_de_juego*" (Wikipedia®, 2017), además se cuenta con las características más representativas de cada uno de ellos lo cual sirvió para poder realizar un filtro de todos ellos y así poder entrar a analizar los motores que cuentan con los aspectos anteriormente mencionados.

De esta lista se tomaron los siguientes motores que son los que más características cumplen como se presenta en la siguiente tabla.

Aspecto a evaluar	Dualidad, Compatibilidad con la tecnica de visualización.		Coplementos de infraestructura que utiliza el motor de juegos.	Plataformas a las cuales se puede exportar el proyecto.	Tipo de visualización que utiliza 2D y/o 3D.	Tipo de licensia para el desarrollo	Aspectos de lenguaje de programación que se usa por el motor de lenguaje		
Motor de juego	Realidad Aumentada	Realidad Virtual	Infraestructura	Plataformas	Orientación de visualización	Licencia	Lenguaje de desarrollo	Tipo	Curva de aprendizaje
Libgdx	Si		ARToolBox	Windows Linux OS X iOS Android HTML5	3D	Apache 2.0	Java	Orientado a Objetos	Media
		Si	AndroidStudio						
Unity3D	Si		ArToolkit	Windows Linux OS X Android	3D	Gratuito y Propietario	C#	Orientado a Objetos	Media
			Vuforia						
		Si	Daydreamer				Javascript	Scripting	Medio
			GogleCardboard				Boo	Scripting	Bajo
Unreal Engine	No			Microsoft Windows, macOS, Linux, SteamOS, HTML5, iOS, Android, PlayStation 4, Nintendo Switch, Xbox One Steam	3D	Gratuito y Propietario	c++	Hibrido	Alto
		Si	GogleCardboard				UnrealScript	Scripting	Bajo
			PlayStation VR						
			Oculus Rift						

Tabla 21: Comparación de motores de juego. Fuente: Autores

A partir de la tabla anterior se establece a Unity como motor de juegos que se usará para el desarrollo de los prototipos, ya que cuenta con:

- La compatibilidad con las técnicas de visualización que se van a trabajar.
- La capacidad para que los proyectos se exporten a Android y otros sistemas móviles como lO's.
- La opción de manejo de gráficos en 3D y 2D.
- Una licencia gratuita para uso académico.

- Diversos lenguajes de programación que no tienen una curva de aprendizaje muy alta lo cual contribuye para el desarrollo de los prototipos.

6.3 Requerimientos técnicos para el desarrollo en Unity

6.3.1 Aprendizaje de los lenguajes utilizado en Unity

Unity al contar con una gran versatilidad en cuestión de lenguajes cuenta con la posibilidad de que los desarrolladores elijan cual les parece más fácil utilizar ya sea C#, JavaScript o Boo. Otra característica que contribuye manejo de Unity es que lenguajes como C# es considerado como un lenguaje potente y robusto gracias a que es orientado a objetos y es flexible a interoperar con otros paradigmas de programación, además de que cuenta con una gran comunidad de desarrolladores y un gran soporte en cuestión de documentación. Esto da una gran ventaja a Unity ya que *"Unity acepta diferentes lenguajes de programación, entre ellos C#. Un lenguaje que nos ofrece amplias posibilidades y ventajas. C# tiene también una suave curva de aprendizaje. Y nos permite llevar a nuestro desarrollo todo un conjunto de cosas que podemos encontrar en C# como puede ser el uso de consultas LINQ, iteradores, delegados anónimos, etc."* (Mula, 2017)

6.3.2 Recursos tecnológicos

Para el desarrollo con el motor gráfico Unity se debe contar con un equipo que cuente con:

- Un Sistema operativo Windows 7 SP1+, 8, 10, 64-bits solo para versiones de 64 bits; Si se usa computadores Mac se debe tener un sistema operativo macOS 10.11+
- A nivel de CPU esta debe tener Soporte para el conjunto de instrucciones SSE2 ("Single Instruction Multiple Data" Extensions 2 es uno de los conjuntos de instrucciones de la arquitectura IA-32 SIMD.) (Wikipedia, 2017)
- Tarjeta de video con capacidad para DX10 (shader modelo 4.0).

- Kit de Desarrollo Android SDK y Java (JDK); el IL2CPP scripting backend require Android NDK. (Unity Technologies, 2018)

Para el despliegue de las aplicaciones se requiere lo siguiente:

- Android: OS 4.1 o posterior; ARMv7 CPU con soporte NEON o CPU Atom; OpenGL ES 2.0 o posterior.
    - Realidad Aumentada: Espacio de al menos 200 Megabytes de memoria, un procesador de 1.5GHz, cámara, conexión a red de internet.
    - Realidad Virtual: Contar con la aplicación de Google CardBoard, tener giroscopio, acelerómetro y magnetómetro, tener soporte Bluetooth 4.2 y Bluetooth LE, al menos 200 Megabytes de memoria, un procesador de 1.5GHz, cámara, conexión a red de internet.
- Contar con el marcador para la realidad aumentada.
- Contar con las gafas de realidad virtual y su respectivo joystick con Bluetooth. (Motyka, 2016).

6.3.3 Costos:

Con la finalidad de reducir los costos y partiendo del hecho de que no se cuenta con ningún elemento para el desarrollo del proyecto en el ámbito tecnológico, la tabla de costos estimados para el proyecto es la siguiente:

Tabla 22: Tabla de costos del proyecto.

Tipo	Elemento	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Hardware	Computador	2	$ 2.000.000	$ 4.000.000
	Celulares	2	$ 600.000	$ 1’200.000
	Vr Box Cardboard	2	$ 21.000	$ 42.000

	Control Remoto Bluetooth Android Realidad Virtual	2	$ 30.000	$ 60.000
Software	Blender	2	$ -	$ -
	Unity (Si se compra la licencia)	2	$ 520.000	$ 1.040.000
		Total del proyecto		$ 6.342.000

Capítulo

7

Ver el lado bonito del bordado se hace más interesante cuando se logra ver el lado opuesto porque se ve cómo están configurados cada uno de los hilos.
Autor: Nach, canción "Urbanología".

Modelado gráfico

7 Modelado Gráfico

Un aspecto relevante que se trabajó en el proyecto fue el modelado gráfico ya que, al ser un sistema de visualización, es indispensable que cuente con unas características gráficas acordes al motor de juegos elegido, y que se ajusten a la técnica de visualización que se va a utilizar para cada uno de los prototipos.

Para esta parte es necesaria una serie de herramientas para el diseño de los diversos contenidos que se requieren para generar un buen ambiente visual para el visitante.

7.1 Herramientas de diseño

Actualmente se encuentra una gran variedad de programas que permiten realizar modelado en 3D, pero al tener que integrar con Unity ya sea que sean exteriores o que sean internas como extensiones utilizables dentro del mismo Unity, por tal razón se escogieron las siguientes dos herramientas.

La primera es Blender como una herramienta externa para el modelado 3D que cuenta con diversas capacidades a nivel de animación, modelado y renderización de los gráficos, esto de la mano que es completamente compatible con Unity lo cual sirve mucho a la hora de crear un personaje o escenario que se va a incorporar con el proyecto.

La segunda se llama Probuilder que es una extensión para la creación de escenarios dentro de Unity que se considera como un híbrido de modelado 3D y herramientas de diseño de niveles, a su vez está optimizado para construir geometrías simples, las cuales ayudan a que el proceso de renderización por parte de los dispositivos móviles que no cuenten con una gran capacidad en su procesamiento sea bastante fluido. (Unity, 2018).

7.2 Elementos gráficos

Antes de iniciar el modelado se realizó un bosquejo o mockups con la finalidad de plasmar los requerimientos que se establecieron para el proyecto, de estos mockups se dedujeron los contenidos más comunes que se utilizaron en los prototipos, de allí se obtuvo un listado de los contenidos a nivel gráfico que se requerían, estos contenidos debían ser utilizables para ambas tecnologías de tal manera que si era necesario crear algún contenido adicional fuera para un caso específico.

7.2.1 Mockups

Los mockups iniciales mostraban de una forma simplificada como se entendían los requerimientos, esto sin tener en cuenta como se verían al momento de adaptarse a una técnica de visualización. A continuación, se muestran los mockups que se realizaron inicialmente los cuales fueron guía para el desarrollo del primer prototipo.

7.2.1.1 Mockup de Autenticación

Inicialmente se creó una vista con los datos que se requerían, posteriormente este presentó un cambio al no estar la opción de ir a registrarse.



Ilustración 19: Mockup de Autenticación.

7.2.1.2 Mockup de Registro

En la vista de registro se realizó un primer diseño simple con la información básica necesaria, aunque con la idea de personalizar los gustos con información personal se

incluyeron posteriormente más datos para el registro, a continuación, se presenta el primer diseño de esta parte:

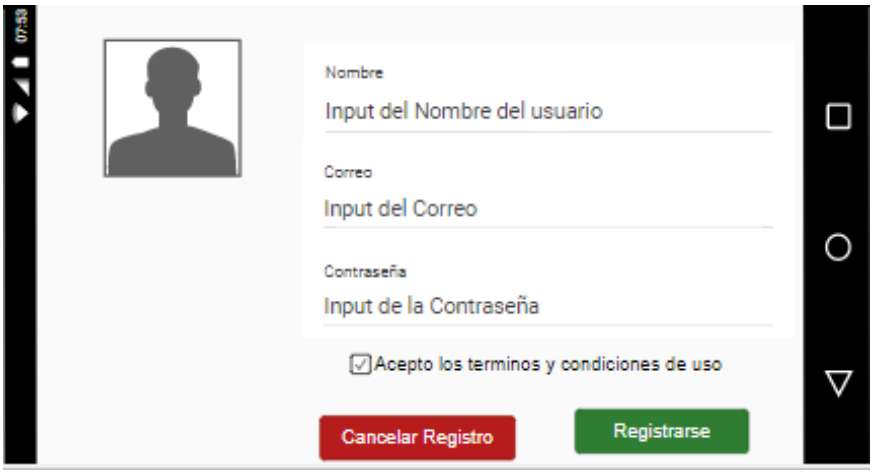


Ilustración 20: Mockup de Registro

7.2.1.3 Mockup de Ver Obra

Con la idea de generar una vista interactiva para el usuario y sin tener en cuenta el tipo de visualización se realizó el siguiente diseño que después sería modificado acorde a la respectiva técnica de visualización.



Ilustración 21: Mockup de Ver Obra

7.2.1.4 Mockup de Menú principal

El presente diseño muestra la vista que se ideó para el menú principal, esta tuvo pocas variaciones.

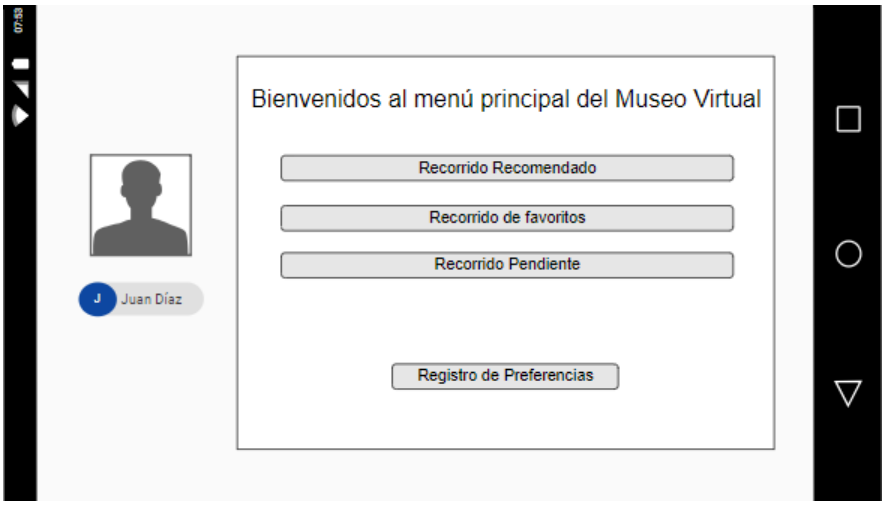


Ilustración 22: Mockup de Menú principal.

7.2.1.5 Mockup de Registrar Preferencias

A continuación, se presenta el primer diseño de cómo sería el menú para poder configurar las preferencias que se utilizaran para el sistema recomendador.

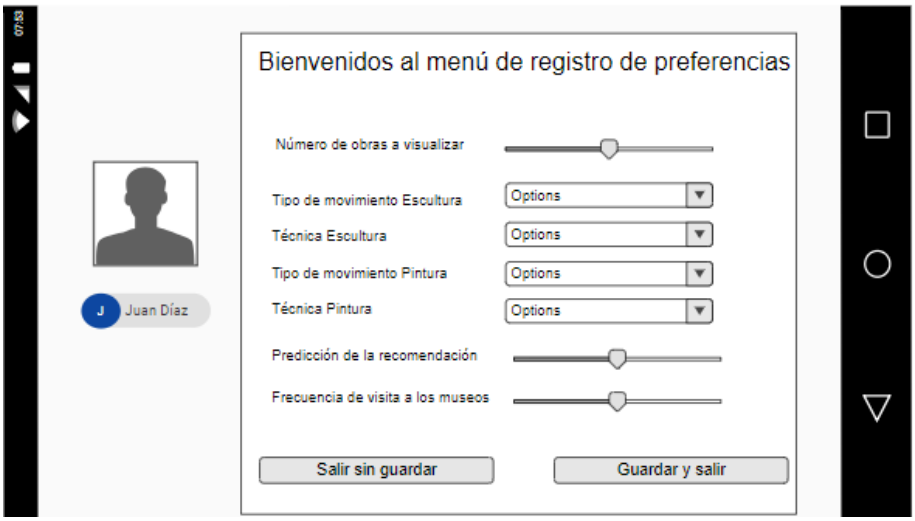


Ilustración 23: Mockup de Registrar Preferencias.

7.2.1.6 Listado de elementos gráficos

De lo anterior se establecieron ciertos elementos generales a nivel gráfico que se requirieron diseñar o en su defecto obtener de forma gratuita.

Tabla 23: Tabla de elementos gráficos

Elemento	Utilizado en RA	Utilizado en RV
Escenario	Si	Si
Personaje	Si	No
Esculturas 3D	Si	Si
Pinturas en 2D	Si	Si
Menús	Si	Si
Loaders (Cargadores)	Si	Si
Pantallas de transición	Si	Si

7.2.2 Escenario

Para el desarrollo del escenario se utilizó la idea de un museo que contara con dos plantas estructurales de tal forma en que en dicho escenario se pudieran distribuir las obras de arte y que el usuario tuviera que interactuar más con dicho escenario. Con esta idea se realizó un primer bosquejo y modelado en la herramienta Blender.

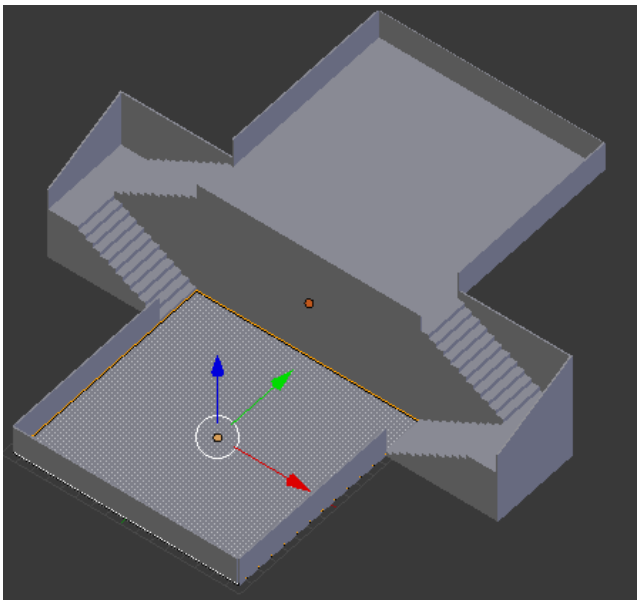


Ilustración 24: Modelo en Blender del escenario.

Posteriormente se comenzó a trabajar con Probuilder que es una extensión para modelar escenario directamente en Unity, esto con la finalidad de poder alcanzar una mejor calidad en los gráficos del escenario, tanto es su diseño y estructura como en los texturizados.

Para hacer uso de este complemento tan solo se requiere acceder desde el programa de desarrollo de Unity, ubicarse en la tienda o “Asset store” y allí buscar el nombre “Probuilder” e instalarla en el proyecto.

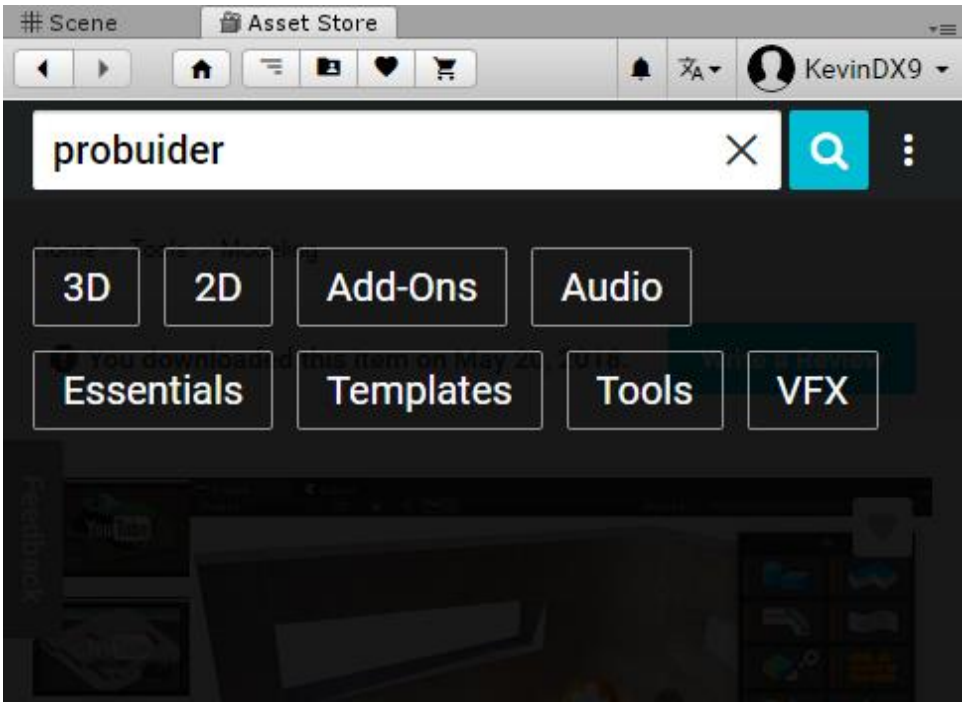


Ilustración 25: Probuilder en la Asset Store

De esta herramienta cabe resaltar que es intuitivo, pero cuesta un poco adaptarse a la forma de modelado, también que toca incluir texturas que se puedan visualizar en los dispositivos móviles ya que esto al generar la aplicación y ejecutarla puede que no se vea bien por el manejo de las texturas con las que cuenta Probuilder.

En la siguiente imagen se muestra el resultado inicial del modelo de escenario con el personaje.

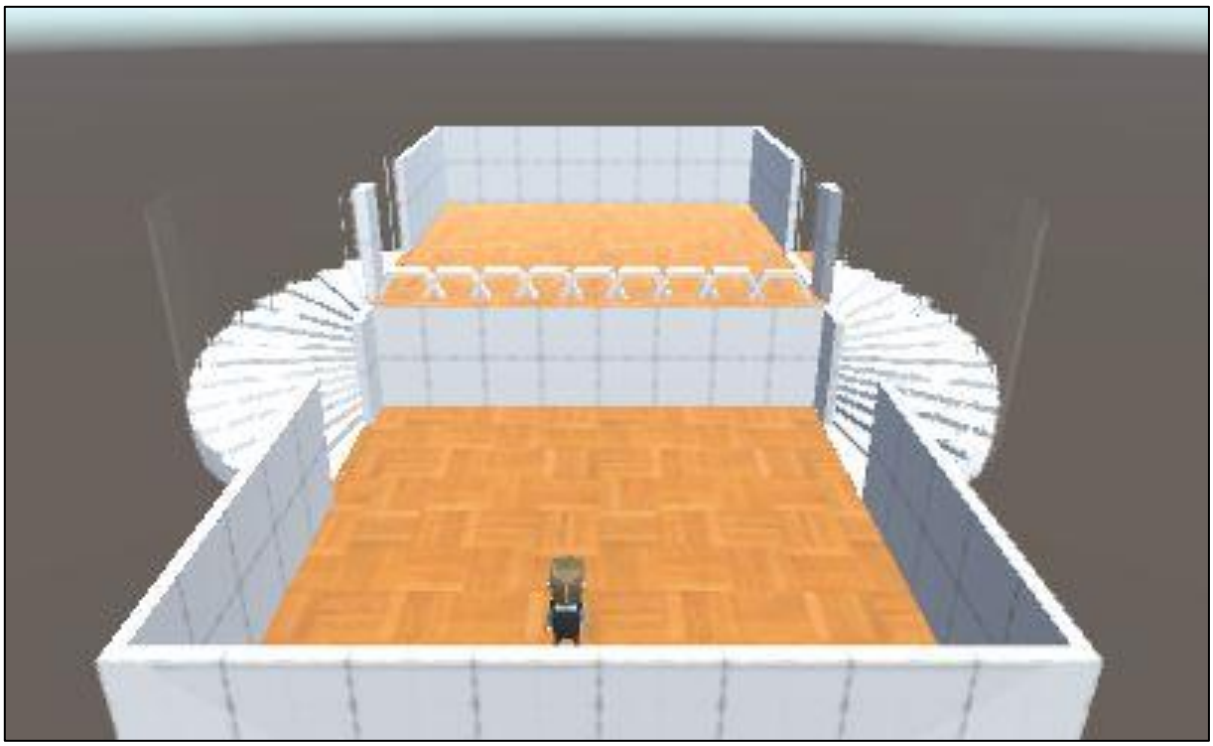


Ilustración 26: Modelo del escenario realizado con Probuilder.

7.2.3 Personaje

Para la parte de realidad aumentada se buscó realizar un personaje que sirviera como avatar del visitante, esto con la finalidad de que este se moviera por el escenario e interactuara con las obras, es por ello por lo que se generó un modelo en Blender en el cual fue texturizado, ya en Unity se agregaron las animaciones.

Este personaje se manejó como un modelo LowPoly (bajo en polígonos) esto con el propósito de que su renderizado para móviles fuera poco costoso en cuestión de recursos.

A continuación, se muestra el modelo de personaje ya texturizado desde diversas perspectivas, posteriormente se le agregó al personaje un modelo de cámara y un modelo de maleta para complementar el personaje como si fuera un visitante.



Ilustración 27: Perspectivas del personaje.



Ilustración 28: Perspectivas del modelo con accesorios.

7.2.4 Esculturas

Para que el museo contara con contenido en 3D se decidió incluir esculturas de tal forma en que se resaltara los modelos 3D, para esta parte se realizó una búsqueda de modelos que fueran libres en cuestión de derechos de autor para poder usarlos en el aplicativo, ya que la realización de una gran cantidad de modelos requería bastante experticia y tiempo. Los modelos se seleccionaron de una plataforma llamada sketchfab en donde se encontró una galería de esculturas y otros modelos del diseñador Benjamin Bardou (Bardou, 2018), estos modelos de esculturas representan a algunas de las más representativas esculturas conocidas a nivel mundial, Posteriormente se realizó la búsqueda de la información correspondiente de cada una de estas esculturas.

Debido a que las esculturas tenían una gran cantidad de polígonos se realizó un degradado de polígonos para que quedaran en formato LowPoly, Esto con la finalidad del poder realizar un mejor manejo a nivel de renderización de la aplicación móvil. A continuación, se muestra el cambio realizado al disminuir la cantidad de polígonos de cada una de las esculturas.



Ilustración 29: Modelo 3D original de Amphitrite.



Ilustración 30: Modelo 3D LowPoly de Amphitrite.





Ilustración 31: Modelo de Philopoemen, en HighPoly y LowPoly

Ilustración 32: Modelo de Annibal, en HighPoly y LowPoly

Capítulo

8

Es increíble y a veces tan irreal poder conectar con el mundo estando en un cuarto solo, poder traspasar las barreras del espacio tiempo hasta llegar e interactuar con otro.
Fuente: Autores.

Conexiones

8 Conexiones

El presente capítulo se tratará de las diversas conexiones con los servicios que proveen los dos sistemas que conforman el sistema museográfico, estos dos sistemas son el sistema de recomendaciones multi-agente, y el segundo es el sistema de base de datos multimedial. Estos sistemas proveen unos servicios los cuales el sistema de visualización debe consumir ya sea para obtener información, o enviar información necesaria para que cada uno de estos sistemas puedan realizar sus funciones propias que dependen de la información que es obtenida mediante el sistema de visualización.

Para realizar la comunicación entre dichos sistemas se utilizó el protocolo de traspaso de mensajes REST (REpresentational State Transfer) el cual sirve para obtener o generar operaciones sobre ciertos datos que están alojados en el cliente (para este caso son los sistemas de base de datos y el sistema recomendador), este traspaso se realizó mediante un formato ligero para intercambio de datos JSON (json.org, s.f.), con este lenguaje se crearon las API's (Application Programming Interface) que se consumieron por parte del sistema de visualización.

8.1 Consumo de los servicios

Para consumir servicios REST dentro del sistema de visualización se generó un archivo script el cual contiene dos funciones, estas se encargan de hacer la ejecución de la operación correspondiente, difieren en que una tiene datos de entrada para alimentar el servicio en peticiones de tipo POST y PUT respectivamente.

El nombre de las funciones es "EjecutarOperacion", retornan un dato de tipo String que guarda el resultado enviado por el servidor donde se ejecutó la operación; los parámetros que tienen como entrada son:

- Un String llamado "direccionAPI" donde se envía la URL de donde se consumirá el servicio.
- Un String llamado "operación" donde se envía que tipo de operación se quiere hacer, puede ser PUT, GET, POST o DELETE.

- Un String llamado “json” donde se envía información de ser necesario.

A continuación, se muestra los métodos mencionados anteriormente:

```
public static string EjecutarOperacion(string direccionAPI,string operacion)
{
    var httpWebRequest = (HttpWebRequest)WebRequest.Create(direccionAPI);
    httpWebRequest.ContentType = "application/json";
    httpWebRequest.Method = operacion;
    var httpResponse = (HttpWebResponse)httpWebRequest.GetResponse();
    using (var streamReader = new StreamReader(httpResponse.GetResponseStream()))
    {
        var responseText = streamReader.ReadToEnd();
        return responseText;
    }
}
```

Ilustración 33: Método “EjecutarOperacion” de tipo POST.

```
public static string EjecutarOperacion(string direccionAPI,string operacion,string json)
{
    var httpWebRequest = (HttpWebRequest)WebRequest.Create(direccionAPI);
    httpWebRequest.ContentType = "application/json";
    httpWebRequest.Method = operacion;

    using (var streamWriter = new StreamWriter(httpWebRequest.GetRequestStream()))
    {
        streamWriter.Write(json);
    }
    var httpResponse = (HttpWebResponse)httpWebRequest.GetResponse();
    using (var streamReader = new StreamReader(httpResponse.GetResponseStream()))
    {
        var responseText = streamReader.ReadToEnd();
        return responseText;
    }
}
```

Ilustración 34: Método “EjecutarOperacion” de tipo PUT.

8.2 Uso del formato JSON

Como se mencionó al inicio del capítulo se maneja el formato de intercambio de datos JSON, ya que para ejecutar todas estas operaciones se usa la información de los demás sistemas que se envía formato JSON.

En Unity se utilizó una liberara llamada SimpleJSON, este es un es un analizador y creador JSON que se utiliza para realizar el manejo de forma sencilla de la información que se obtiene del consumo de la API (Unity Community Wiki, 2017).

Con esta librería se puede hacer el tratamiento de los datos de entrada y salida de manera sencilla, ya que maneja la información como cadenas con posiciones enteras o de llaves.

A continuación, se realiza una muestra de los ejemplos en diferentes servicios utilizados por el sistema de visualización.

En la siguiente imagen se muestra la manera como se crea una cadena para enviar a un servicio.

```
string jsonPOST = "{" +
    "\"idtipologueologueo\":" + TiposLogueo.getIdTipoLogueo("Normal") + "," +
    "\"usuariologueo\": \"" + txt_usuario.text + "\"," +
    "\"contrasena\": \"" + txt_password.text + "\"" +
    "}";
```

Ilustración 35: Creación de cadena para ser enviada a un servicio.

En la siguiente imagen se presenta la forma en que se convierte una cadena para poder ser recorrida de manera sencilla con la librería, y se accede a un dato por medio del nombre de la llave.

```
JSONNode informacion = JSON.Parse(respuesta)["data"];
int idLogueo = informacion["idlogueo"];
```

Ilustración 36: Conversión de una cadena para ser utilizada.

A continuación, se muestra de forma conjunta el consumo de un servicio, este se haría de la siguiente manera:

```
string jsonPOST = "{" +
    "\"idtipologueologueo\":" + TiposLogueo.getIdTipoLogueo("Normal") + "," +
    "\"usuariologueo\": \"" + txt_usuario.text + "\"," +
    "\"contrasena\": \"" + txt_password.text + "\"" +
    "}";
string respuesta = ServicioREST.EjecutarOperacion("http://api-usuarios-museal.herokuapp.com/api/logueo", "POST", jsonPOST);
JSONNode informacion = JSON.Parse(respuesta)["data"];
int idLogueo = informacion["idlogueo"];
```

Ilustración 37: Consumo de un servicio.

Visto de forma simplificada este se realiza de la siguiente forma:

1. Se crea la cadena de entrada de ser necesario.
2. Se llama el servicio por medio del nombre del Script, se envía el nombre de la URL, el tipo de operación en este caso “POST” y de ser necesario los datos de entrada.
3. La respuesta se guarda en una variable de tipo String
4. Se crea un objeto de tipo JSONNode, con la información de la cadena en la posición “data”.
5. Se extrae la información necesaria por medio de las llaves.

Capítulo

9

La magia de las cosas está en los detalles, en ver aquello que pocos ven, en conocer aquello que lo compone y entender que todo es cuestión de perspectiva, de cómo cada persona lo ve.
Fuente Autores

Implementación en Realidad Aumentada

9 Implementación de Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada ha estado presente en diversos campos de estudio, uno de ellos ha sido la museografía donde se han visto varios trabajos de museos que buscan realizar esta implementación, para este caso en específico del prototipo de museo en realidad aumentada se ha seleccionado el motor gráfico Unity (que como se vio en el capítulo 6) cuenta con la capacidad de generar proyectos de este tipo para una amplia gama de plataformas y dispositivos.

Al contar con una plataforma de desarrollo como Unity que es ampliamente utilizada por compañías para desarrollar contenido interactivo, se cuenta con una gran variedad en cuestión de extensibilidad la cual se utilizara de desarrollo ya que tiene variedad de API's que permiten explorar las capacidades de los programadores con respecto a esta técnica de visualización.

En este caso se presentarán las diversas herramientas tecnologías que se usan en Unity y aspectos que se tuvieron en cuenta para la generación del prototipo de realidad aumentada.

9.1 Modelo de la implementación

Como parte del objetivo principal el cual fue generar un prototipo a partir de un modelo, se realizó un proceso de descripción de los elementos que se pueden utilizar en el aplicativo, esto basado en la arquitectura anteriormente definida, de tal forma que se agregan los elementos propios de la herramienta (Unity) con el propósito de poder soportar y describir las futuras instancias que se tendrán en el momento de la ejecución del aplicativo.

Unity al ser un motor de juego esta toma como base a los objetos (Object) que están interactuando entre ellos dentro de una escena. De este objeto se generalizan los componentes más importantes que se trabajan como lo son:

- Component: El cual maneja la composición de los objetos dentro del escenario en este caso en cuestión de posición y ubicación sobre el escenario.

- Vuforia: Este es una generalización de Component ya que maneja los objetos que se mostrarán en la aplicación, pero conforme a lo establecido en la configuración de Vuforia.
- GameObject, esto es una parte de los objetos que permite generar contenido, entre esos un lienzo (Canvas) el cual contiene ciertos elementos de tipo GUI o de interfaz gráfica que se utilizan para generar vistas del proyecto.
- MonoBehaviour: es la clase que se usa para poder generar los diversos scripts con los cuales se manejan las funcionalidades en cuestión de conexión y manejo de la información necesaria para la visualización.
- SimpleJson: Es una librería que se usa para el tratamiento de información que se obtiene en formato JSON, necesaria para el manejo del contenido recibido desde las Apis provenientes de los demás sistemas.
- AssetBundles: librería que se requiere para el manejo visual en cuestión de encapsulamiento del contenido gráfico. (para mayor información ver la sección 9.4)

A partir de estos componentes propios de Unity se crearon los diversos scripts que utilizan las características de estos para poder comunicarse y así realizar la función correspondiente.

A continuación, se muestra el diagrama del modelo generado para la realidad aumenta:

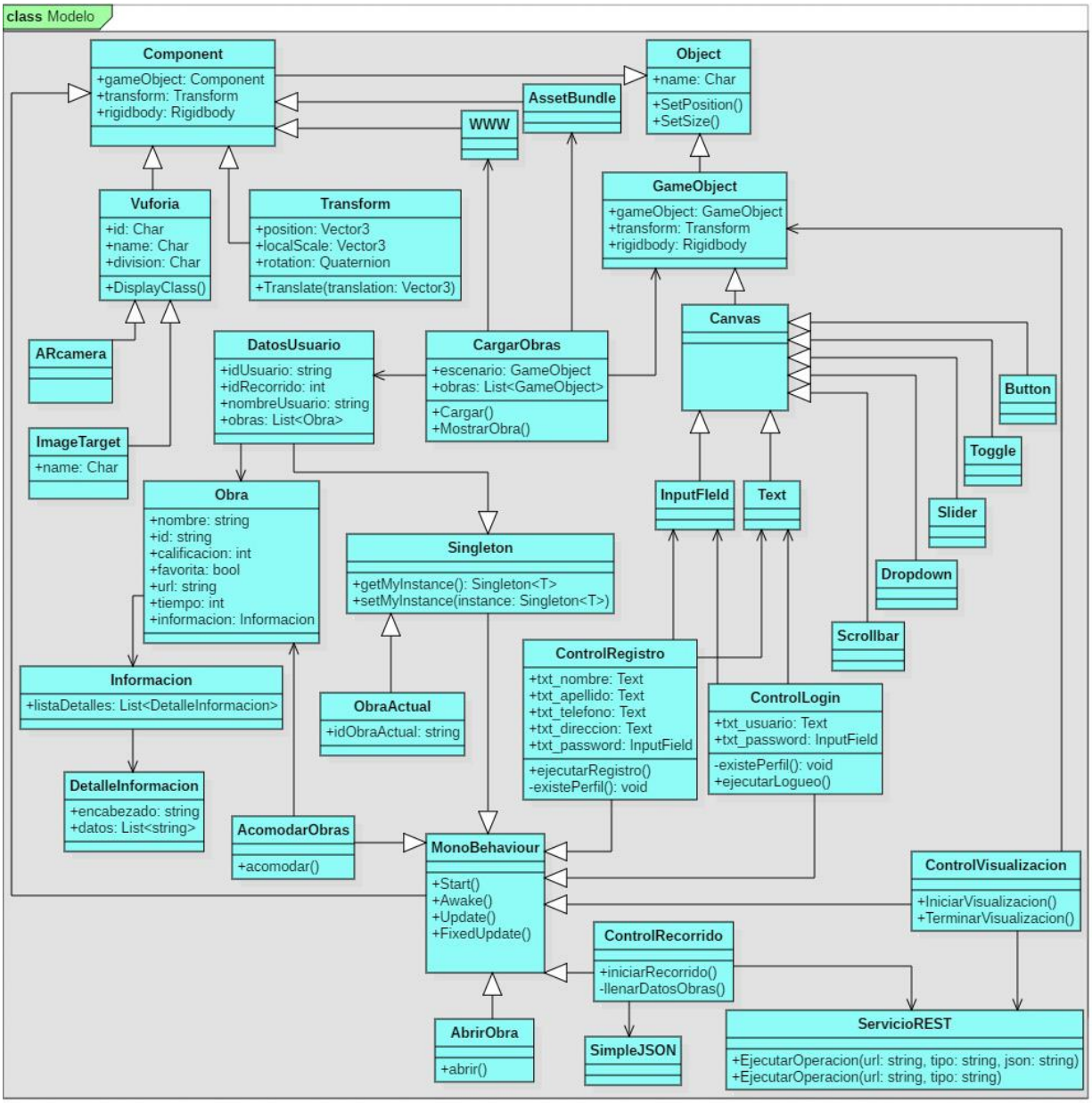


Ilustración 38: Modelo del prototipo en Realidad Aumentada

9.2 Vuforia en Unity

Vuforia es una herramienta o SDK que trabaja en el entorno de Unity y permite el desarrollo de aplicaciones en Realidad aumentada, se basa en el reconocimiento de imágenes planas para la creación de objetos en 3D.

Para hacer uso de esta herramienta se debe descargar el SDK de Vuforia (Se debe tener un usuario registrador), se ingresa a la página de Vuforia (https://developer.vuforia.com/), se ingresa a la opción de Downloads y se descarga la extensión para Unity.



Ilustración 39: Paquete de la extensión de Vuforia para Unity

Para el uso como desarrollador es necesario contar con la licencia, por tal motivo se debe crea una cuenta y posteriormente crear una licencia para la aplicación, en la página de Vuforia se va a la opción de “Develop” y luego en el botón de “Get Development Key”. Posteriormente se registra el proyecto que se va a desarrollar

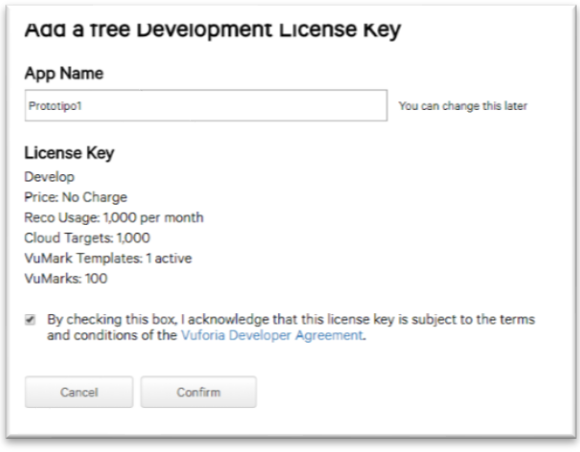


Ilustración 40: Registro de la aplicación en Vuforia.

Se abre el enlace con el nombre del proyecto que se acabó de crear, esto generará un código el cual se utilizará posteriormente para la creación del proyecto en el entorno de Unity, por ello se recomienda guardar el código generado.

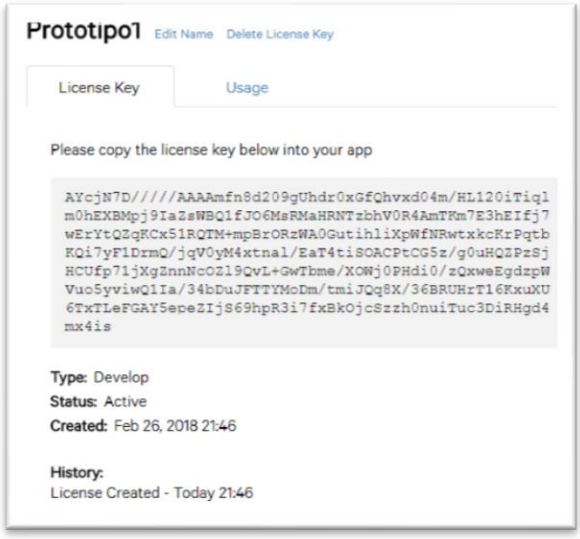


Ilustración 41: Código generado por Vuforia para Unity.

Como Vuforia trabaja con la detección de imágenes para crear los objetos virtuales sobre los objetos reales, lo que se debe hacer es seleccionar una imagen con la cual se trabajará, esta imagen se llamará marcador y será la cual el aplicativo reconocerá para interactuar con él. Esta imagen se ingresa a Vuforia, se va a la opción de "Develop" y luego en el botón de "Target Manager".

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

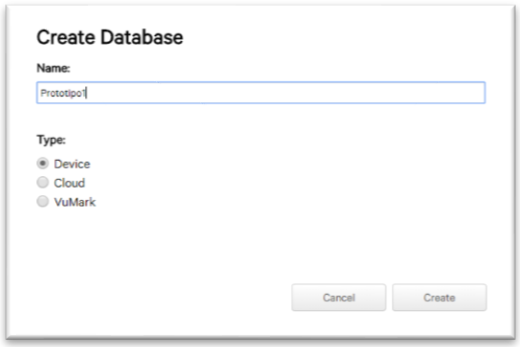


Ilustración 42: Logo de la Universidad Distrital que se usó como marcador para el aplicativo.

Ilustración 43: Creación en la base de datos de Vuforia.

Este marcador se agrega a una base de datos, para ello se da clic en la opción de “Add Database”, y se vincula al proyecto. Se abre el nombre de la aplicación se selecciona la opción de “Add Target”, se busca la imagen que se usará como marcador, se pone un tamaño y un nombre.

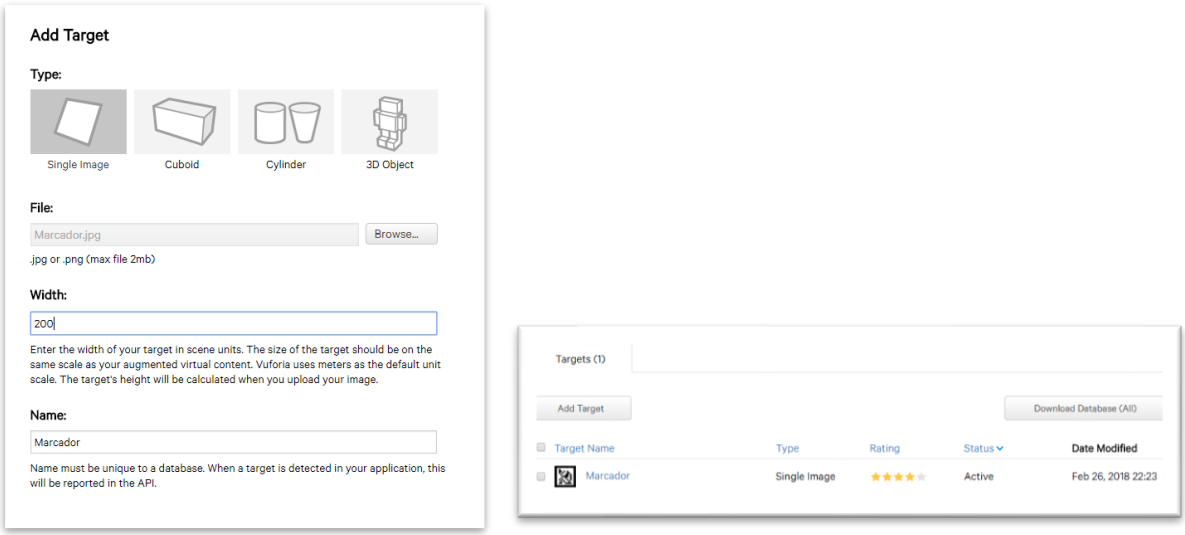


Ilustración 44: Configuración del marcador en Vuforia.

Luego se selecciona la opción de “Download Database”, seleccionando la opción de “Unity Editor” esto con la final de poder descargar ya el paquete que se incorporará en Unity para iniciar el desarrollo del proyecto.

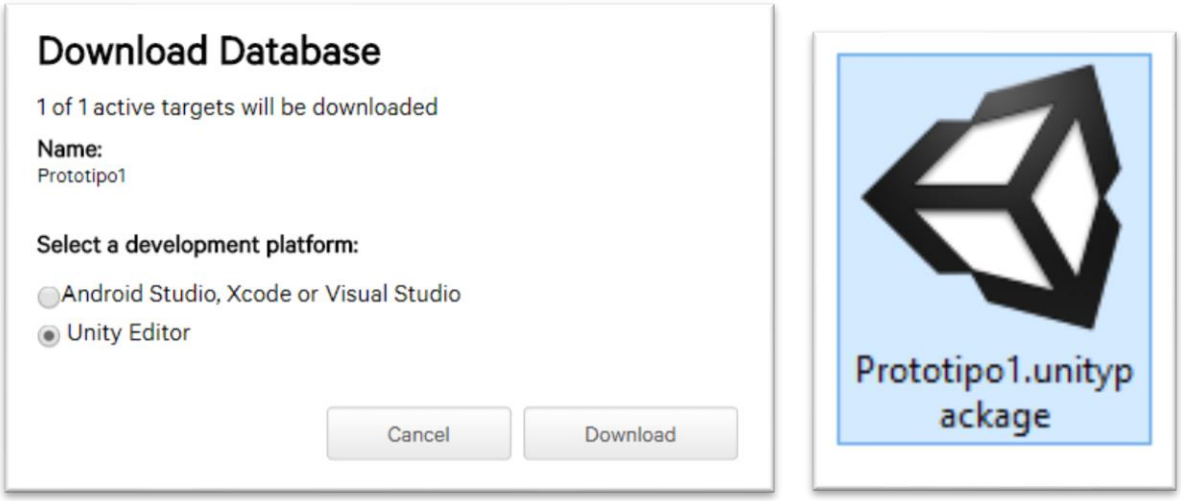


Ilustración 45:Opción de editor de Vuforia y paquete generado.

Ya lista la configuración de Vuforia se procede a iniciar el desarrollo del proyecto en Unity.

9.3 Creación del proyecto

Se abre el entorno de desarrollo de Unity y se crea un nuevo proyecto

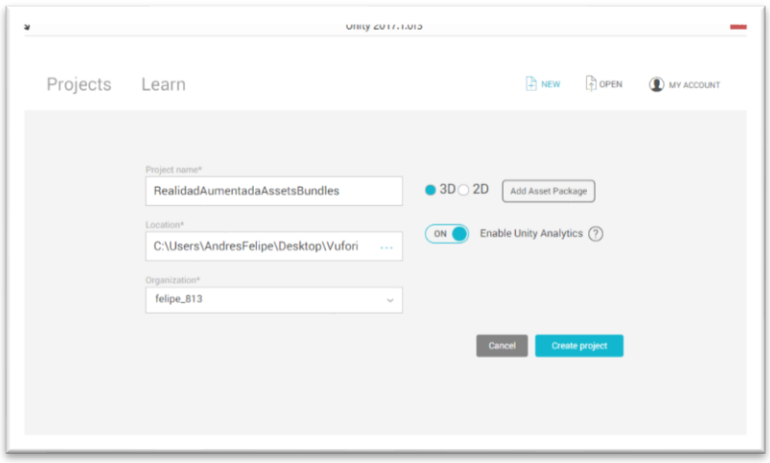


Ilustración 46: Interfaz de inicio de Unity.

Se crea un proyecto el cual viene con una cámara inicial que muestra la vista de un usuario común en un entorno de computador, de este se elimina la cámara principal que viene por defecto, luego se abren los archivos que venían en el paquete de Vuforia en Unity (archivos que se descargados anteriormente).

Primero en el SDK, si hay un cuadro de dialogo elegir la opción de “No”. Cuando se importe correctamente se abre el segundo, el cual se creó con la información del marcador. Se busca en la carpeta *Assets/Vuforia/Prefabs*, los archivos de “ARCamera” e “ImageTarget” y se arrastran al proyecto por separado.



Ilustración 47: Ubicación del ARCamera y el ImageTargen en el proyecto de Unity.

Para el caso del proyecto, el objeto ImageTarget será el que contenga toda la información y multimedia de la obra, por lo que se le cambiará el nombre a “ContenedorObra”. En la parte del inspector de “ARCamera” seleccionar la opción de “Open Vuforia Configuration”

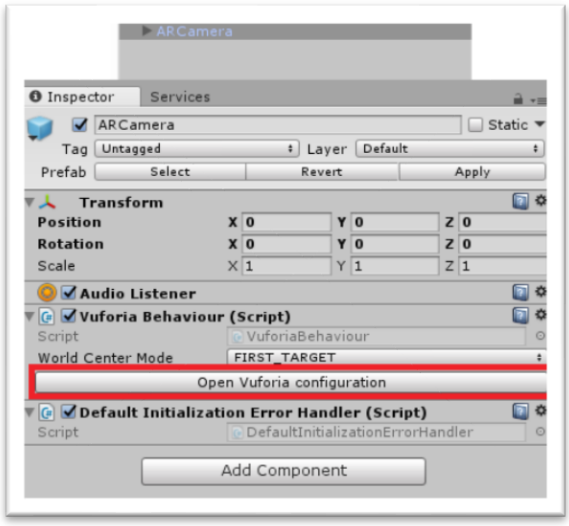


Ilustración 48: Ventana de Open Vuforia Configuration

En la pestaña Datasets se marcan las opciones de “Load (nombre del proyecto) Database” y se activa la opción “Activate”

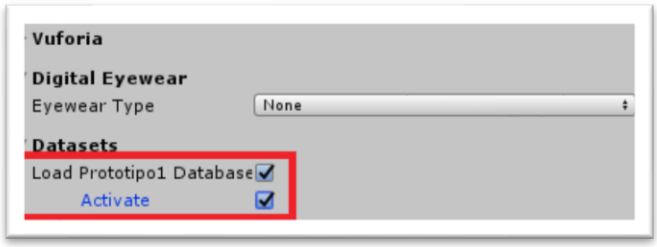


Ilustración 49: Ventana Configuración Datasets

En la pestaña Vuforia, en el campo “App License Key” se coloca el código de licencia obtenido anteriormente cuando se configuró Vuforia.

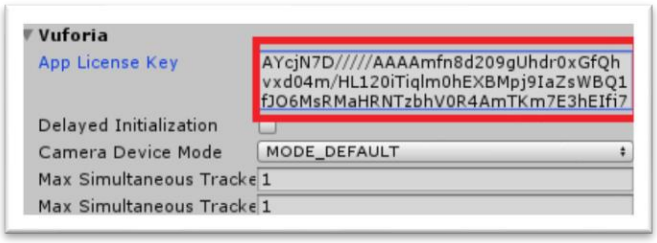


Ilustración 50: Ventana de license Key Vuforia.

En la parte del inspector de “ImageTarget” en la pestaña “Image Target Behaviour”, se seleccionan los campos “Database” e “Image Target”, con los datos del marcador importado.

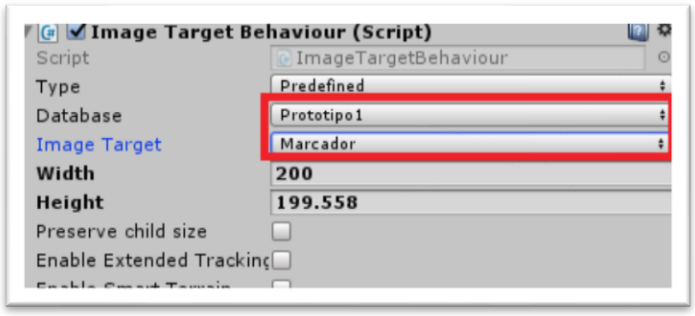


Ilustración 51: Configuración del inspector ImageTarget.

Se selecciona el objeto “Camera” dentro de “ARCamera” y se manipula (traslada) hasta que enfoque el campo de trabajo, igualmente con el objeto “Image Target”.

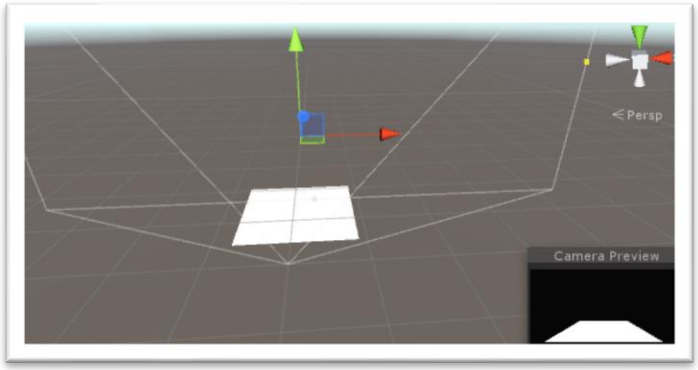


Ilustración 52: Vista del escenario.

Cualquier objeto que se quiera mostrar en realidad aumentada tendrá que estar dentro del “ContenedorObra”

9.4 Asset Bundles

En este apartado se comienza a establecer una configuración esencial para el manejo gráfico del contenido gráfico, para ello se manejó una técnica de encapsulamiento de assets llamado asset bundlets esto con la finalidad de poder comprimir los objetos que se manejan en el aplicativo que se esté desarrollando.

9.4.1 Definición de los AssetBundles

La definición formal es la siguiente:

“*Los AssetBundles son archivos que puedes exportar desde Unity, y que contienen assets de tu preferencia. Estos archivos utilizan un formato de compresión propio y pueden ser descargados por demanda por su aplicación. Esto le permite a usted stream el contenido, como lo son modelos, texturas, audio clips o escenas completas, de manera separada desde la escena que serán utilizados.*
Los AssetBundles han sido diseñados para simplificar la descarga del contenido a su aplicación. Los AssetBundles pueden contener cualquier tipo de asset reconocido por Unity, según lo determine la extensión en el nombre de archivo.
Al trabajar con AssetBundles, el flujo de trabajo típico es:

1. *Construyendo AssetBundles. Los AssetBundles son creados en el editor a partir de los assets en tu escena. El proceso de construcción de AssetBundles está descrito en más detalle en la sección Construcción de AssetBundles*
2. *Subiendo los AssetBundles a un medio de almacenamiento externo. Este paso no involucra al Unity Editor o a alguno otro de los canales de Unity, pero se coloca para mostrar el procedimiento completo. Puedes usar un cliente de FTP para subir tus AssetBundles al servidor de tu preferencia.”*

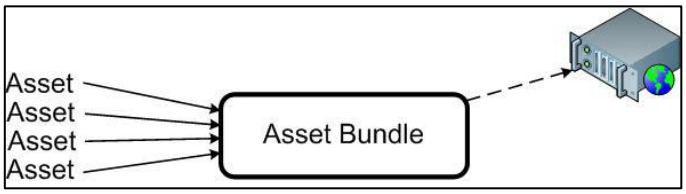


Ilustración 53: Funcionamiento de los AssetBundles.

Fuente https://docs.unity3d.com/es/current/uploads/Main/AssetBundlesBuildPlusUpload.jpg

"En tiempo de ejecución, en el lado de la máquina del usuario, la aplicación cargará los AssetBundles bajo demanda y empleará los assets individuales en cada AssetBundles conforme los vaya necesitando".

1. *Descargando los AssetBundles en tiempo de ejecución desde tu aplicación. Esto se realiza usando scripts dentro de una escena de Unity, y los AssetBundles son cargados bajo demanda desde el servidor.*
2. *Cargando objetos a partir de AssetBundles. Una vez el AssetBundle es descargado, ya puedes acceder a cada asset contenido en el Bundle."* (Unity Documentation, 2016)

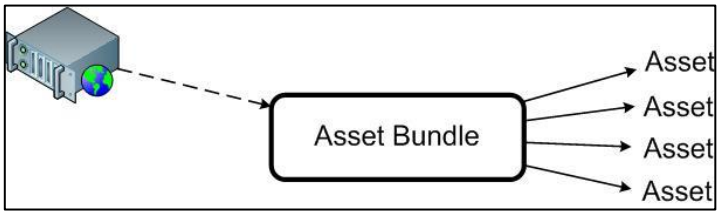


Ilustración 54: Funcionamiento de los AssetBundles del lado del cliente.

Fuente https://docs.unity3d.com/es/current/uploads/Main/AssetBundlesDownloadPlusLoad.jpg

9.4.2 Creación del AssetBundles

Como se mencionó anteriormente, para el proyecto se usó la herramienta "Asset Bundle Browser", esta herramienta es una funcionalidad adicional para la funcionalidad estándar de Unity. Para acceder a él, debe descargarlo de GitHub e instalarlo por separado de la descarga e instalación estándar del editor de Unity.

Esta herramienta permite al usuario ver y editar la configuración de paquetes de activos para su proyecto de Unity. Bloqueará la edición que crearía paquetes no válidos y le informará sobre cualquier problema con los paquetes existentes. También proporciona funcionalidad de compilación básica.

Utilice esta herramienta como alternativa para seleccionar activos y configurar manualmente su paquete de activos en el inspector. Se puede colocar en cualquier proyecto de Unity con una versión de 5.6 o superior. Creará un nuevo elemento de menú en *Ventana* > *AssetBundles* > *Browser*. La configuración del paquete y la

funcionalidad de compilación se dividen en dos pestañas dentro de la nueva ventana. (Unity Documentation, 2018)

Los AssetBundles se usan para encapsular las escenas completas de cada obra, para esto lo que se tiene que hacer es:

Descargar la herramienta “Asset Bundles Browser” de la tienda de Unity, en un proyecto nuevo. Se establecen los parámetros de transformación de la cámara tal cual como se usará en el proyecto donde se importarán.

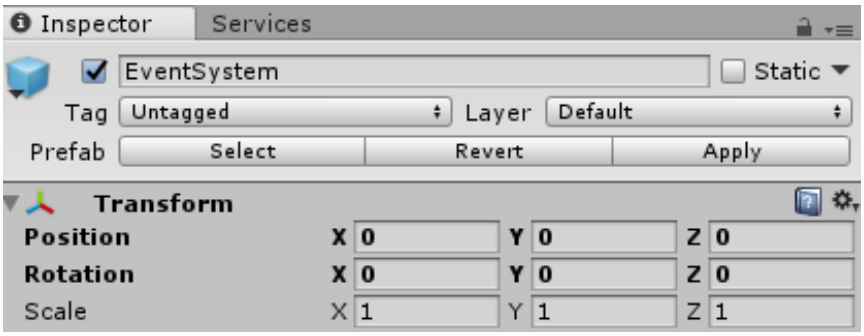


Ilustración 55: Parámetros de transformación de la cámara.

Se crea el escenario que será fijo con los mismos parámetros que estará en el proyecto donde se importarán los assets.

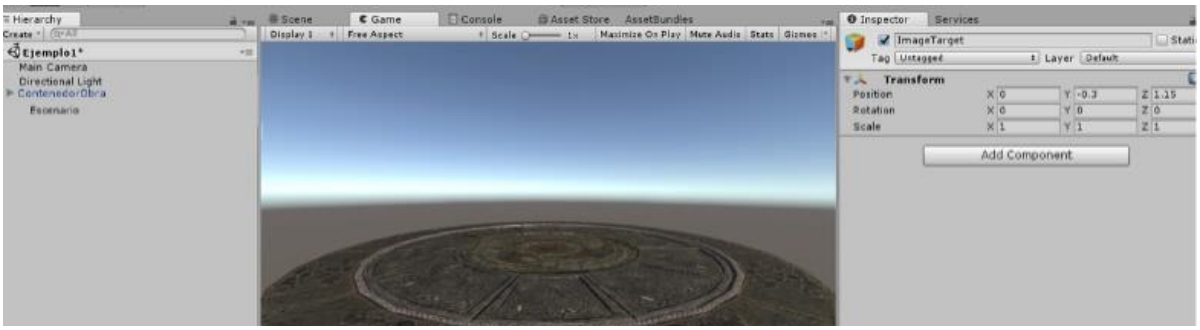


Ilustración 56: Vista del Editor ya configurado.

En el caso del proyecto, todo lo que se mostrará en realidad aumentada estará dentro del objeto “ContenedorObra”. Posteriormente se crea la escena de la obra con todos sus recursos (modelos 3D, audio, etc.), en el caso del proyecto esto estará dentro de un objeto que se llamara “presentacionObra”.



Ilustración 57: Vista del primer prototipo con una obra.

Cuando se termine la escena, se arrastra el objeto “presentacionObra” a la sección de Assets (Este debe estar fuera del objeto ImageTarget al arrastrarlo).

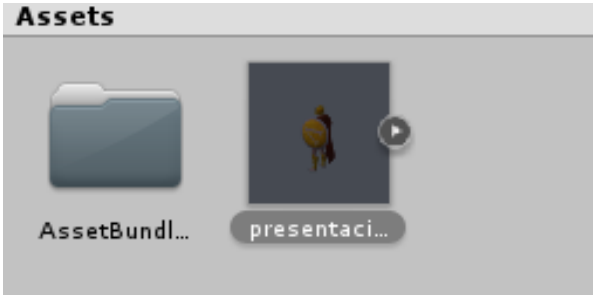


Ilustración 58: Vista del objeto fuera del “ImageTarget”

Para agregar los assets Bundle’s se ingresa a la pestaña “Window” se selecciona la opción “AssetBundle Browser”, en el cuadro que se abre se crea un nuevo “bundle” con el clic izquierdo, se le asigna un nombre.

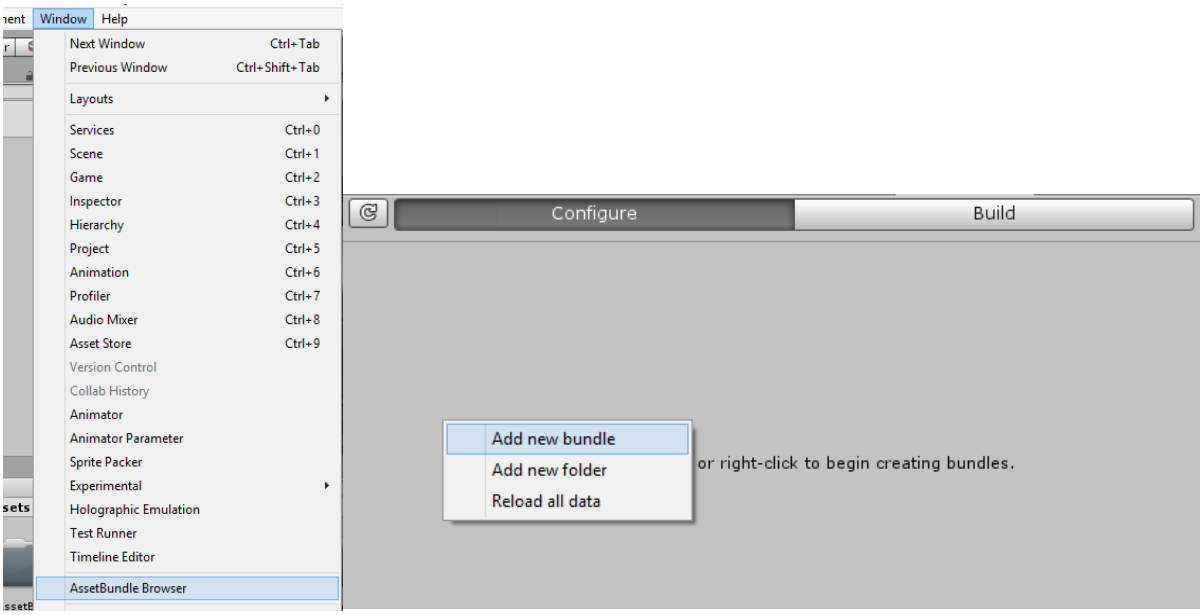


Ilustración 59: Primer paso para agregar Asset bundle.

De la sección de “Assets” se arrastra el assets creado a la parte derecha.

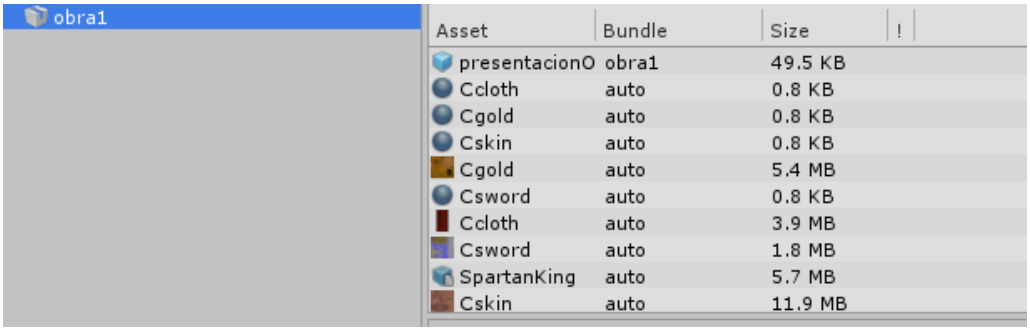


Ilustración 60: Agregar el asset al proyecto.

Se abre la pestaña de “Build”, luego se coloca en el directorio donde se quiere que quede ubicado el assets y se selecciona la opción de “Build” así como se muestra en la siguiente imagen.

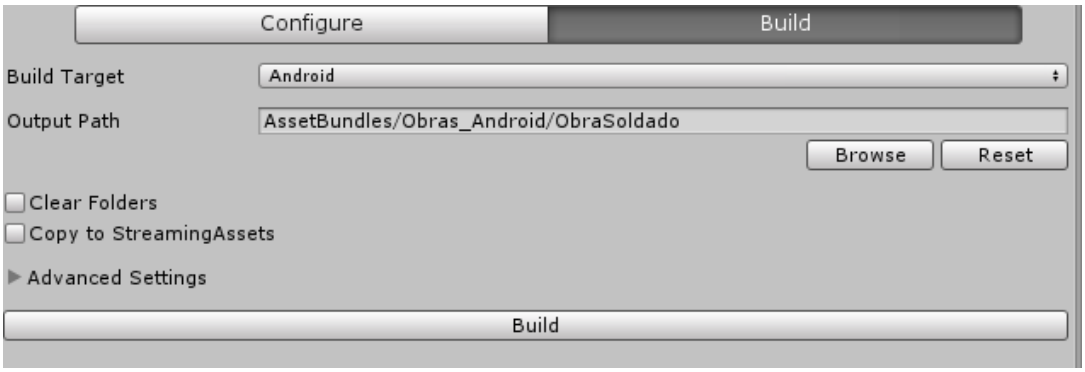


Ilustración 61: Ubicación del Asset en el proyecto.

Como resultado se crean cuatro archivos, el primero será el que se llamará en el proyecto donde se usara el asset, recordar que para uso en móvil del proyecto la opción de “Build Target” debe estar en “Android”.

obra1	27/02/2018 7:51 p....	Archivo	482 KB
obra1.manifest	27/02/2018 7:51 p....	Archivo MANIFEST	1 KB
ObraEsqueletoCorregido	27/02/2018 7:51 p....	Archivo	1 KB
ObraEsqueletoCorregido.manifest	27/02/2018 7:51 p....	Archivo MANIFEST	1 KB

Ilustración 62: Archivos Creados por el asset bundle.

Para llamar un AssetBundles en un proyecto nuevo se usa el siguiente fragmento de código:

```
//Direccion de donde se encuentra la obra
string url="files.000webhost.com/Obras/ObraSoldado/obra1"
WWW www = new WWW (url);
while (!www.isDone){}
obra = www.assetBundle;
// Se carga el objeto presentacionObra del asset
GameObject Mya = obra.LoadAsset ("presentacionObra") as GameObject;
// Se instancia el contenido como un objeto
obraPresentada=Instantiate (Mya);
// Se busca el objeto bajo el nombre ImageTarget de la escena
GameObject imageTarget = GameObject.Find ("ImageTarget");
// Se hace que el objeto obraPresentada sea parte del objeto ImageTarget
obraPresentada.transform.parent = imageTarget.transform;
```

Ilustración 63: Código para llamar un Asset bundle.

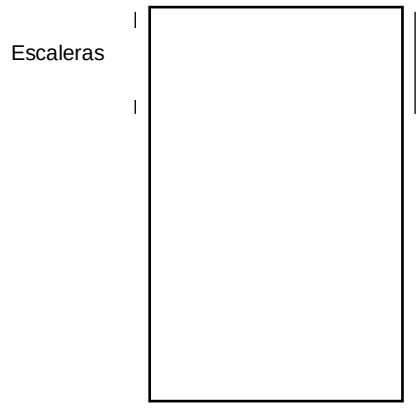
9.5 Distribución de las obras en el escenario

En esta sección se establece un aspecto importante para ambos prototipos el cual es la forma en que se realizará la distribución de las obras sobre el escenario que se diseñó. En el aplicativo se decidió mostrar por recorrido máximo de diez obras, entre pinturas y esculturas, esto con la finalidad de no generar un recorrido extenso, y que las obras fueran bien distribuidas en el espacio que cuenta el escenario. También con la idea de que un recorrido se puede ir haciendo poco a poco, de esta manera en general y teóricamente en el museo existirán entre una y diez obras por ejecución del aplicativo, aunque el sistema recomendador y las configuraciones hagan que la cantidad de obras a visualizar en un recorrido esté entre cinco y diez obras.

Teniendo en cuenta que la cantidad y tipo de obras, se creó un algoritmo para acomodar estas en todos los casos posibles.

El escenario con el que se va a trabajar tiene dos pisos con igual área para acomodar obras de la siguiente manera:

Piso 1:



Piso 2:

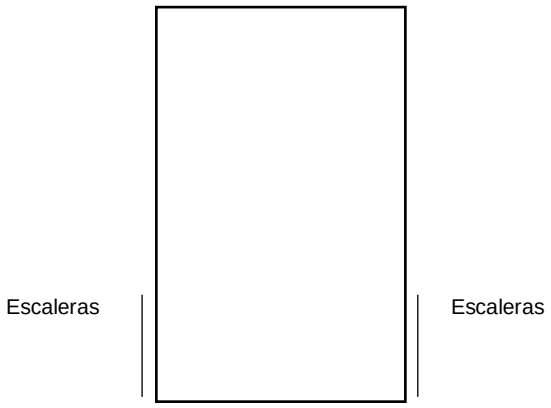


Ilustración 64: Vista de los pisos del escenario.

Teniendo en cuenta que se manejan pintura y esculturas (dos tipos de obras) se establecen los posibles casos de distribución que puede haber entre ellas, para así poder realizar el algoritmo.

Cantidad pinturas	Primer piso	Segundo piso	Cantidad esculturas	Primer piso	Segundo piso
1	0	1	**1**	1	0
2	1	1	**2**	1	1
3	1	2	**3**	2	1
4	2	2	**4**	2	2
5	2	3	**5**	3	2
6	3	3	**6**	3	3
7	3	4	**7**	4	3
8	4	4	**8**	4	4
9	4	5	**9**	5	4

Tabla 24: Posibles pinturas y esculturas por piso.

De acuerdo con la cantidad las obras se acomodarán por piso de la siguiente manera:

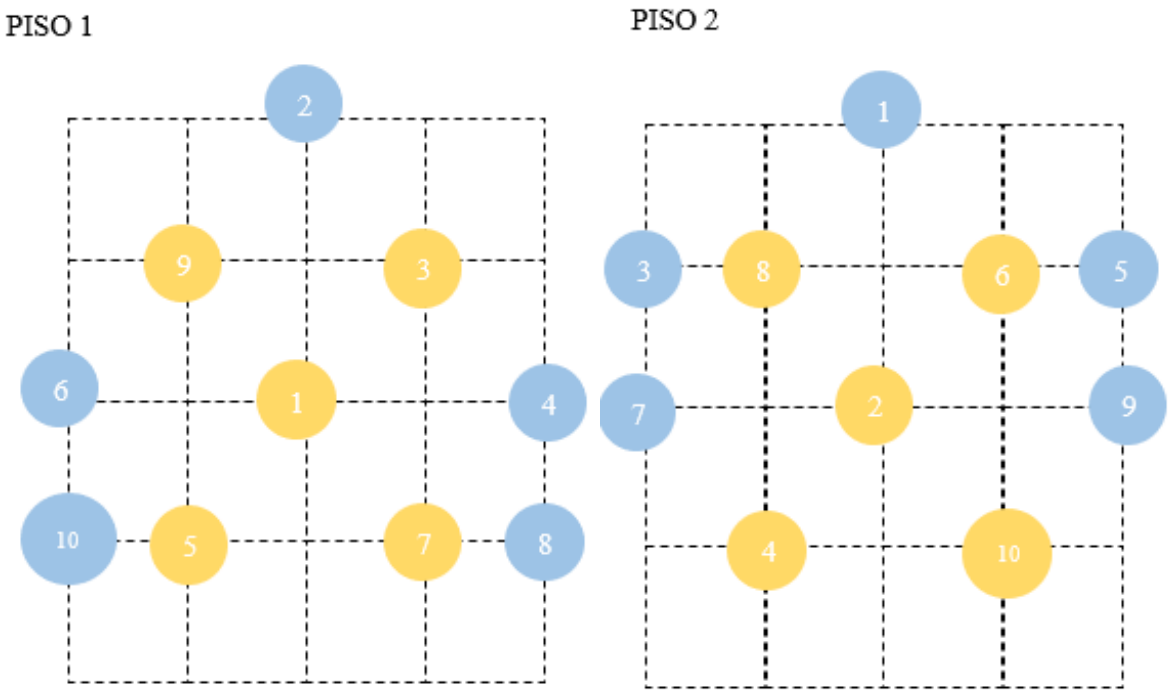


Ilustración 65: Distribución de esculturas y pinturas en cada piso del escenario.



Ilustración 66: Leyenda de pinturas y esculturas.

*Nota: **n** corresponde al número de obras de ese tipo.*

9.6 Exportación y subida a la Play Store

Este es otro aspecto que para ambos prototipos es igual y es fundamental con la finalidad de poder distribuirla y realizar las pruebas con los demás sistemas ya que los demás sistemas deben conocer cómo funciona la aplicación y esta forma de distribución es eficaz. La aplicación al ser desarrollada para dispositivos móviles y recordando que se estableció como foco el sistema operativos Android, se debe subir a la tienda oficial la cual es la PlayStore de Google.

Nota: Para poder publicar la aplicación que se generó se debe firmar en Unity en modo de lanzamiento antes de ser compilada.

Se debe contar con la cuenta de desarrollador en Google Play Console, esta usualmente tiene un costo, luego de ser adquirida, se entra a la página de Google Play Console y se genera un nuevo proyecto.

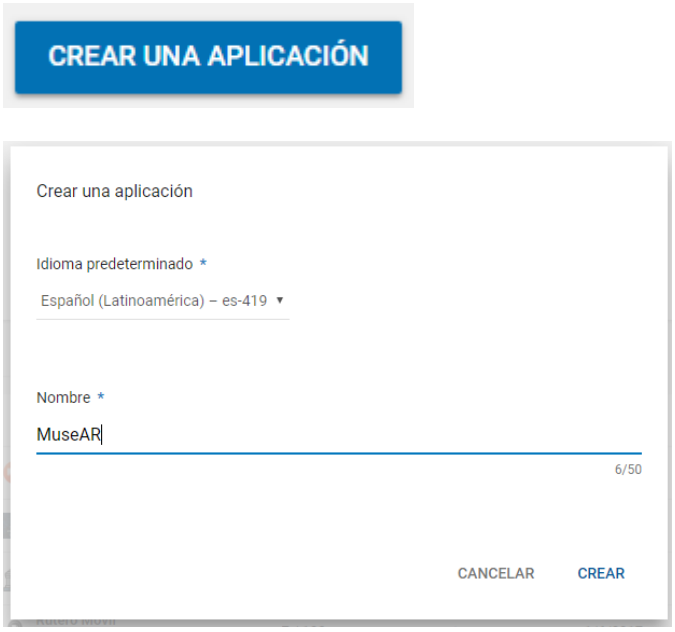


Ilustración 67: creación de una app en la Play Store.

Se debe cumplir con los tres requisitos básicos para poder ser lanzada, estos son:

- Versiones de la aplicación: Sección donde se agregan las diversas versiones que se tienen de un proyecto (Alpha, beta, etc.).
- Ficha de la Play Store: Sección donde se configura como se verá la aplicación en la Play Store, aquí se agrega la información imágenes y videos que se mostrará para las personas que quieran conocer más de la aplicación en la tienda.
- Clasificación de contenido: Sección donde se clasifica la aplicación en cuestión del contenido que se maneja en ella, esto con el propósito de que se distribuya para un público adecuado en la Play Store.

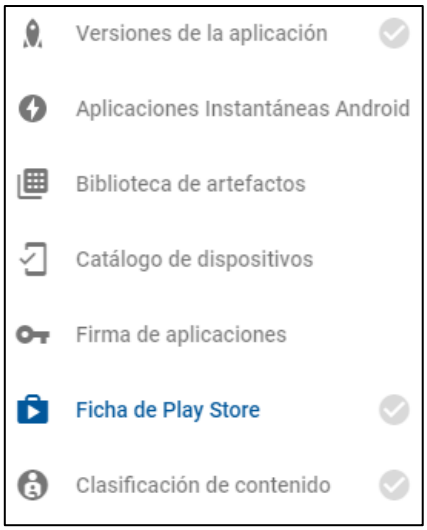


Ilustración 68: Secciones de la configuración de una nueva aplicación.

En Versiones de la aplicación es donde se realiza la subida de la aplicación allí se debe dirigir a la sección de “Producción” para lanzarla

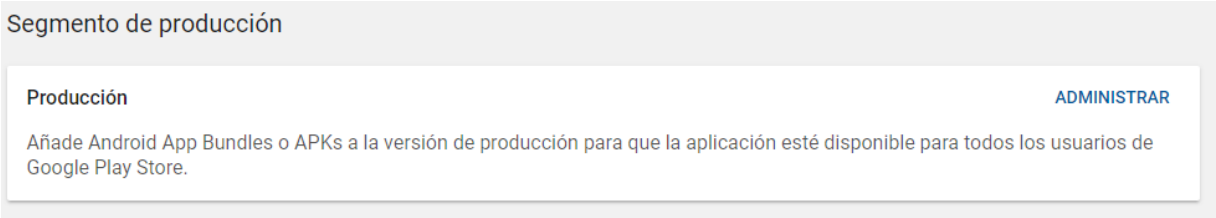


Ilustración 69: Segmento de producción de una aplicación

Se debe subir y cumplir con los requisitos que se exige por Google Console para poder ser lanzada, estos pueden variar en cuestión de SDK's que se usaron para la aplicación, en cuestión de permisos, etc.



Ilustración 70: Ventana para agregar una apk.

Una vez completado cada uno de los requerimientos, esta es publicada, puede demorar varias horas hasta que Google la coloque en la tienda y sea lanzada para que se pueda ver en la tienda de aplicaciones de Google.

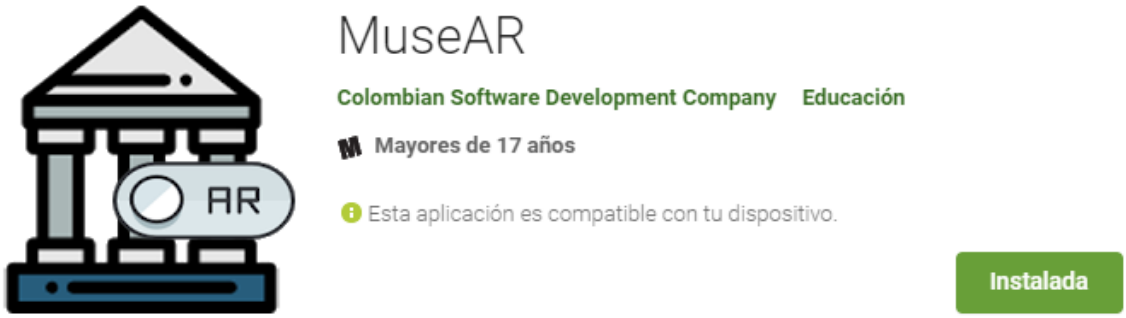


Ilustración 71: Aplicación MuseAR en la Play Store.

9.7 Aplicación en funcionamiento

En esta sección se mostrará el funcionamiento de la aplicación como una guía para las personas que inicialmente no saben cómo poder hacer uso de ella.

Cuando se ingresa a la aplicación Se dan dos opciones: Registrarse e Iniciar Sesión

9.7.1 Registro

En esta sección la persona debe introducir los datos necesarios para poder acceder al contenido, esta información será utilizada por el sistema recomendador para posteriormente asignar las recomendaciones en cuestión de recorridos. La información solicitada se puede ver en la siguiente imagen.



Ilustración 72: Formulario de Registro

Después de que se registra se crea un recorrido inicial predeterminado.

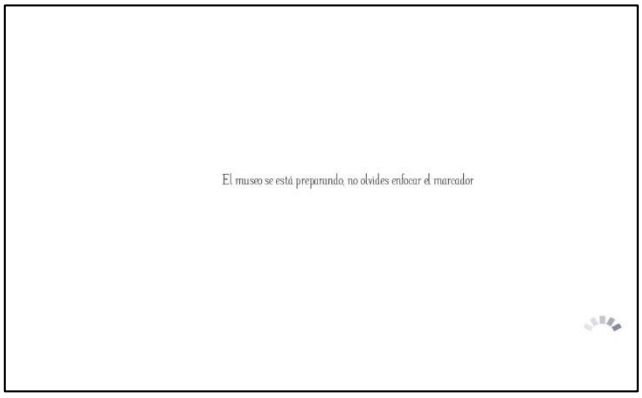


Ilustración 73: Pantalla de carga de un recorrido.

9.7.2 Inicio de Sesión

Si ya se cuenta con un registro en el sistema se ingresan los datos correspondientes, esto será una cuenta de tipo “Normal”.



Ilustración 74: Formulario de Ingreso

Al ingresa a la aplicación se procede mostrar el menú de inicio donde aparecen los tipos de recorridos, y las opciones de registrar preferencias.

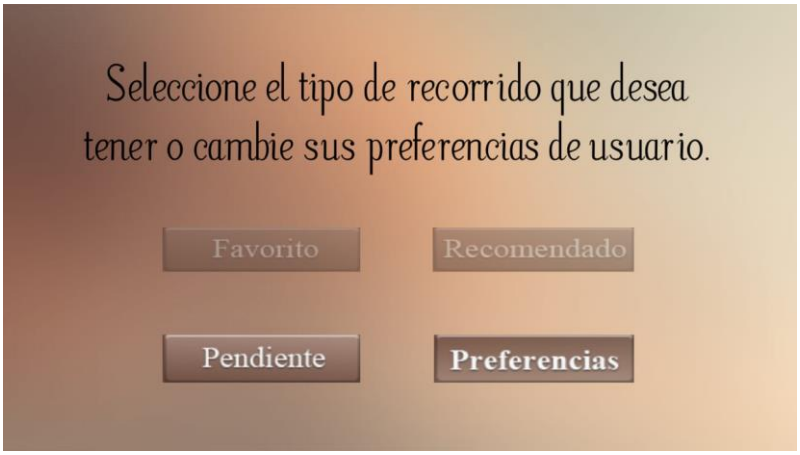


Ilustración 75: Menú principal de a aplicación.

Si se tiene un recorrido pendiente se procede a bloquear las otras opciones de recorrido, de igual manera si no hay ningún recorrido pendiente esta opción estará deshabilitada.

Allí se encuentra una opción llamada “Preferencias” allí es donde el visitante podrá hacer el registro y configuración de las preferencias que quiere manejar para sus futuros recorridos. En esta pantalla se muestran los aspectos establecidos en los requerimientos sobre todo los movimientos y técnicas de las obras que se tienen en el sistema de base de datos.



Ilustración 76: Pantalla de configuración de preferencias.

Al seleccionar algún recorrido se pasa a dar una bienvenida al visitante para que comience con el recorrido.



Ilustración 77: Pantalla de bienvenida

Para mostrar el museo se tiene un “Loader” el cual lo que realiza es la descarga del contenido ya sea modelos 3D o Imágenes desde la base de datos multimedial mientras muestra una serie de imágenes con las respectivas recomendaciones de uso de la aplicación.



Ilustración 78: Vista del "Loader".

Se debe contar con el marcador que se estableció al principio del proyecto y que se encuentra en la descripción en la Play Store, este se recomienda colocarlo sobre una superficie horizontal para que la interacción sea lo más agradable posible.

Si el marcador no está siendo enfocado por la aplicación aparecerá la siguiente pantalla.

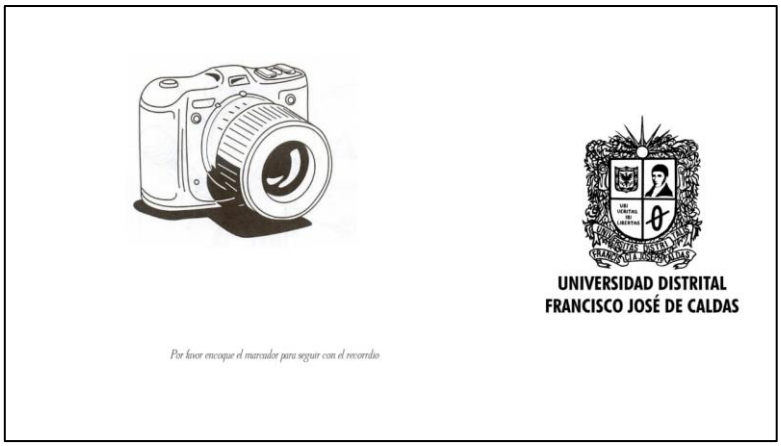


Ilustración 79: Pantalla de espera al marcador.

Cuando se enfoca aparecerá el museo en realidad aumentada con el recorrido predeterminado, este museo se genera a partir de la escala del marcador, de tal forma que si el marcador es pequeño el museo se ve reducido y así sucesivamente con el tamaño.



Ilustración 80: Vista del museo en Realidad Aumentada.

EN cuestión de navegabilidad lo que se debe realizar es dar un toque a donde el visitante quiere que el personaje se mueva, de tal forma en que si se acerca a una obra esta obra se mostrará.



Ilustración 81: Personaje en el escenario.

Al entrar en contacto con una obra se mostrarán estas opciones:



Ilustración 82: Opciones al ingresar a una obra.

Si se oprime “Regresar al Museo” se vuelve a la vista del museo en realidad aumentada, pero si se oprime “Ver Obra” se mostrará la obra en realidad aumentada junto un marco de opciones donde se puede ver la información de dicha obra, y otras opciones para el manejo de la obra.



Ilustración 83: Vista de una pintura en realidad Aumentada.

Si se oprime en el icono de información “*i*” se despliega la información que está guardada en la base de datos correspondiente a la obra.

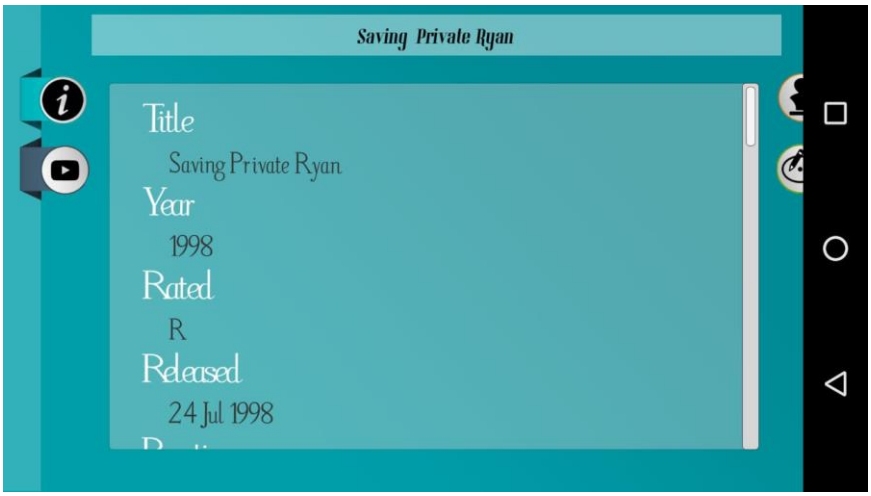


Ilustración 84: Vista de la información de una obra.

Se debe calificar cada obra para poder finalizar un recorrido ya que esto permite establecer preferencias para el sistema recomendador, adicionalmente se puede agregar a favoritos, esta opción no es obligatoria.

Capítulo

10

Nada como cerrar los ojos y abrir la mirada, perder los miedos y encontrar la calma, sentir que en un segundo pasan mil años, mientras estás en tu realidad, soñando.

Fuente: Autores.

Implementación en Realidad Virtual

10 Implementación en Realidad Virtual

A partir de la idea de un desarrollo el cual fuera escalable y con una arquitectura bien definida sobre una misma herramienta que cuenta con múltiples capacidades para el manejo de extensiones, la implementación de la realidad Virtual se basa en gran parte del proyecto de realidad aumentada ya que de ahí se rescatan la mayor parte de los aspectos esto debido a que son aspectos, elementos, conexiones y configuraciones que son comunes entre los dos proyectos.

Por lo anterior en este capítulo se muestra como basado en el Core del proyecto de realidad aumentada se puede implementar la realidad virtual, esto teniendo en cuenta ciertos cambios a nivel gráfico y de navegabilidad, además del uso de las extensiones necesarias para esta técnica de visualización.

10.1 Modelo de la implementación

A partir del modelo que se planteó para la realidad aumentada se generó un modelo de realidad Virtual, el cual, en su mayoría conforma el Core del proyecto y su cambio solo depende de la infraestructura de visualización como en el entorno sobre el cual se va a presentar.

A continuación, se presenta el modelo para realidad virtual el cual se diferencia del modelo de realidad aumentada en el manejo del componente de Google Cardboard, de esta forma se evidencia como el desarrollo de un modelo, la elección de la herramienta, la generalización de los objetos y elementos que se manejan en el proyecto sirvió para que el proyecto fuera escalable a otras técnicas de visualización a partir de cambios en componentes muy específicos mas no en la estructura como tal del prototipo.

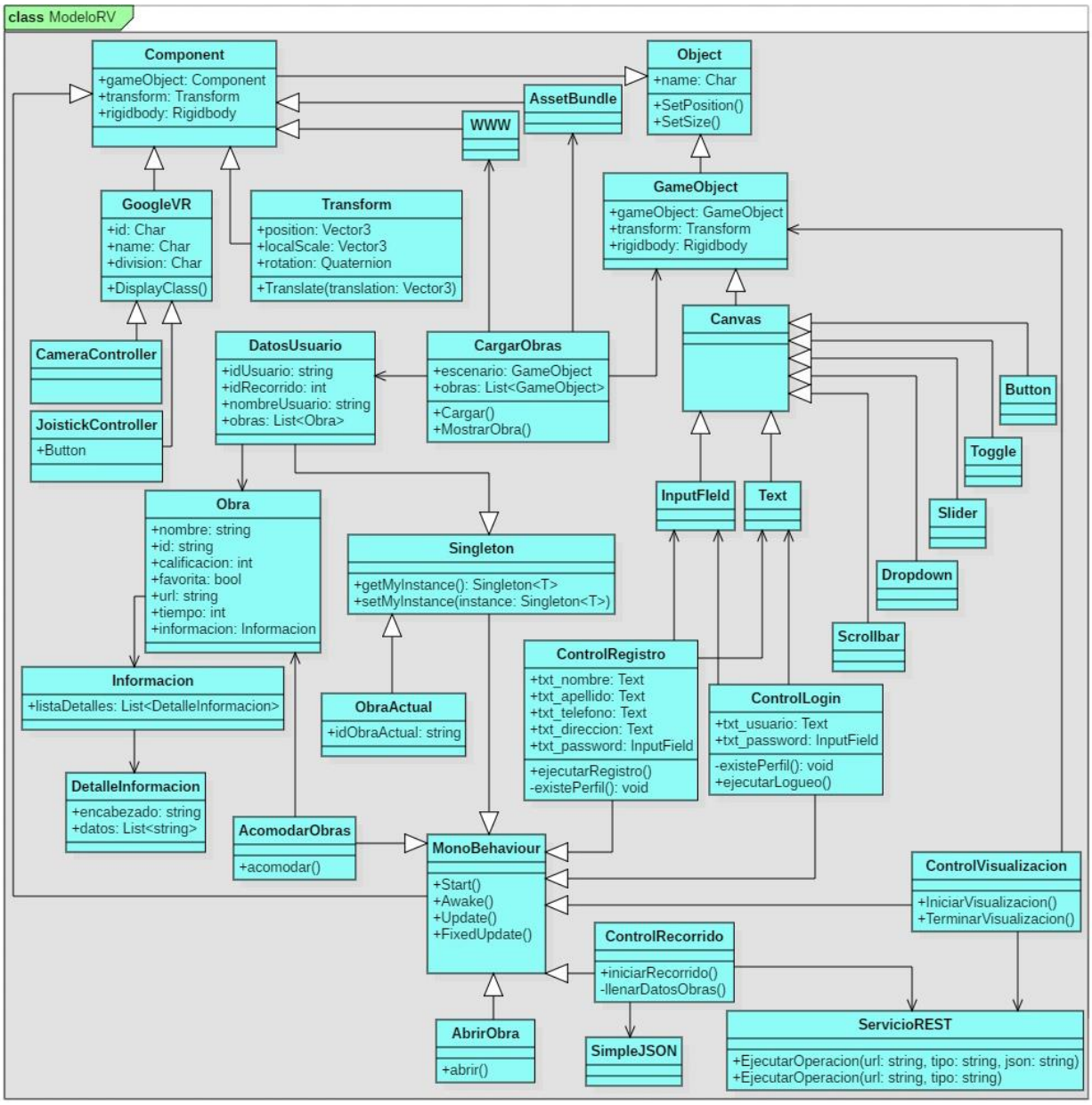


Ilustración 85: Modelo del prototipo en Realidad Virtual

10.2 Google CardBoard

Es la infraestructura que se utiliza para el manejo de la realidad aumentada en Unity, este se enfoca en generar aplicaciones específicas para dispositivos móviles y que se puedan utilizar con cualquier visor de realidad virtual que este pueda soportar un dispositivo móvil celular.

Para hacer uso de este se debe descargar el SDK El cual contiene las librerías necesarias para el manejo de la realidad virtual en Unity, esta se descarga del siguiente enlace: https://developers.google.com/vr/develop/unity/download , esta descarga generará un paquete que se debe importar a Unity para el manejo de la realidad aumentada.

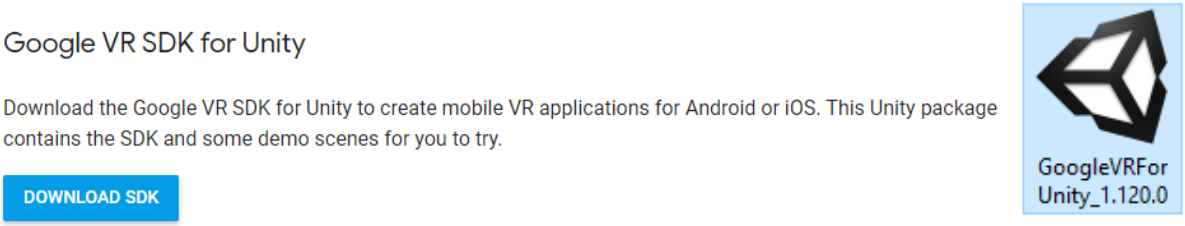


Ilustración 86: Descarga de Cardboard

Se importa el paquete que aparecerá en la pestaña de Assets de donde se podrá obtener y hacer uso de las librerías.

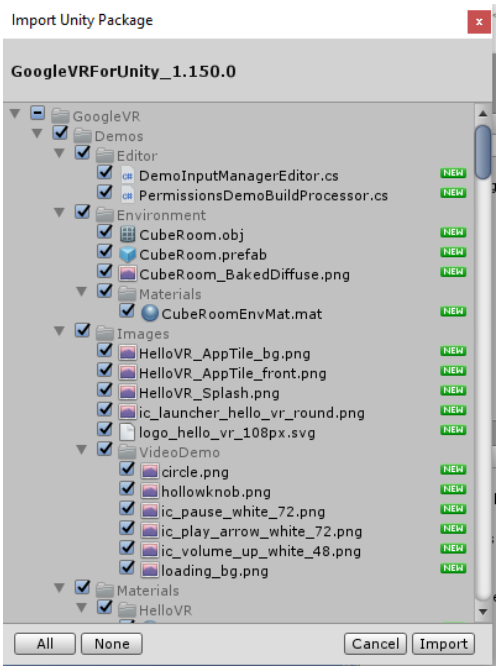


Ilustración 87: Contenido del paquete de GoogleVR.

Cuando se importa se crea una carpeta llamada “GoogleVR”, se procede a alistar el escenario donde se quiere hacer la navegación por medio de la realidad virtual.

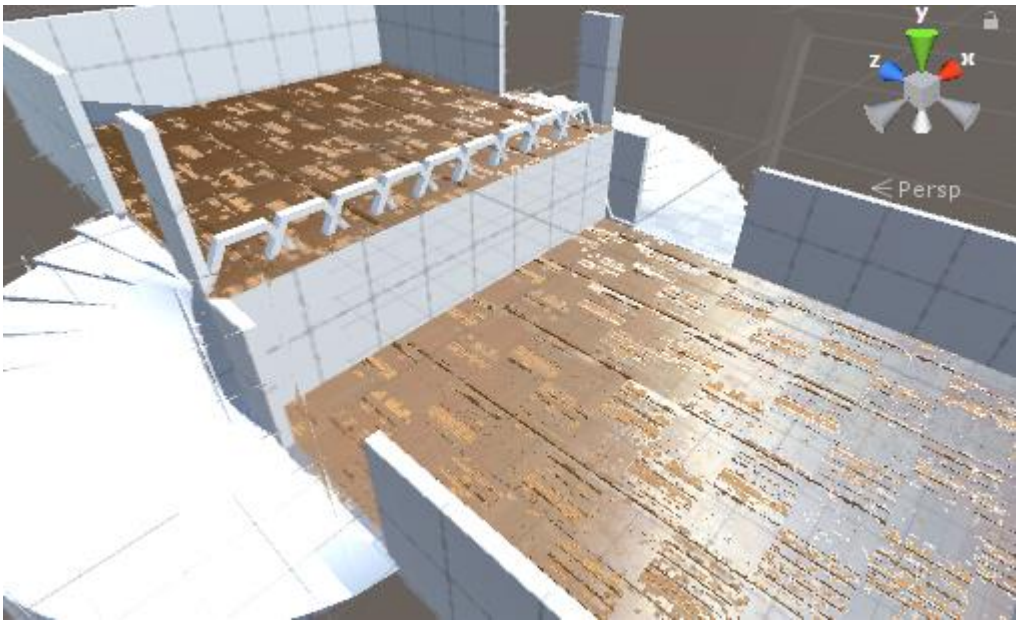


Ilustración 88: Escenario en el cual se va a mover la persona.

Ahora, se manipula la cámara para trabajar con realidad virtual, se crea un objeto en blanco y se nombra como “Avatar”, se cambian los parámetros de la cámara de esta manera:

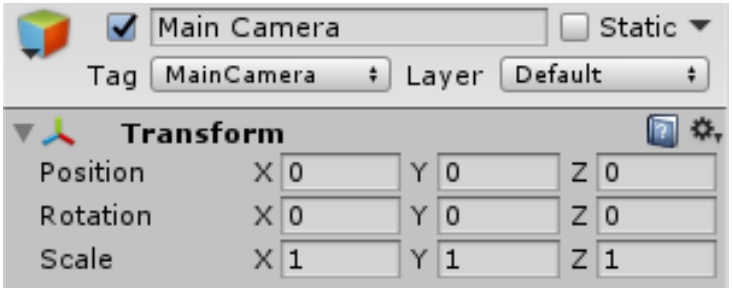


Ilustración 89: Ubicación del Main Camera.

Se cambia la posición de la cámara dentro del proyecto para que quede como un objeto hija del objeto “Avatar” creado anteriormente:



Ilustración 90: Visualización del "Main Camera" dentro del objeto "Avatar"

Esto se realiza con la finalidad de manejar la cámara principal a partir del objeto “Avatar” ya que, cuando se quiera cambiar de posición la cámara dentro del escenario,

se manipulará el objeto “Avatar” y no el de la cámara, lo cual facilitará la visualización de la realidad virtual.

Se procede a importar los objetos prefabricados que permitirán hacer la navegación por medio de realidad virtual, para esto se crea un objeto nuevo que tendrá el nombre de “VR” y dentro de este se crearan dichos objetos; estos son:

- GvrEditorEmulator
- GvrControllerMain

Estos dos elementos permiten hacer una navegación en primera persona moviendo la cámara al antojo del usuario.



Ilustración 91: Escenario en primera persona.

El siguiente objeto prefabricado a importar es “GvrEventSystem”, el cual permitirá interactuar con los objetos que se tiene alrededor, junto con este se debe importar el “GvrReticlePointer”, es importante tener en cuenta que este tendrá que ser hijo de la cámara principal, y por último se debe agregar un script a dicha cámara, este se llama “GvrPointerPhysicsRaycaster”, este para que se genere un evento especifico al estar en línea de visión a la distancia correcta de algún objeto preparado anteriormente.

En resumen, los cambios anteriores se verán reflejados en el panel de la escena de la siguiente manera:



Ilustración 92: Estructura jerárquica de los elementos necesarios para la visualización en realidad virtual.

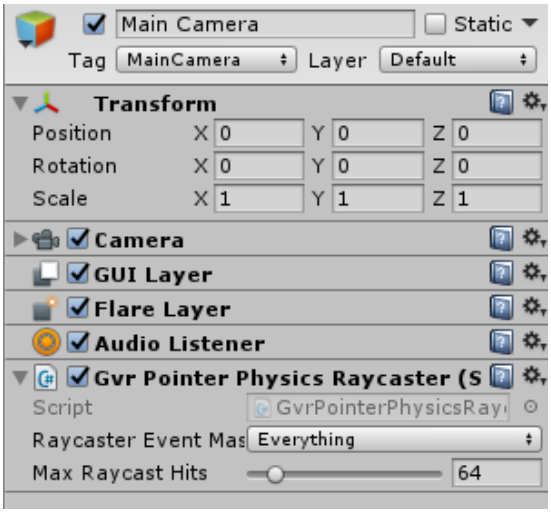


Ilustración 93: "Gvr Pointer PhysicsRaycaster" en el "Main Camera".

En escena se podrá ver de la siguiente manera con los ajustes anteriormente realizados:



Ilustración 94: Vista en primera persona con la Realidad Virtual.

Como se puede observar en la mitad de la imagen anterior se encuentra un punto, el cual servirá como puente de interacción entre el visitante y los objetos en el escenario.

Para preparar un objeto que pueda interactuar se tiene que agregar un elemento llamado “Event Trigger”.



Ilustración 95: Objeto Event Trigger.

Luego se añade un nuevo evento de tipo “PointerClick”.

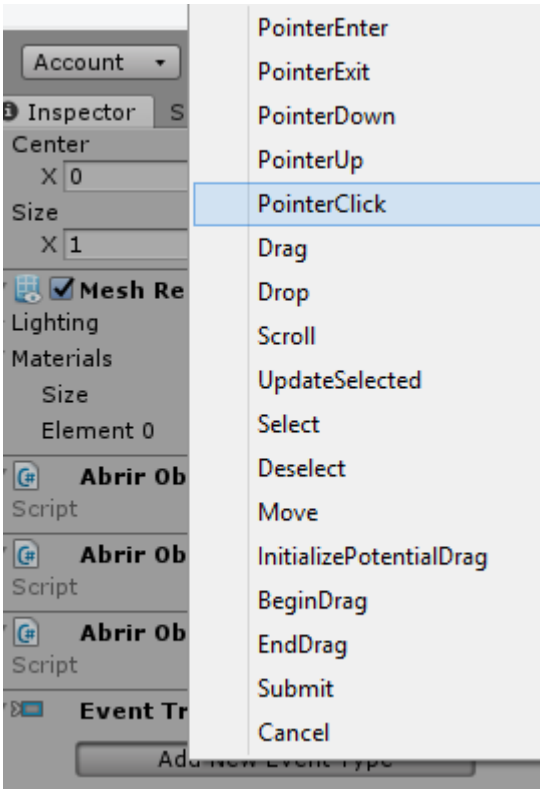


Ilustración 96: Agregación del "PointerClick" al "Event Trigger"

Luego se selecciona el objeto con el que se va a interactuar y que adicionalmente tiene asociada la función a realizar, y se procede a buscar esta para asociarla al evento, de tal manera que el punto blanco interactúe con el objeto seleccionado.

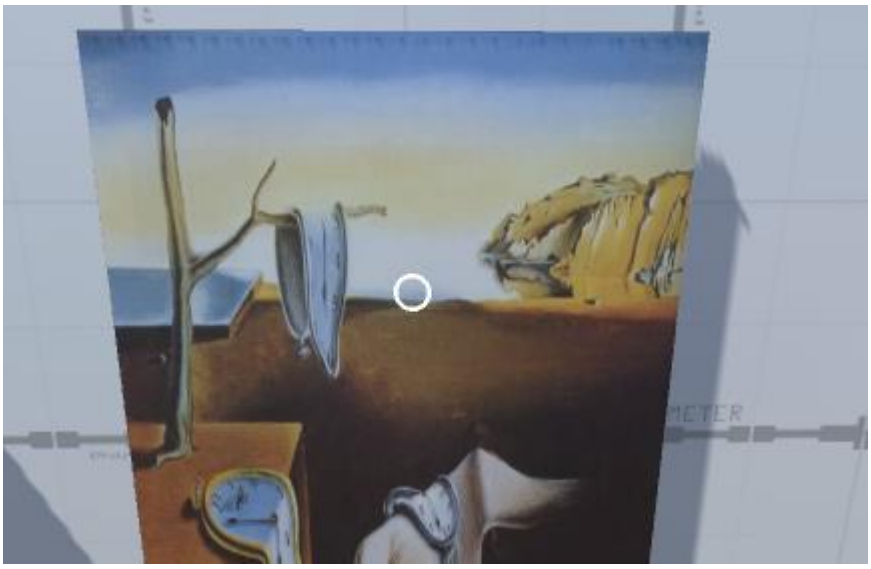


Ilustración 97: Cambio del apuntador cuando se selecciona un objeto.

Se puede observar que en escena ahora el punto cambiara cuando se entre en línea de visión con un objeto a partir de la configuración anterior.

10.3 Canvas en VR

Un componente que se utiliza en la arquitectura es el canvas ya que se usa para presentar información y para la navegabilidad inicial hasta el inicio del recorrido en forma de menús, opciones, pantallas de carga y ajustes; estos se manejan para la realidad virtual de una forma diferente a la de realidad aumentada ya que en esta es necesario presentar dichas pantallas de interacción en una forma más amplia por eso se cambiaron a un modo “Screen Space - Overlay” , el cual permitía que este se situara sobre toda la pantalla:



Ilustración 98: Cambio en la presentación de los canvas.

Posteriormente para adaptar los canvas en realidad virtual se usa el modo “World Space”, el cual permite hacer que el canvas actúe como un objeto 3D que se puede ubicar en donde se necesite dentro del escenario virtual, esto debido a que antes este

se comportaba de forma fija para el proyecto de realidad aumentada, ahora solo se enfocara en pantalla cuando la cámara apunte a este.

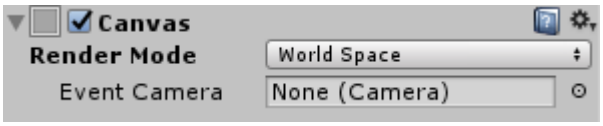


Ilustración 99: Ajuste del canvas para la Realidad Virtual.

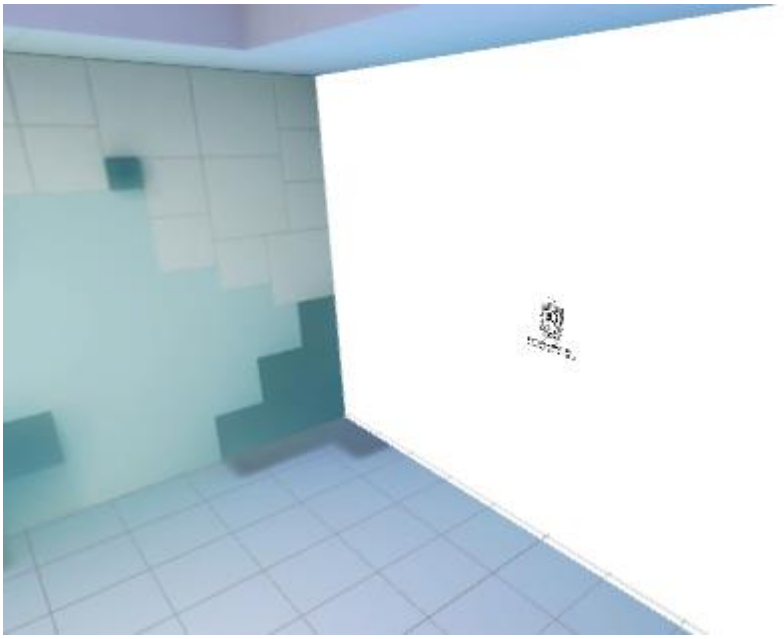


Ilustración 100: Vista del canvas desde la cámara.

Para el caso del proyecto se estandarizaron las características de los canvas a usar, ya que son las proporciones del escenario con que se trabaja de la siguiente manera:

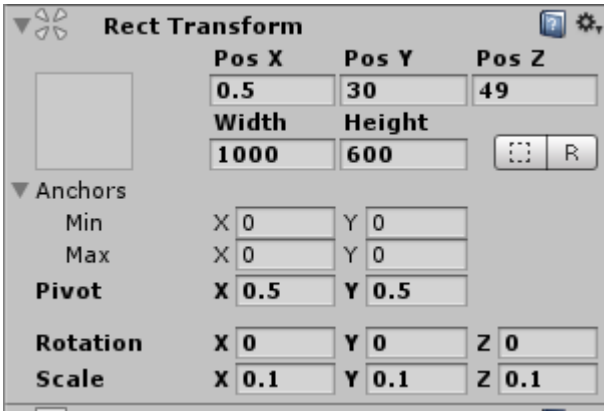


Ilustración 101: Parámetros para el manejo del canvas.

De esta manera lo único que varía es la posición de acuerdo a las necesidades en las cuales se desee ubicar cada uno de los canvas dentro del escenario a manejar.

10.4 Mando

Para los diferentes tipos de interacciones en realidad virtual se debe usar un elemento para el ingreso de información, esto puede ser un control o mando o Joystick, es importante que tenga un joystick y al menos un botón, ya que estos dos elementos se usaran para poder interactuar con los elementos.

Para hacer la configuración en Unity de estos elementos se usa la opción “Input Manager” como se muestra en la siguiente imagen:

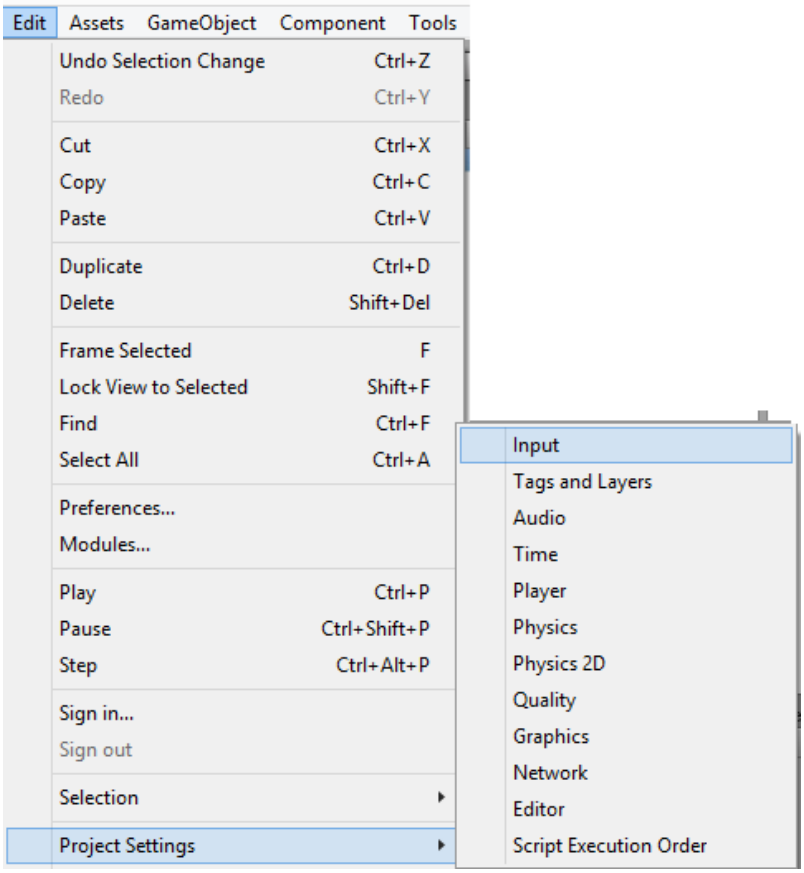


Ilustración 102: Configuración del Input Manager.

A continuación se muestran las diferentes opciones en cuestión de formas de entrada con las cuales se cuenta para un control

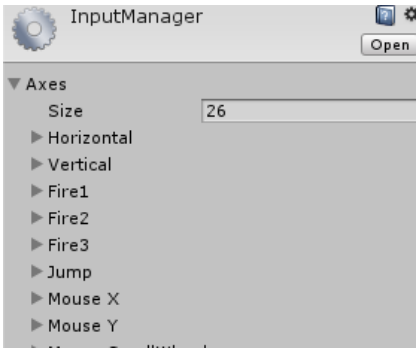


Ilustración 103: Formas de entrada para un control en Unity.

En esta opción se configuran las diferentes formas de entrada de información de dispositivos externos, para hacer la configuración necesaria se añaden 5 ítems más, y se configurarán de la siguiente manera:

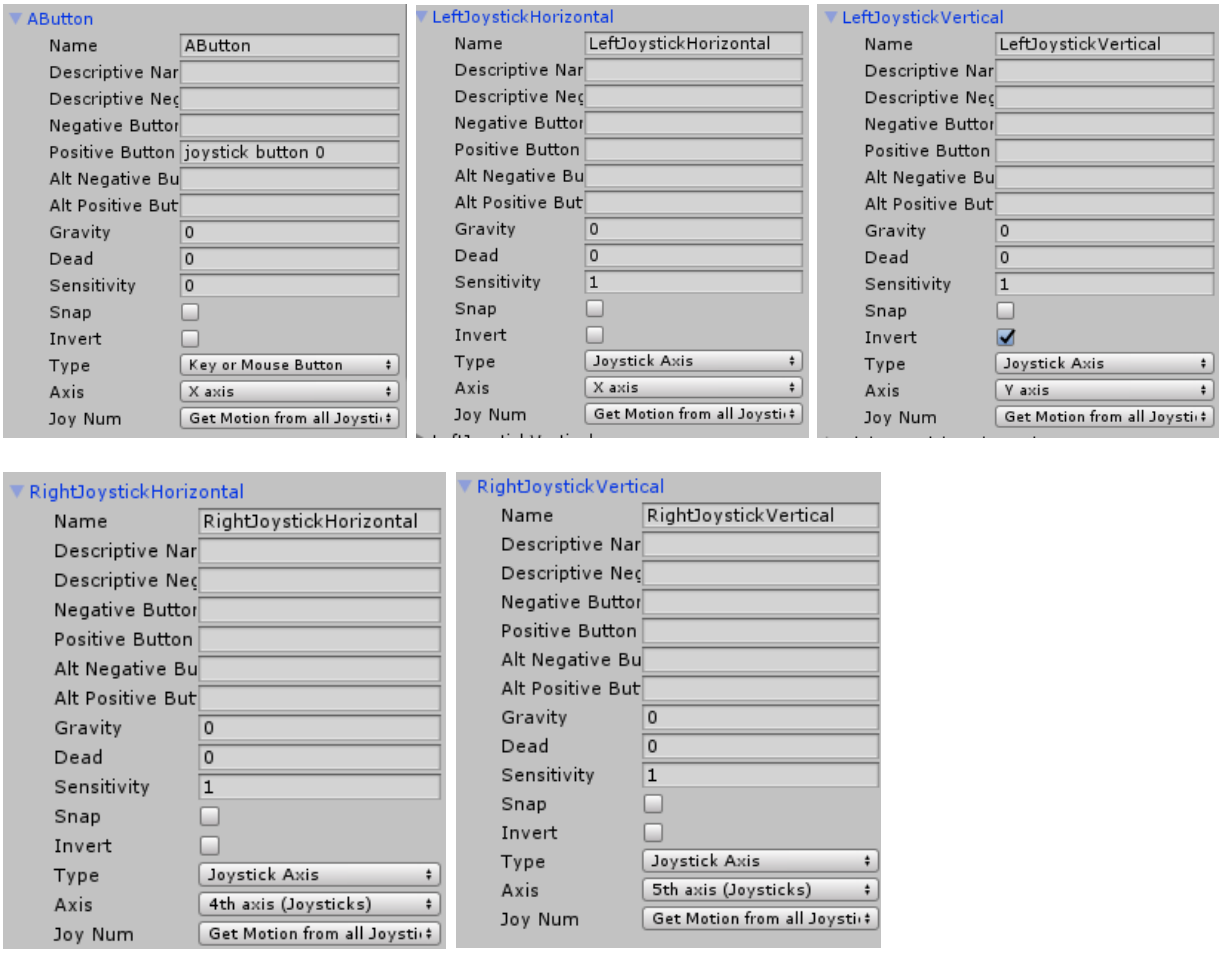


Ilustración 104: Forma de agregar un botón: AButton, LeftJoystickHorizontal, LeftJoystickVertical, RightJoistickHorizontal y RigthJoystickVertical correspondientemente.

Cuando se hayan añadido los elementos mencionados anteriormente de forma correcta, se procede a crear el script que capture las entradas y ejecute las operaciones necesarias, para esto se usa la función “Update” que viene por defecto, donde se ponen condicionales que capturaran las entradas con los nombres puestos anteriormente:

```
if ( Input.GetButton("AButton"))
{
    accionBotonPrincipal();
}
```

Ilustración 105: Forma en la que el botón capture la información.

```
if (Input.GetAxis("LeftJoystickHorizontal") != 0 )
{
    accionHorizontal(Input.GetAxis("LeftJoystickHorizontal"));
}
```

Ilustración 106: Forma en la que un botón ejecuta una acción.

Ya con esto solo se procede a generar la lógica de cada uno de los métodos para que puedan ejecutar los movimientos del mando.

10.5 TecladoVR:

Un punto importante para la interacción con realidad virtual es el teclado, ya que en la ejecución de la aplicación no se cuenta con el teclado por defecto que se tiene por parte de Unity para las aplicaciones móviles, por lo que se tiene que crear uno, para esto se usaron canvas:



Ilustración 107: Canvas de teclado con letras minúsculas.



Ilustración 108: Canvas de teclado con letras Mayúsculas.

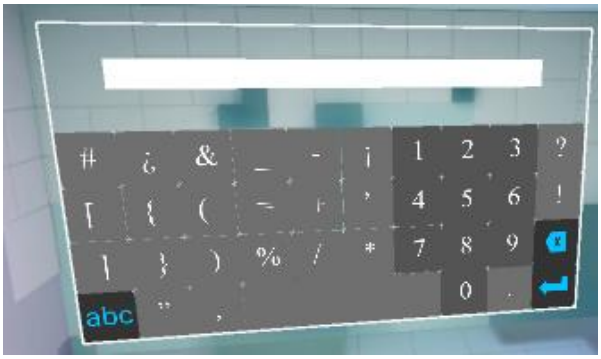


Ilustración 109: Canvas de teclado con signos de puntuación y números.

Para su funcionamiento se usaron las funciones del mando, donde se tiene seleccionada una tecla y esta se cambia de lugar para ir escribiendo lo que se desea:



Ilustración 110: Funcionamiento del teclado.

10.6 Aplicación en funcionamiento

En esta sección se mostrará el funcionamiento de la aplicación como una guía para las personas que inicialmente no saben cómo poder hacer uso de ella.

Cuando se ingresa a la aplicación Se dan dos opciones:

- Registrarse
- Iniciar Sesión

10.6.1 Registro

En esta sección la persona debe introducir los datos necesarios para poder acceder al contenido, esta información será utilizada por el sistema recomendador para posteriormente asignar las recomendaciones en cuestión de recorridos.

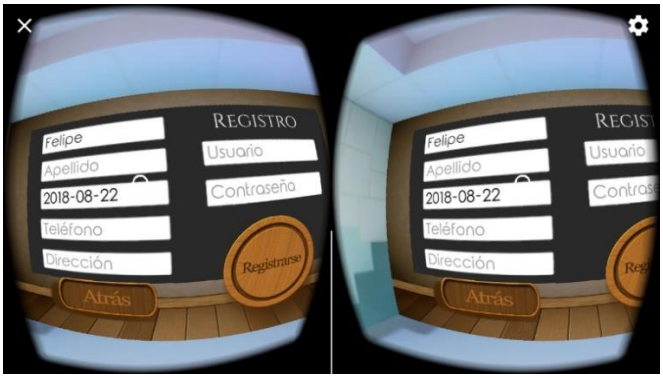


Ilustración 111: Formulario de Registro en Realidad Virtual.

10.6.2 Inicio de Sesión

Si ya se cuenta con un registro en la aplicación se ingresan los datos correspondientes.



Ilustración 112: Formulario de Autenticación en Realidad Virtual.

Al ingresar, aparece una pantalla donde se puede seleccionar el tipo de recorrido o cambiar las preferencias según se quiera.

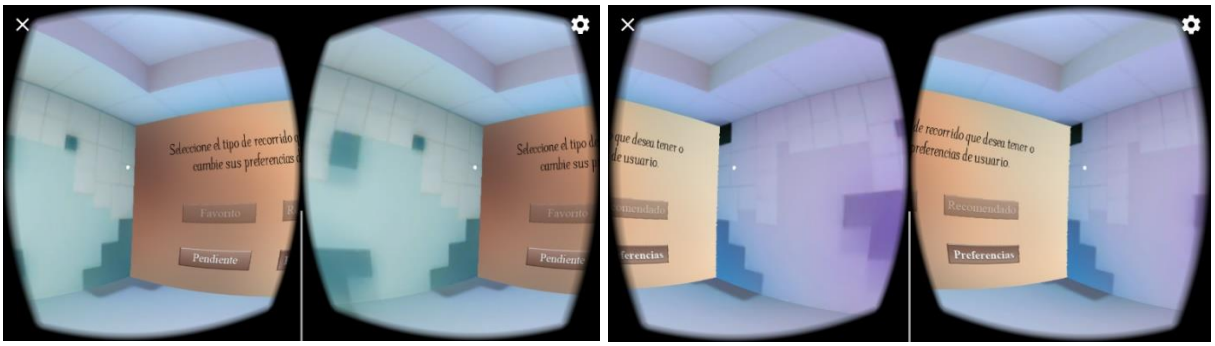


Ilustración 113: Vista del Menú Inicial.

Si se ingresa a la opción de preferencias, se despliegan todas las opciones que se pueden cambiar, ya sean tipos y movimientos culturales o la precisión que sea desea para cada recorrido.



Ilustración 114: Selección de preferencias: Pintura.



Ilustración 115: Selección de preferencias: Escultura.



Ilustración 116: Selección de preferencias: Salida.

Cuando se elige el tipo de recorrido se procede a dar una bienvenida



Ilustración 117: Vista de Bienvenida.

Cuando se seleccione la opción de inicio empezara a cargar el museo y sus obras, esto puede tardar dependiendo de la cantidad de esculturas y punturas y de la calidad del internet que se tenga.

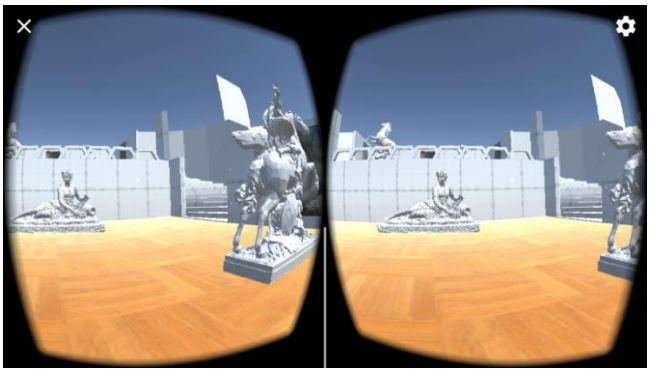


Ilustración 118: Vista interna del museo cuando ha cargado.

El movimiento por el museo se hace con el mando que se tenga conectado al dispositivo, para seleccionar alguna obra se debe estar cerca a esta y seleccionar con el botón del mando.



Ilustración 119: Vista de una pintura en Realidad Virtual.

Cuando se seleccione con el control, se entrará a una nueva sala donde se podrá observar la obra más detalladamente, también información de esta y una parte para poder calificarla.

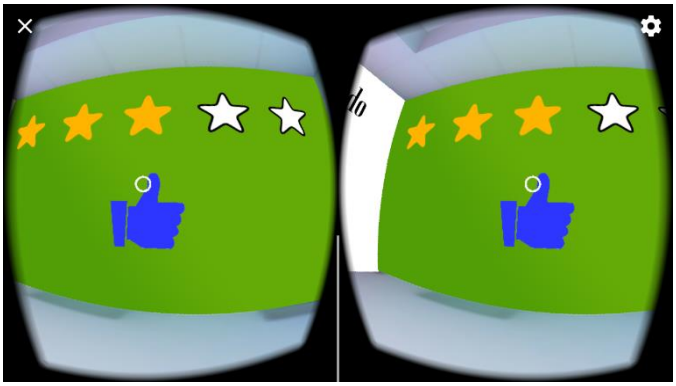


Ilustración 120: Vista de Calificación en Realidad Virtual.



Ilustración 121: Vista de la Información en Realidad Virtual.



Ilustración 122: Vista de una escultura en Realidad Virtual.

Capítulo

11

Pruébalo todo, busca más cosas que probar, de lo bueno y de lo malo has de encontrar, pero al final siempre una buena lección va a quedar.
Fuente: Autores

Evaluación de los prototipos

11 Evaluación de los prototipos

Para la evaluación de los prototipos se realizó una prueba de usabilidad por parte los miembros de desarrollo a una población aleatoria de personas pero la mayoría estudiantes de la Universidad Distrital ya que era una población más accesible para poder interactuar con ellos en las pruebas, aunque también se realizaron algunas pruebas con personas de otros rangos de edades, a continuación se muestra la tabla de rango de edades de las personas que evaluaron las aplicaciones:

Tabla 25: Rango de edades de la población.

Rangos de edades de usuarios		
Rango	Realidad aumentada	Realidad virtual
Entre 16-20 años	4	1
Entre 21-25 años	11	6
Avanzado	3	3
Desarrollador	2	0
Total	20	10

La cantidad de la población que se utilizó fue de 30 personas a pesar de ser un grupo reducido sirve para tener una percepción de cuál es la proporcionalidad de las respuestas que se tienen para cada aplicación, se realizaron más de realidad aumentada ya que fue el primer prototipo que se lanzó.

El procedimiento fue que se daban las indicaciones que como se usaba y se daba un acompañamiento inicial cuando se usaba la aplicación por primera vez, se explicaba a medida que se avanzaba con el recorrido y una vez terminado se pasaba a llenar la encuesta.

Para la creación de la prueba de usabilidad que se aplicó al prototipo en cada una de las técnicas de visualización fue necesario comprender la forma en la cual se debían estructurar las pruebas para ello se tomó como referencia el artículo *"PROPUESTA PARA INCORPORAR EVALUACIÓN Y PRUEBAS DE USABILIDAD DENTRO DE UN PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE"* (Beatriz E. Florián, 2010). Con esta base teórica se estructuró la prueba.

11.1 Estructura de la prueba

Lo primero que si hace es definir los 4 tipos de usuarios que interactuaran con el sistema:

- Usuario inexperto: Son usuarios que rara vez tienen interacción con dispositivos móviles en su vida cotidiana.
- Usuario intermedio: Son usuarios que manejan dispositivos móviles en su vida y están familiarizadas con aplicaciones interactivas.
- Usuario avanzado: Son usuarios que además de estar totalmente familiarizados con dispositivos móviles y aplicaciones, conocen tecnologías de realidad virtual y aumentada.
- Desarrollador.

Se generaron listas de chequeo con diferentes criterios de usabilidad, estos aplicados a 5 escenarios en concreto:

- Formularios de logueo y registro.
- Interfaces de selección y navegabilidad.
- Información y calificación de la obra.
- Navegabilidad por el museo.
- Característica principal de la forma de visualización.

Las listas de chequeo tienen el siguiente formato:

Característica de usabilidad por comprobar	Ponderación de importancia 1 (poco), 5 (fundamental)	Nivel de cumplimiento (0-100)	Justificación

Pregunta que indaga sobre el cumplimiento de una característica de usabilidad	_____	_____	

Tabla 26: Esquema general de las listas de chequeo. Fuente (Beatriz E. Florián, 2010)

Como se generaron dos prototipos, se hacen cuadros de chequeo para cada uno de acuerdo a los escenarios dados, a continuación se enumeran las preguntas que indagan sobre las diferentes características de usabilidad:

REALIDAD VIRTUAL

Formularios de logueo y registro:

¿El botón de logueo es claramente localizable y distinguible?

¿Cuándo se seleccionan los campos el teclado aparece de manera eficaz?

¿El uso del teclado es intuitivo?

¿Para el registro es fácil identificar que se debe escribir en cada campo?

¿Para el campo de tipo fecha es sencillo encontrar una fecha dada?

¿La selección de los elementos es sencilla?

Interfaces de selección y navegabilidad:

¿Los botones de navegabilidad son claramente visibles?

¿Los textos de los botones son claros y sencillos de comprender?

¿La forma de manejar los parámetros numéricos es adecuada y sencilla de usar?

¿La forma de selección de preferencias es intuitiva?

¿La colocación en el espacio de los elementos gráficos es correcta?

¿La selección de los elementos es sencilla?

Información y calificación de la obra:

¿El tipo y tamaño de letra es adecuado para la lectura de la información?

¿Los botones de calificación y favoritos son intuitivos?

Navegabilidad por el museo:

¿Las recomendaciones que se dan son adecuadas y entendibles?

¿La forma de desplazarse es intuitiva?

¿La forma de abrir una obra es adecuada?

¿Cuándo se visualiza una obra se puede observar esta correcta y detalladamente?

¿Se puede encontrar la puerta de salida del museo fácilmente?

¿Cuándo se visualiza una obra se entienden los elementos gráficos que aparecen?

Característica principal de la forma de visualización:

¿El uso de las gafas de visualización es sencillo?

¿La configuración para una adecuada visualización es difícil?

REALIDAD AUMENTADA

Formularios de logueo y registro:

¿Para el logueo se muestran los campos de usuario y contraseña de manera explícita?

¿El botón de logueo es claramente localizable y distinguible?

¿El campo de contraseña está protegido con caracteres especiales?

¿Para el campo de tipo fecha es sencillo encontrar una fecha dada?

¿El tamaño y distribución de los objetos gráficos no afecta negativamente el uso del formulario?

Interfaces de selección y navegabilidad:

¿Los botones de navegabilidad son claramente visibles?

¿Los textos de los botones son claros y sencillos de comprender?

¿El tamaño de los objetos gráficos de selección de parámetros es adecuado para la interacción?

¿La forma de selección de preferencias es intuitiva?

Información y calificación de la obra:

¿El tipo y tamaño de letra es adecuado para la lectura de la información?

¿Los iconos para la navegación entre las opciones son adecuados y entendibles?

¿Los colores que se usan afectan en alguna medida la lectura?

¿Los botones de calificación y favoritos son intuitivos?

Navegabilidad por el museo:

¿Las recomendaciones que se dan son adecuadas y entendibles?

¿La forma de desplazarse es intuitiva?

¿La forma de abrir una obra es adecuada y sencilla de entender?

¿Cuándo se visualiza una obra se puede observar esta correcta y detalladamente?

¿Se puede apreciar la opción de salida del museo de manera correcta?

¿Cuándo se visualiza una obra se entienden los elementos gráficos que aparecen?

Característica principal de la forma de visualización:

¿El enfoque al marcador se hace de manera sencilla?

¿Existen muchas interrupciones por desenfocar el marcador?

¿El tamaño en el que se visualiza el museo es adecuado?

Adicionalmente se agregaron otras preguntas que se utilizarán para un análisis de la población. Para ver la Encuesta completa ver el capítulo de Anexos.

11.2 Resultados de la encuesta:

Para recolectar la información se sabe que los usuarios pueden ser de cuatro tipos, y a cada uno se le dio diferente importancia de acuerdo a las necesidades del proyecto, esta va de 1 a 5 y es de la siguiente manera:

- Usuario inexperto: 4,5
- Usuario intermedio: 4
- Usuario avanzado: 4,3
- Desarrollador: 4

Se puede apreciar que los usuarios con mayor importancia son los inexpertos y avanzados, ya que es importante que cualquier usuario pueda usar el aplicativo no importa su nivel de experticia en campos tecnológicos, y los usuarios avanzados tienen un mayor bagaje en este tipo de aplicativos, por lo que su opinión tiene mucha importancia; los desarrolladores y usuarios intermedios tienen ponderación un poco más baja ya que no brindan las características mencionadas antes.

Para los resultados se recolectó información de los diferentes tipos de usuarios y se graficó de acuerdo a estos, se hicieron tablas para el porcentaje de usabilidad teniendo en cuenta la calificación de cada ítem, la ponderación de este y la ponderación de cada

tipo de usuario; igualmente se clasifico en términos generales la satisfacción de cada usuario con el aplicativo y se hizo una gráfica de esto.

La cantidad de personas de las que se recolectó información fue de 30 pruebas para el caso de realidad aumentada se probó 20 veces y 10 para el caso de realidad virtual, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 27: Ponderado de tipos de usuarios. Fuente Autores.

Ponderado de tipos de usuarios		
Tipo de Usuario	Realidad aumentada	Realidad virtual
Inexperto	2	0
Intermedio	10	6
Avanzado	6	2
Desarrollador	2	2
Total	20	10

Posteriormente se realiza el resumen de los resultados obtenidos para realidad virtual por Ítem evaluado, y asignándole un nivel de importancia el cual es propio de nosotros como autores y desarrolladores del proyecto, los datos reflejados fueron:

Tabla 28: Resultados Formularios de logueo y registro, Realidad Virtual.

1. Formularios de logueo y registro:	Nivel de importancia (1-5)	Cumplimiento (0 % - 100 %)
¿El botón de logueo es claramente localizable y distinguible?	3	84
¿Cuándo se seleccionan los campos el teclado aparece de manera eficaz?	4	82
¿El uso del teclado es intuitivo?	5	79
¿Para el registro es fácil identificar que se debe escribir en cada campo?	4	74
¿Para el campo de tipo fecha es sencillo encontrar una fecha dada?	4	64
¿La selección de los elementos es sencilla?	3	75

Esto dio como resultado un nivel de cumplimiento con respecto a la importancia de un 76,1%.

Tabla 29: Resultados Interfaces de selección y navegabilidad, Realidad Virtual.

2. Interfaces de selección y navegabilidad:	Nivel de importancia (1-5)	Cumplimiento (0 % - 100 %)
¿Los botones de navegabilidad son claramente visibles?	3	87
¿Los textos de los botones son claros y sencillos de comprender?	3	84
¿La forma de manejar los parámetros numéricos es adecuada y sencilla de usar?	4	77
¿La forma de selección de preferencias es intuitiva?	5	73
¿La colocación en el espacio de los elementos gráficos es correcta?	5	77
¿La selección de los elementos es sencilla?	3	77

Esto dio como resultado un nivel de cumplimiento con respecto a la importancia de un 78,3%.

Tabla 30: Resultados Información y calificación de la obra, Realidad Virtual.

3. Información y calificación de la obra:	Nivel de importancia (1-5)	Cumplimiento (0 % - 100 %)
¿El tipo y tamaño de letra es adecuado para la lectura de la información?	4	83
¿Los botones de calificación y favoritos son intuitivos?	3	86

Esto dio como resultado un nivel de cumplimiento con respecto a la importancia de un 84,2%.

Tabla 31: Resultados Navegabilidad por el museo, Realidad Virtual.

4. Navegabilidad por el museo:	Nivel de importancia (1-5)	Cumplimiento (0 % - 100 %)
¿Las recomendaciones que se dan son adecuadas y entendibles?	4	76
¿La forma de desplazarse es intuitiva?	5	70
¿La forma de abrir una obra es adecuada?	4	81
¿Cuándo se visualiza una obra se puede observar esta correcta y detalladamente?	2	78
¿Se puede encontrar la puerta de salida del museo fácilmente?	2	75
¿Cuándo se visualiza una obra se entienden los elementos gráficos que aparecen?	4	74

Esto dio como resultado un nivel de cumplimiento con respecto a la importancia de un 75,2%.

Tabla 32: Resultados Característica principal de la forma de visualización, Realidad Virtual.

5. Característica principal de la forma de visualización:	Nivel de importancia (1-5)	Cumplimiento (0 % - 100 %)
¿El uso de las gafas de visualización es sencillo?	4	61
¿La configuración para una adecuada visualización es difícil?	4	68

Esto dio como resultado un nivel de cumplimiento con respecto a la importancia de un 64,5%.

De igual forma se realiza el mismo análisis con los resultados obtenidos para realidad aumentada, con sus respectivos criterios y de esta forma los resultados obtenidos fueron:

Tabla 33: Resultados Formularios de logueo y registro, Realidad Aumentada.

1. Formularios de logueo y registro:	Nivel de importancia (1-5)	Cumplimiento (0 % - 100 %)
¿Para el logueo se muestran los campos de usuario y contraseña de manera explícita?	4	85
¿El botón de logueo es claramente localizable y distinguible?	3	85,5
¿El campo de contraseña está protegido con caracteres especiales?	2	86,5
¿Para el campo de tipo fecha es sencillo encontrar una fecha dada?	5	84
¿El tamaño y distribución de los objetos gráficos no afecta negativamente el uso del formulario?	4	78,5

Esto dio como resultado un nivel de cumplimiento con respecto a la importancia de un 83,5%.

Tabla 34: Resultados Interfaces de selección y navegabilidad, Realidad Aumentada.

2. Interfaces de selección y navegabilidad:	Nivel de importancia (1-5)	Cumplimiento (0 % - 100 %)
¿Los botones de navegabilidad son claramente visibles?	4	86,5
¿Los textos de los botones son claros y sencillos de comprender?	5	84,5
¿El tamaño de los objetos gráficos de selección de parámetros es adecuado para la interacción?	5	83
¿La forma de selección de preferencias es intuitiva?	3	82

Esto dio como resultado un nivel de cumplimiento con respecto a la importancia de un 84,0%.

Tabla 35: Resultados Información y calificación de la obra, Realidad Aumentada.

3. Información y calificación de la obra:	Nivel de importancia (1-5)	Cumplimiento (0 % - 100 %)
¿El tipo y tamaño de letra es adecuado para la lectura de la información?	4	81
¿Los iconos para la navegación entre las opciones son adecuados y entendibles?	3	83
¿Los colores que se usan afectan en alguna medida la lectura?	2	86,5
¿Los botones de calificación y favoritos son intuitivos?	3	83

Esto dio como resultado un nivel de cumplimiento con respecto a la importancia de un 82,9%.

Tabla 36: Resultados Navegabilidad por el museo, Realidad Aumentada.

4. Navegabilidad por el museo:	Nivel de importancia (1-5)	Cumplimiento (0 % - 100 %)
¿Las recomendaciones que se dan son adecuadas y entendibles?	4	77,5
¿La forma de desplazarse es intuitiva?	4	77
¿La forma de abrir una obra es adecuada y sencilla de entender?	4	81,5
¿Cuándo se visualiza una obra se puede observar esta correcta y detalladamente?	3	83
¿Se puede apreciar la opción de salida del museo de manera correcta?	2	66
¿Cuándo se visualiza una obra se entienden los elementos gráficos que aparecen?	4	65

Esto dio como resultado un nivel de cumplimiento con respecto a la importancia de un 75,4%.

Tabla 37: Resultados Característica principal de la forma de visualización, Realidad Aumentada.

5. Característica principal de la forma de visualización:	Nivel de importancia (1-5)	Cumplimiento (0 % - 100 %)
¿El enfoque al marcador se hace de manera sencilla?	5	72,5
¿Existen muchas interrupciones por desenfocar el marcador?	4	70
¿El tamaño en el que se visualiza el museo es adecuado?	3	82

Esto dio como resultado un nivel de cumplimiento con respecto a la importancia de un 74,0%.

El resumen comparativo de los resultados para ambos aplicativos:

Tabla 38: Tabla de comparación entre las técnicas de visualización en los escenarios planteados.

Escenario	Realidad Virtual %	Realidad Aumentada %
Formularios de logueo y registro.	76,17	83,53
Interfaces de selección y navegabilidad.	78,35	84,09
Información y calificación de la obra.	84,29	82,92
Navegabilidad por el museo.	75,24	75,48
Característica principal de la forma de visualización.	64,50	74,04

Ya con esta información se pasa a realizar la gráfica correspondiente a la usabilidad correspondiente para cada aplicativo:

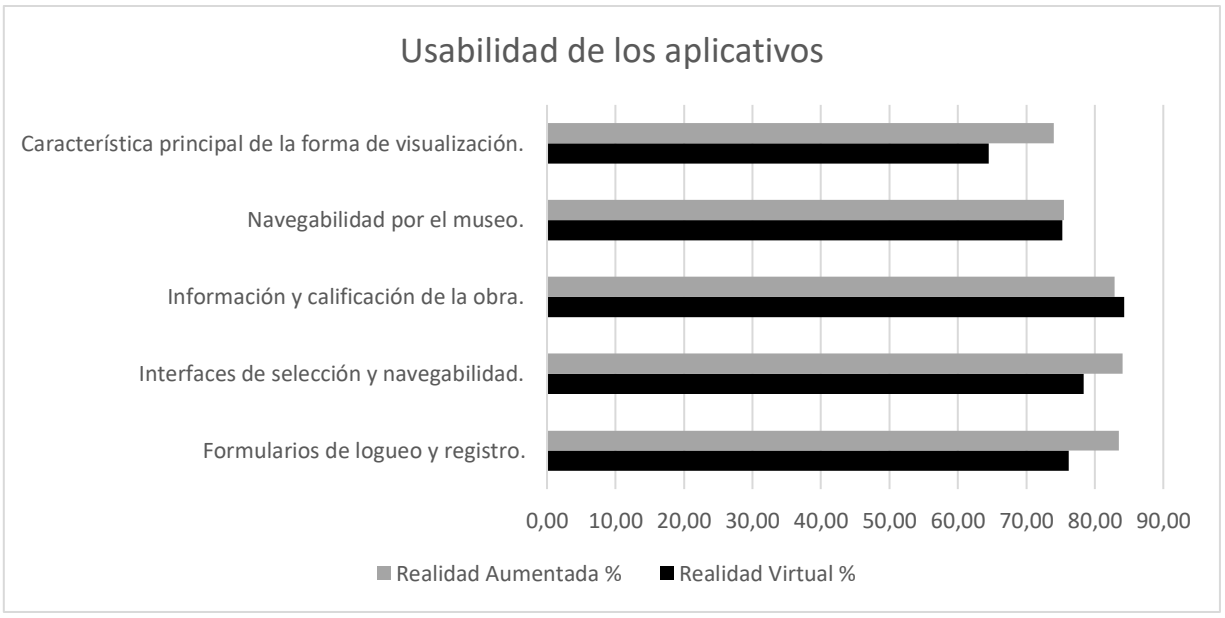


Ilustración 123: Gráfico de la usabilidad de los aplicativos.

Otro parámetro que se estudia es la satisfacción de los usuarios para ello se planteó la pregunta ¿Su interacción con la aplicación ha satisfecho sus expectativas?

Los resultados fueron los siguiente:

Tabla 39: Satisfacción de los usuarios

Satisfacción de los usuarios		
Tipo de Usuario	Realidad aumentada	Realidad virtual
Satisfecho	18	9
No satisfecho	2	1
Total	20	10

11.3 Análisis de resultados

Se puede apreciar que en términos generales el aplicativo de realidad aumentada cumple en mayor medida las especificaciones de usabilidad propuestas, esto se da ya que la interacción con este tipo de visualización es más fácil y normal para el usuario, ya que no se requieren dispositivos externos que pueden generar mayor confusión.

Para el caso de realidad virtual hay una cantidad proporcional de usuarios insatisfechos, pero se refleja que las estadísticas son más bajas pero esto se da en mayor medida a la dificultad de usar el aplicativo en este tipo de visualización y en la poca familiarización que tienen los usuarios para aplicaciones de estas características.

Se puede apreciar que los usuarios tienen mayor afinidad con el prototipo de realidad aumentada, ya que a pesar de que no es algo común el uso de esta tecnología es sencillo adaptarse a la forma de trabajar de esta.

Ambos aplicativos tienen cualidades de usabilidad buenas, en términos cualitativos alrededor del 70-80%, lo que garantiza que a futuro pueden ser usados con facilidad por los usuarios finales aumentado el impacto social que se desea que tengan; cabe resaltar que a futuro este nivel de usabilidad se puede aumentar con el lanzamiento de nuevos prototipos.

Capítulo

12

Quizás cuando lo entienda será muy pronto, ver el cómo adjunto un recuerdo tras otro, ver absorto como todo ha pasado, pero también concluir, ver y apreciar con quienes he quedado.
Fuente: Autores.

Conclusiones

12 Conclusiones

La creación de un prototipo de visualización de contenido histórico cultural y social, implementado un modelo que hiciera uso de técnicas de virtualización fue el objetivo principal de proyecto, para ello se estableció una arquitectura presentada en el capítulo 5 el cual dio paso a un modelo que se usó inicialmente para el desarrollo del prototipo en realidad aumentada posteriormente este mismo fue usado para el desarrollo del prototipo en realidad virtual tan solo variando en el componente de visualización; de esta forma se da por cumplido el objetivo principal teniendo en cuenta que se puede mejorar o agregar nuevas funcionalidades al modelo y que estos cambios se podrán implementar en ambos prototipos.

Continuando a los objetivos especifico y haciendo referencia al primer objetivo específico el cual era valuar las tendencias de virtualidad (realidad aumentada y realidad virtual), junto con las herramientas de desarrollo pertinentes a cada una de estas tendencias, mediante la elaboración de una revisión de literatura., se logra cumplir este objetivo en gran medida ya que se tiene la información recopilada del uso de las tendencias de virtualidad y se entran a comparar las herramientas necesarias para el desarrollo de estas como se presenta en el capítulo 6 de comparación de herramientas, además cabe resaltar las pruebas del capítulo 11 donde se entra a validar los resultados obtenidos reflejando que la aceptación de la realidad aumentada es mayor a la de la realidad virtual lo cual concuerda con la elección de comenzar con un prototipo en realidad aumentada gracias a sus ventajas. Conforme a este objetivo queda pendiente realizar un estudio comparativo más completo ya que el que se realizó fue tan solo una comparación de ventajas y desventajas de las técnicas de visualización.

Para el segundo objetivo y como se mencionó al principio de este capítulo, se estableció un modelo general el cual se basa en la definición de los requerimiento y el diseño en conjunto de la arquitectura con los demás sistemas, esto permitió dar cumplimiento a este objetivo específico ya que se establece un modelo de visualización para la plataforma Unity con los componentes necesarios la interacción

con dichos sistemas, y como se mencionaba anteriormente ambos modelos son estructuralmente hablando el mismo, con la variación en la infraestructura de visualización.

Para el tercer objetivo específico el cual era la evaluación de los prototipos inicialmente se muestra que cuenta con la posibilidad de ser un desarrollo escalable debido a la estructura que se manejó en el modelo y como se evidenció al ser usada para los dos prototipos, posteriormente se realizó la medición en el capítulo 11 de la parte referente a la usabilidad el cual presenta una encuesta realizada a usuarios finales que usaron alguna de las aplicaciones lo cual arrojó una favorabilidad en el uso de la realidad aumentada debido a su mayor facilidad y familiaridad de los usuarios con respecto a la que se tiene con la realidad virtual proporcionando así ciertos aspectos que hay que mejorar, pero demuestra que el proyecto va en buen camino para generar una versión más refinada tanto de realidad aumentada como de realidad virtual. Con lo anterior se da por cumplido en gran medida a este objetivo ya que no se realizó pruebas de acceso en cuestión de capacidad de personas que podrían llegar a usar alguno de los prototipos y de cómo las personas cuentan con lo necesario para hacer uso de estas mismas.

Y para finalizar con la revisión de los objetivos específicos se logró dar cumplimiento en parte a la generación los contenidos gráficos e interactivos que eran pertinentes a cada una de las técnicas de visualización como escenarios, personajes, y modelos lowpoly además de todo el contenido necesario para menús, loaders y demás interfaces que se muestran en el capítulo de diseño gráfico. Esto con la finalidad de brindar al visitante una experiencia agradable al momento de utilizar el prototipo, pero hizo falta un mejoramiento en cuestión de estética y de orden conceptual gráfico que se maneja en la aplicación esto debido a que al ser un prototipo se dio prioridad a la funcionalidad más que a detalles como uniformidad en la variedad de los colores, y en la gama de fuentes utilizadas.

Como trabajo Futuro se tienen diversas ideas para darle un mayor valor a la aplicación para ello se contempla realizar un mejoramiento de los prototipos en los siguientes aspectos:

- Interactividad entre el usuario y la aplicación: Con el propósito de mejorar la usabilidad basado en las retroalimentaciones presentadas en la encuesta. Entre este punto también mejorar la parte estética para generar una uniformidad e identidad gráfica más sólida.
- Agregar funciones de conexión con redes sociales: Esta fue una funcionalidad que se había contemplado en un principio pero después de un intento en incorporarlo en el prototipo se dejó pendiente para una versión posterior.
- Poder interconectase o generar una versión enfocada a la presentación de información correspondiente a la Universidad distrital, ya sean visualización de información de las sedes, mostrar contenido histórico propio de la Universidad, etc.
- Por último poder fusionar las técnicas de visualización (Realidad aumentada y Realidad Virtual) para generar un prototipo hibrido o de realidad Mixta en la cual se aprovechan las características más relevantes de cada técnica y combinarla con la finalidad de que se pueda aprovechar el modelo planteado y extenderlo a una nueva técnica de visualización como lo es la Realidad Mixta.

Capítulo

13

Quizás cuando lo entienda será demasiado tarde, comprender el mundo y las ciudades, entender la inmensidad de lo desconocido, pero desde lo aprendido seguiré buscando soluciones.
Fuente: Autores:

Bibliografía

13 Bibliografía

Agencia de Noticias UN. (28 de 11 de 2014). *Realidad aumentada "revive" insectos del Museo Entomológico*. Recuperado el 11 de 08 de 2018, de Agencia de Noticias UN: http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/realidad-aumentada-revive-insectos-del-museo-entomologico.html

Alessandro Ricci, M. P. (2015). The Mirror World: Preparing for Mixed-Reality Living. *IEEE Pervasive Computing*, 4.

Ana María Rocha Pardo, N. R. (2008). *LOS MUSEOS Y EL ARTE DE LA SEDUCCIÓN.* Recuperado el 10 de 08 de 2018, de Biblioteca Universidad Javeriana: http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/comunicacion/tesis36.pdf

ARSOFT. (2015). *ARmuseum*. Recuperado el 31 de 05 de 2018, de http://www.arsoft-company.com/armuseum/

Artur Gunia, B. I. (20 de 06 de 2017). A Prototype to Study Cognitive and Aesthetic Aspects of Mixed Reality Technologies. *Base de Datos de la IEEE*, 6. Recuperado el 15 de 09 de 2017

Ballén, A. (2018). *Prototipo de un sistema de recomendación basado en Multiagentes para el análisis de memorias históricas y culturales.* Bogotá D.C., Colombia. Recuperado el 2018

Bardou, B. (2018). *sketchfab*. Recuperado el 29 de 05 de 2018, de https://sketchfab.com/meryon/models

Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., & Roueche, C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao*, 1 -5.

Bayon, M., & Martinez, J. (2010). Rehabilitacio´n del ictus mediante realidad virtual. *Rehabilitacio´n*, 256-260.

Beatriz E. Florián, O. S. (01 de 07 de 2010). *PROPUESTA PARA INCORPORAR EVALUACIÓN Y PRUEBAS DE USABILIDAD DENTRO DE UN PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE.* (R. EIA, Ed.) Recuperado el 30 de 07 de 2018, de SciELO (scientific electronic library online): http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n13/n13a10.pdf

codingornot. (22 de 05 de 2016). *¿Qué es un motor de videojuegos (game engine)?* Recuperado el 01 de 03 de 2018, de https://codingornot.com/que-es-un-motor-de-videojuegos-game-engine

DANE. (2014). *DANE.* Recuperado el 17 de 08 de 2017, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/eccultulral/presentacion_ecc_2014.pdf

Dimitris Chatzopoulos, C. B. (26 de 04 de 2017). Mobile Augmented Reality Survey: From Where We Are to Where We Go. *IEEE Access*. Recuperado el 15 de 09 de 2017

Edgar Camilo Vargas, J. A. (2018). *Prototipo para el almacenamiento, tratamiento y procesamiento de datos utilizados en centros de memoria historica, cultural, museos o senderos ecoturisticos en zonas afectadas por el postconflicto en colombia.* Bogotá D.C., Colombia. Recuperado el 2018

gafas-vr. (02 de 04 de 2017). *Gafas VR*. Recuperado el 30 de 03 de 2018, de Ventajas y desventajas de la realidad virtual: https://www.gafas-vr.net/ventajas-desventajas-realidad-virtual/

García, M. (2003). *estudiosculturales2003*. Obtenido de http://www.estudiosculturales2003.es/museoyexposiciones/emaciques_tiposdeexposicion.html

Gregory Hough, I. W. (18 de 09 de 2015). Fidelity and plausibility of bimanual interaction in mixed reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13. Recuperado el 15 de 09 de 2017

Heras Lara, L., & Villarreal Benítez, J. L. (10 de Junio de 2007). Realidad Aumentada: una tecnología en espera de usuarios. *Revista UNAM*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2017

INNOVAE. (05 de 10 de 2017). *Museo Fernando Alonso*. Recuperado el 31 de 05 de 2018, de http://www.innovae.eu/projects/museo-fernando-alonso/

Javier Fombona, M.-A. P.-S.-V. (1 de 07 de 2017). M-learning and Augmented Reality: A Review of the Scientific Literature on the WoS Repository. *InfoTrac Cengage Learning*, 9. Recuperado el 2017

Javiera Arancibia Jaña, M. A. (27 de 10 de 2010). *Realidad Virtual*. Recuperado el 30 de 03 de 2018, de VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA REALIDAD VIRTUAL: http://the-virtualreality.blogspot.com/2010/10/ventajas-y-desventajas.html

json.org. (s.f.). *Introducing JSON*. Recuperado el 20 de 02 de 2018, de https://www.json.org/

Kishino, F. (1994). A Taxomy of Mixed Reality Visual Display. *IEICE The Institute of Electronics,Information and Communication Engineers*, 1321-1329.

Ko-Fong Lee, Y.-L. C.-C.-Y. (12 de 07 de 2017). Application of Intuitive Mixed Reality Interactive System to Museum Guide Activity. *Base de Datos de la IEEE*. Recuperado el 15 de 09 de 2017

Lara, L. H. (2007). LA REALIDAD AUMENTADA: UNA. *Revista Digital Universitaria*, 1-9.

Laura Lenz, D. J. (20 de Julio de 2017). Mixed Reality Voice Training for Lecturers. *Base de Datos de la IEEE*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2017

Lévy, P. (1999). *¿Qué es lo virtual?* Buenos Aires: Paidós Ibérica, S. A.

M., T. A. (s.f.). *El Contexto cultural, en la cultura.* Recuperado el 14 de 10 de 2017, de La página del profe: http://www.lapaginadelprofe.cl/cultura/3contextocultural.htm

María-Blanca Ibáñez, Á. D.-S.-M.-K. (15 de 06 de 2015). Support for Augmented Reality Simulation Systems: The Effects of Scaffolding on Learning Outcomes and Behavior Patterns. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. Recuperado el 15 de 09 de 2017

maseducacion. (15 de 08 de 2017). *5 ventajas de la realidad aumentada aplicada a la educación*. Recuperado el 30 de 03 de 2018, de https://maseducacion.aptitus.com/noticias/tecnologia/5-ventajas-de-la-realidad-aumentada-aplicada-a-la-educacion/

Medina, M. (07 de 11 de 2015). *Ventajas y Desventajas de la RA*. Recuperado el 30 de 03 de 2018, de http://realidadaumentadahn.blogspot.com/2015/11/ventajas-y-desventajas-de-la-ra.html

Mejía Luna, J. N. (2010). REALIDAD VIRTUAL,Estado del arte y análisis crítico. 1-172.

Moreno, F., Ojeda, J., & Ramirez, E. (2013). Un Framework para la Rehabilitación Física en Miembros Superiores con Realidad Virtual. *Primera Conferencia Nacional de Computación, Informática y Sistemas* (págs. 77-84). Venezuela: Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e innovacion.

Motyka, J. (15 de 11 de 2016). *Estos son los requisitos de la nueva realidad virtual de Google*. Recuperado el 10 de 08 de 2018, de computerhoy: https://computerhoy.com/noticias/software/estos-son-requisitos-nueva-realidad-virtual-google-53766

Mula, J. (24 de 04 de 2017). *24/04/2017 Jordi Mula E-mailPin ItGoogle+LinkedInTwitterFacebook*. Recuperado el 11 de 08 de 2018, de deustoformacion: https://www.deustoformacion.com/blog/diseno-produccion-audiovisual/por-que-debes-aprender-programar-con-unity

Muñoz, M. F. (25 de 07 de 2007). *Los museos de ciencia y la divulgación.* Recuperado el 10 de 08 de 2018, de Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal: http://www.redalyc.org/pdf/907/90702507.pdf

Musée du Louvre. (01 de 01 de 2018). *Musée du Louvre*. Recuperado el 25 de 03 de 2018, de El Museo del Louvre: https://www.louvre.fr/en

Museos Colombianos. (01 de 12 de 2013). *http://www.museoscolombianos.gov.co.* Recuperado el 10 de 08 de 2018, de http://www.museoscolombianos.gov.co/publicaciones/diagnostico_dic17%20DEFINITIVO.pdf

Norihiko Kawai, T. S. (20 de 10 de 2016). Augmented Reality Marker Hiding with Texture Deformation. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. Recuperado el 15 de 09 de 2017

NOTICIAS UNINORTE. (02 de 06 de 2017). *Realidad aumentada, una herramienta para contar la historia en Mapuka*. Recuperado el 11 de 08 de 2018, de NOTICIAS UNINORTE: https://www.uninorte.edu.co/rss-uninorteco/-/asset_publisher/10Qyg2d9nLC8/content/realidad-aumentada-mapu-1/73923?inheritRedirect=false

NUEVO SENTIDO TECNOLÓGICO. (29 de 11 de 2017). *7 VENTAJAS DE LA REALIDAD AUMENTADA EN EMPRESAS*. Recuperado el 30 de 03 de 2018, de https://www.neosentec.com/7-ventajas-realidad-aumentada-empresas/

OQUENDO, C. (18 de 05 de 2015). *El Tiempo*. Recuperado el 17 de 09 de 2017, de http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15773375

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO. (2014). *Indicadores UNESCO de Cultura para el Desarrollo.* Obtenido de Resumen Analítico de Colombia: http://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/cdis/resumen_analitico_iucd_-_colombia_0_1.pdf

Pineda, P. C. (01 de 12 de 2013). *Museos como medios de comunicación: Aportes al cambio social desde los museos de ciencias.* Recuperado el 10 de 08 de 2018, de Revista latina de comunicación Social: http://www.revistalatinacs.org/13SLCS/2013_actas/176_Castellanos.pdf

Planetario de Bogotá. (17 de 05 de 2017). *Realidad aumentada en el Planetario de Bogotá*. Recuperado el 11 de 08 de 2018, de NOTICIAS DEL PLANETARIO: http://www.planetariodebogota.gov.co/noticia/realidad-aumentada-en-el-planetario-de-bogot%C3%A1

Prendes Espinosa, C. (2015). REALIDAD AUMENTADA Y EDUCACIÓN: ANÁLISIS DE. *Revista de Medios y Educación*, 187-203.

Prensky, M. (2010). Nativos e Inmigrantes Digitales. *Institución Educativa SEK*, 23. Recuperado el 10 de 10 de 2017, de https://www.marcprensky.com/writing/Prensky-NATIVOS%20E%20INMIGRANTES%20DIGITALES%20(SEK).pdf

RAE. (2014). *Diccionario de la Real Academia Española*. Recuperado el 15 de 09 de 2017, de http://dle.rae.es/?id=Q8nqRs0

Real Academia Española. (01 de 10 de 2014). *Diccionario de la lengua española .* (R. A. Española, Ed.) Recuperado el 10 de 03 de 2018, de Museo: http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=museo

Real Academia Española. (2017). *Real Academia Española*. Recuperado el 18 de 10 de 2017, de http://dle.rae.es/?id=buDJhh3

Real Academia Española. (2017). *Real Academia Española*. Recuperado el 18 de 10 de 2017, de http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=inmersi%C3%B3n

Roehl, B., & Matsuba, S. (1996). *Using VRML.* Indianapolis.

Sánchez, E. M.-S. (31 de 05 de 2017). *La tecnología en las aulas*. Recuperado el 18 de 08 de 2017, de https://www.uhu.es/cine.educacion/didactica/0071tecnologiaaulas.htm

Shinya Matsutomo, T. M. (07 de 02 de 2017). A Computer Aided Education System Based on Augmented Reality by Immersion to 3-D Magnetic Field. *IEEE Transactions on Magnetics*. Recuperado el 15 de 09 de 2017

smartify. (12 de 07 de 2017). *Smartify*. Recuperado el 31 de 05 de 2018, de https://smartify.org/

StatCounter. (2017). *StatCounter*. Recuperado el 27 de 06 de 2018, de http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/colombia

T. Krasovsky, P. W. (15 de 08 de 2017). Effect of aging, mixed reality and dual task prioritization on texting while walking. *IEEE*. Recuperado el 15 de 09 de 2017

Thammathip Piumsomboon, Y. L. (2017). A Prototype to Study Cognitive and Aesthetic Aspects of Mixed Reality Technologies. *Base de Datos de la IEEE*.

The Metropolitan Museum of Art. (01 de 01 de 2018). *The MET*. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de The Metropolitan Museum of Art: https://www.metmuseum.org/

Unity. (2018). *ProBuilder*. Recuperado el 01 de 06 de 2018, de https://unity3d.com/es/unity/features/worldbuilding/probuilderhttps://unity3d.com/es/unity/features/worldbuilding/probuilder

Unity. (s.f.). *AssetBundles Browser.* Recuperado el 01 de 06 de 2018, de https://docs.unity3d.com/Manual/AssetBundles-Browser.html

Unity Community Wiki. (29 de 11 de 2017). *SimpleJSON*. Recuperado el 01 de 05 de 2018, de Unity Community: http://wiki.unity3d.com/index.php/SimpleJSON
Unity Documentation. (2016). *AssetBundles*. Recuperado el 30 de 03 de 2018, de https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/AssetBundlesIntro.html
Unity Documentation. (2018). *Unity Asset Bundle Browser tool*. Recuperado el 30 de 03 de 2018, de https://docs.unity3d.com/Manual/AssetBundles-Browser.html
Unity Technologies. (2018). *Requisitos del sistema para la Unity versión*. Recuperado el 10 de 08 de 2018, de https://unity3d.com/es/unity/system-requirements
Unity. (s.f.). *Unity Documentation.* Recuperado el 01 de 06 de 2018, de https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/AssetBundlesIntro.html
Warren Bennett, P. X. (s.f.). *sabermas*. Recuperado el 31 de 03 de 2018, de VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA REALIDAD VIRTUAL: https://sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/93-numero-1250/186-ventajas-y-desventajas-de-la-realidad-virtual.html
Wikipedia. (02 de 02 de 2017). *SSE2*. Recuperado el 09 de 08 de 2018, de wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/SSE2
Wikipedia®. (05 de 06 de 2017). *Anexo:Motores de juego*. Recuperado el 12 de 01 de 2018, de https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Motores_de_juego
wwwavancesdelcelular. (s.f.). *CARACTERÍSTICA FUNDAMENTAL DE LA REALIDAD AUMENTADA.* Recuperado el 12 de 05 de 2018, de http://wwwavancesdelcelular.weebly.com/caracteriacutesticas.html
X. Basogain, M. O. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *ONLINE EDUCA MADRID*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2017
Zlatanova , S. (2002). Augmented Reality Technology. *GISt Report*, 1-71.

Capítulo

14

Transformar todos los conocimientos en algo que pueda perdurar en la memoria colectiva del ser humano es un reto que todos en la vida deberíamos tener para trascender la esencia efímera del ser.

Fuente: Autores:

Anexos

14 Anexos

14.1 Encuesta de usabilidad

La encuesta de usabilidad se realizó con la plataforma Jotformz, esta se encuentra en el siguiente enlace: https://form.jotformz.com/82245491037658

Esta es la visualización de la encuesta:



Ilustración 124: Pantalla de Inició de la encuesta.



Ilustración 125: Pantalla de explicación de la encuesta

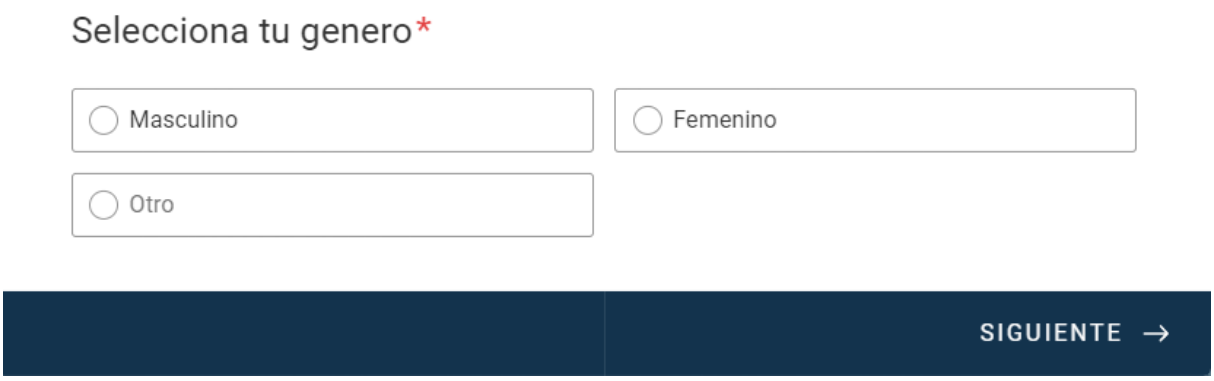


Ilustración 126: Encuesta: Selección de género.



Ilustración 127: Encuesta: Selección de rango de edad.

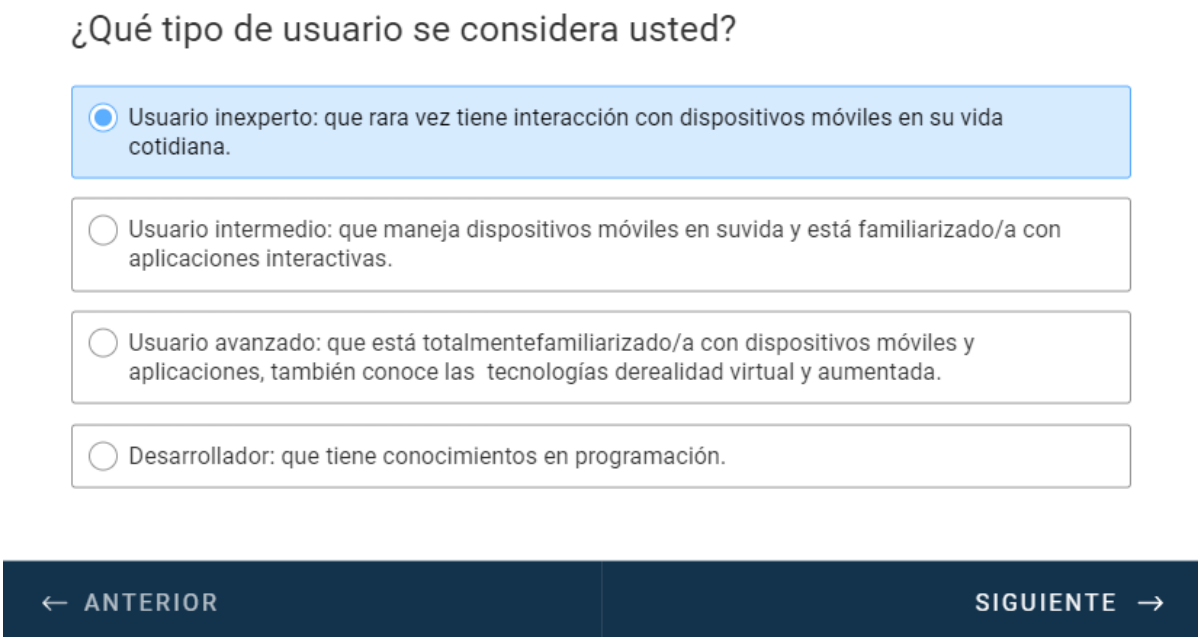


Ilustración 128: Encuesta: Selección de Tipo de Usuario.

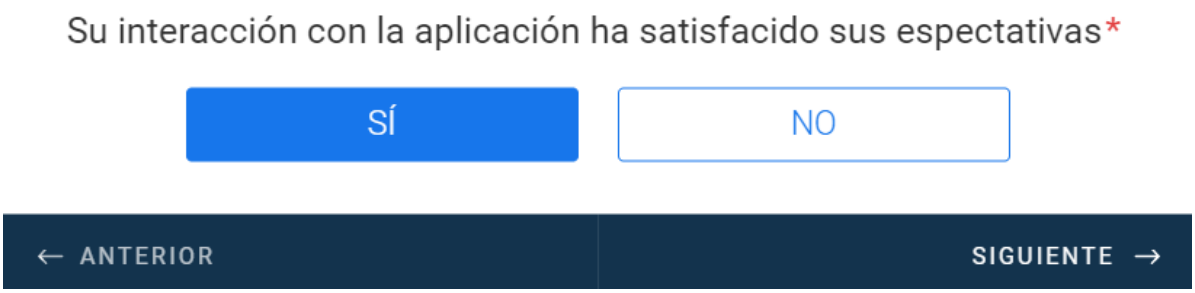


Ilustración 129: Encuesta: Selección de satisfacción.

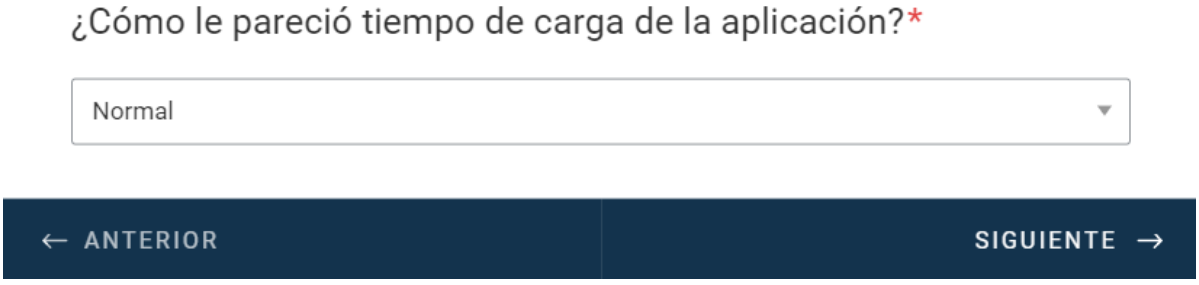


Ilustración 130: Encuesta: Selección acerca del tiempo de carga de la aplicación.

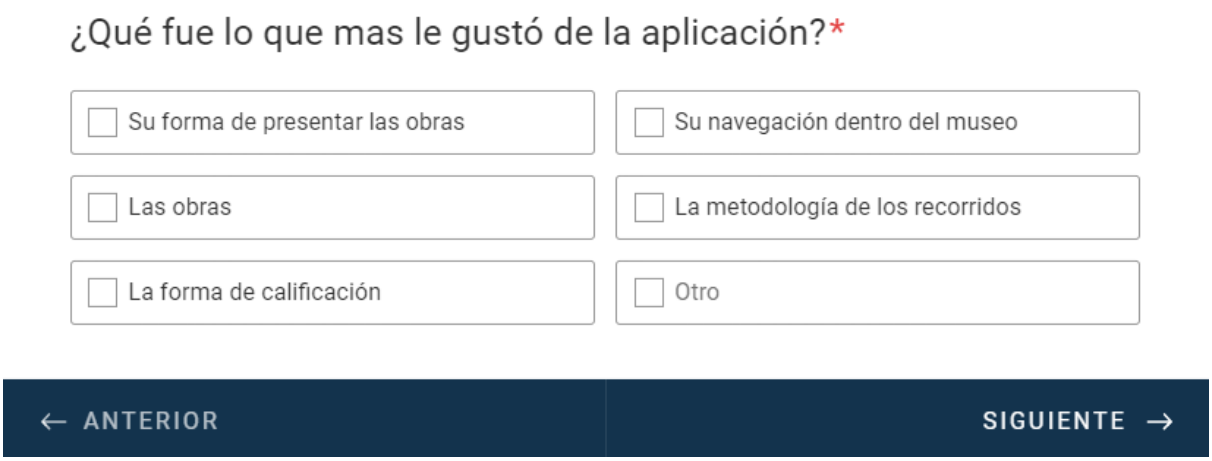


Ilustración 131: Encuesta: Selección de lo que más le gustó de la aplicación.

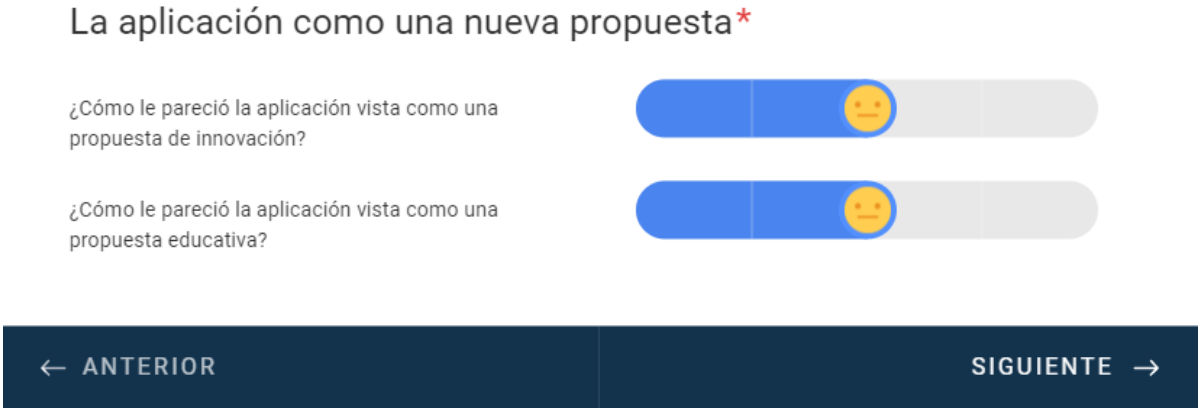


Ilustración 132: Encuesta: Selección de la aplicación como una nueva propuesta.

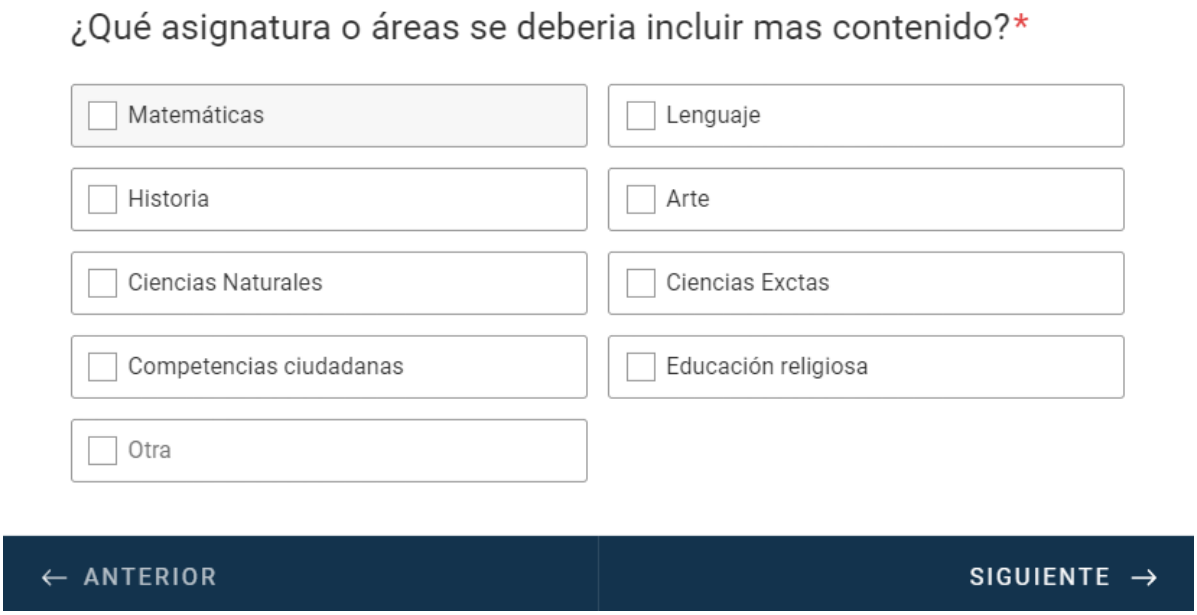


Ilustración 133: Encuesta: Selección de las áreas que considera que se deben agregar.

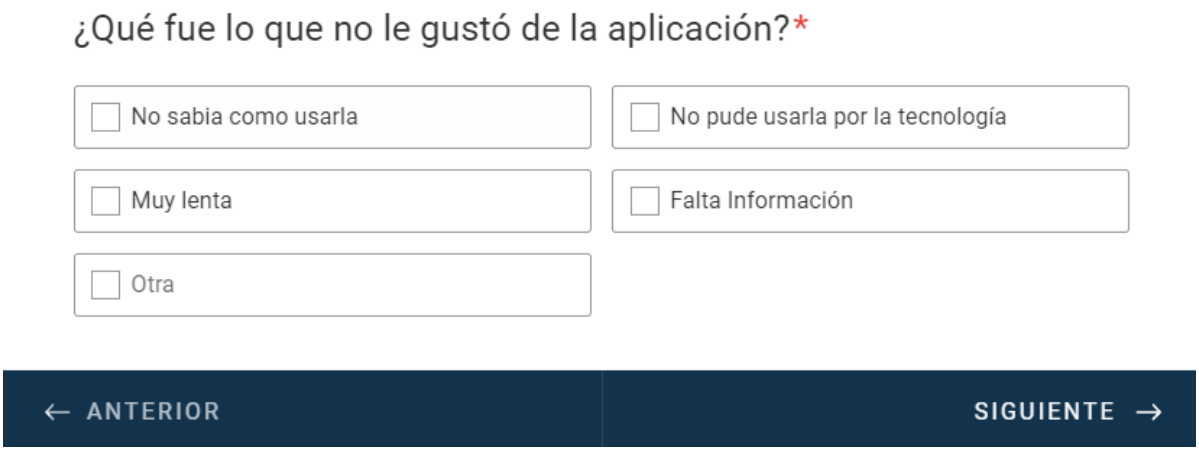


Ilustración 134: Encuesta: Selección de que no le gustó de la aplicación.

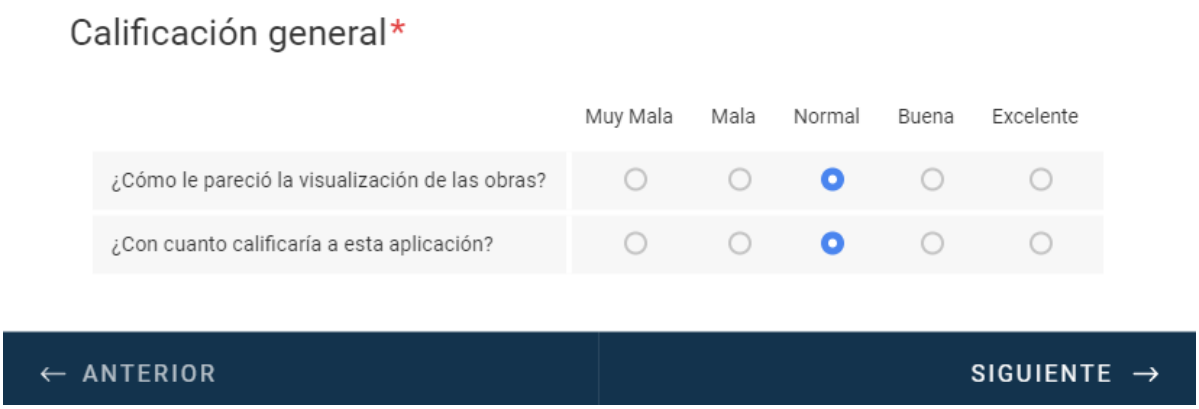


Ilustración 135: Encuesta: Selección de La calificación generar de la aplicación.

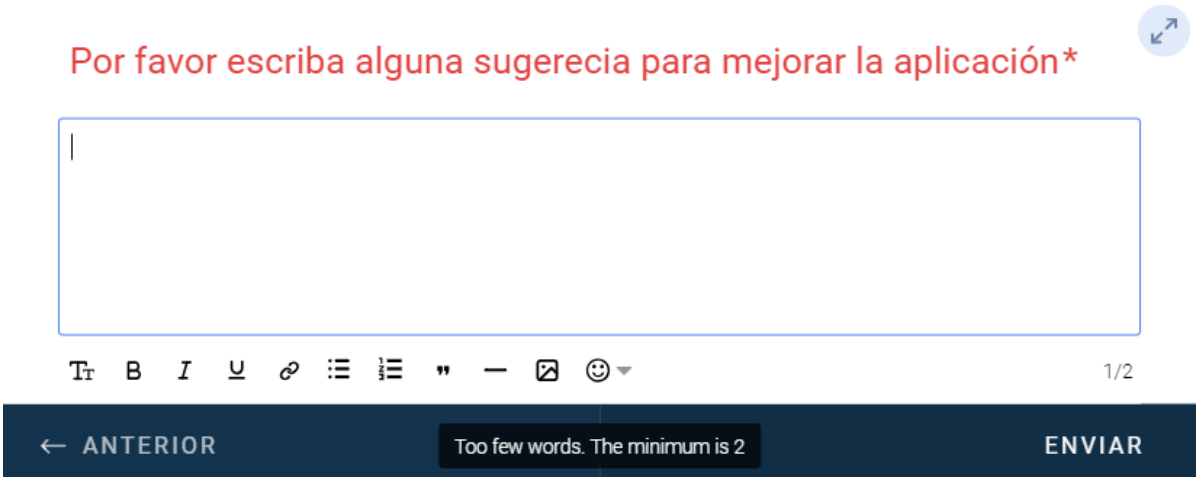


Ilustración 136: Encuesta: Campo para escribir sugerencias.

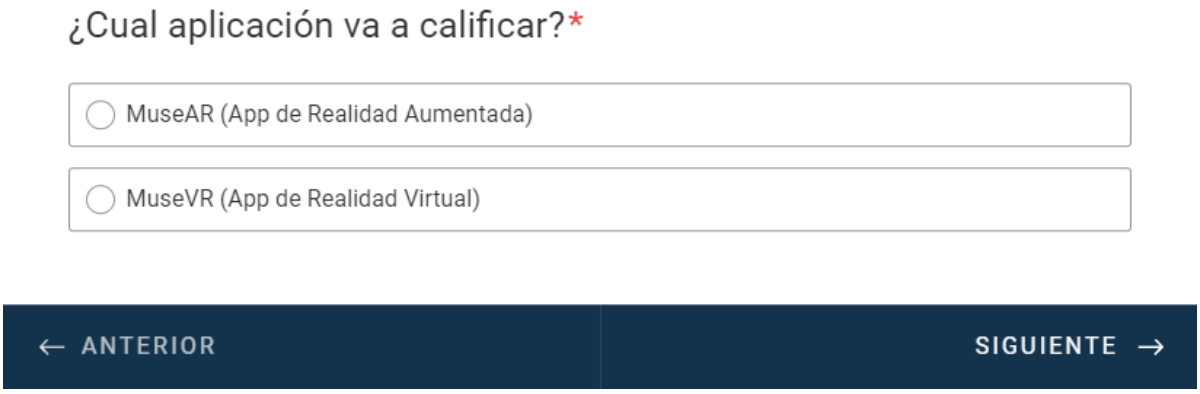


Ilustración 137: Encuesta: Selección de Aplicación a Calificar.

Dependiendo de la aplicación que se elija se desplegará las preguntas correspondientes a dicha aplicación.

14.1.1 Preguntas propias de Realidad Virtual

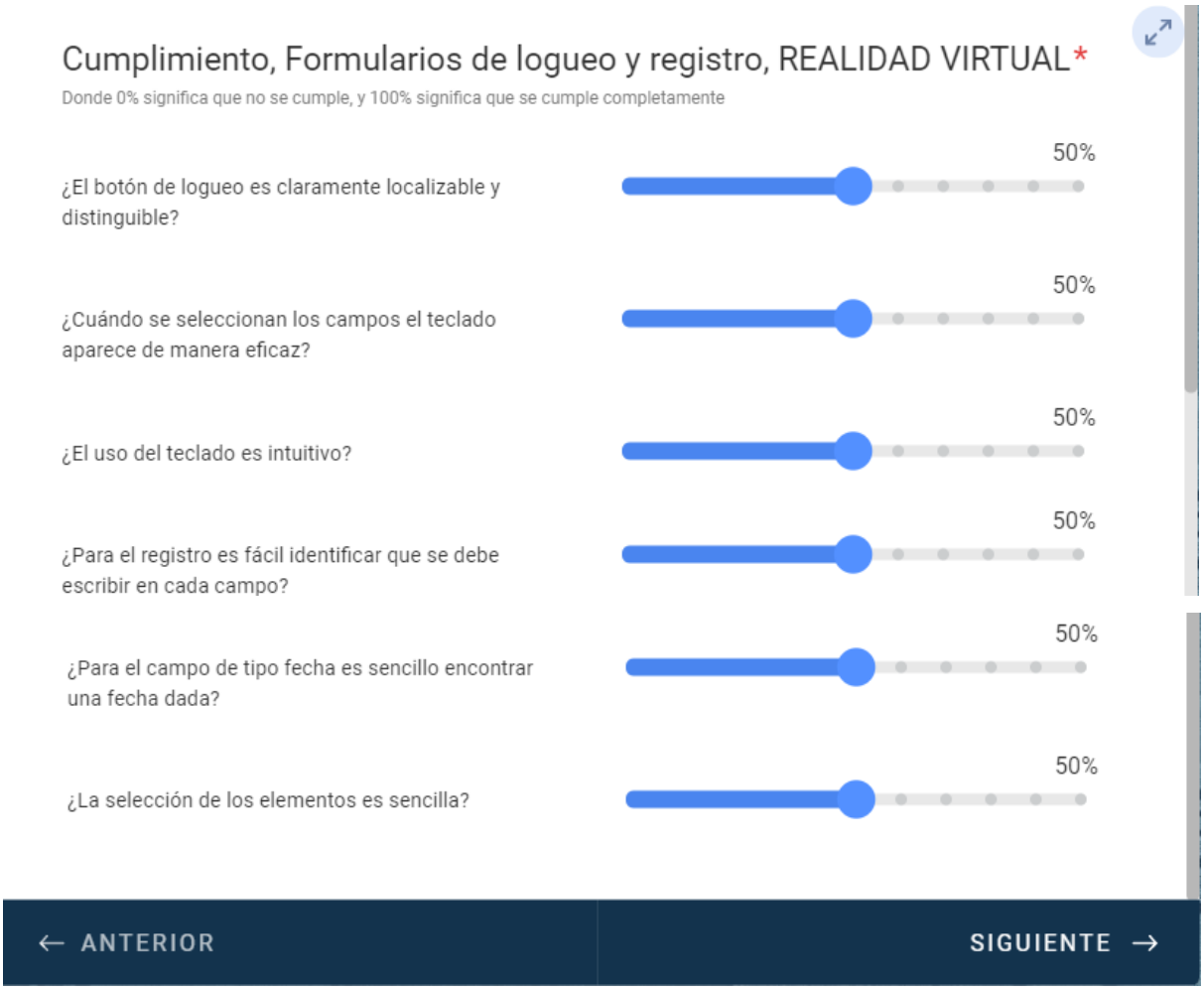


Ilustración 138: Encuesta: Preguntas de Realidad Virtual sobre Formularios Logueo y Registro.

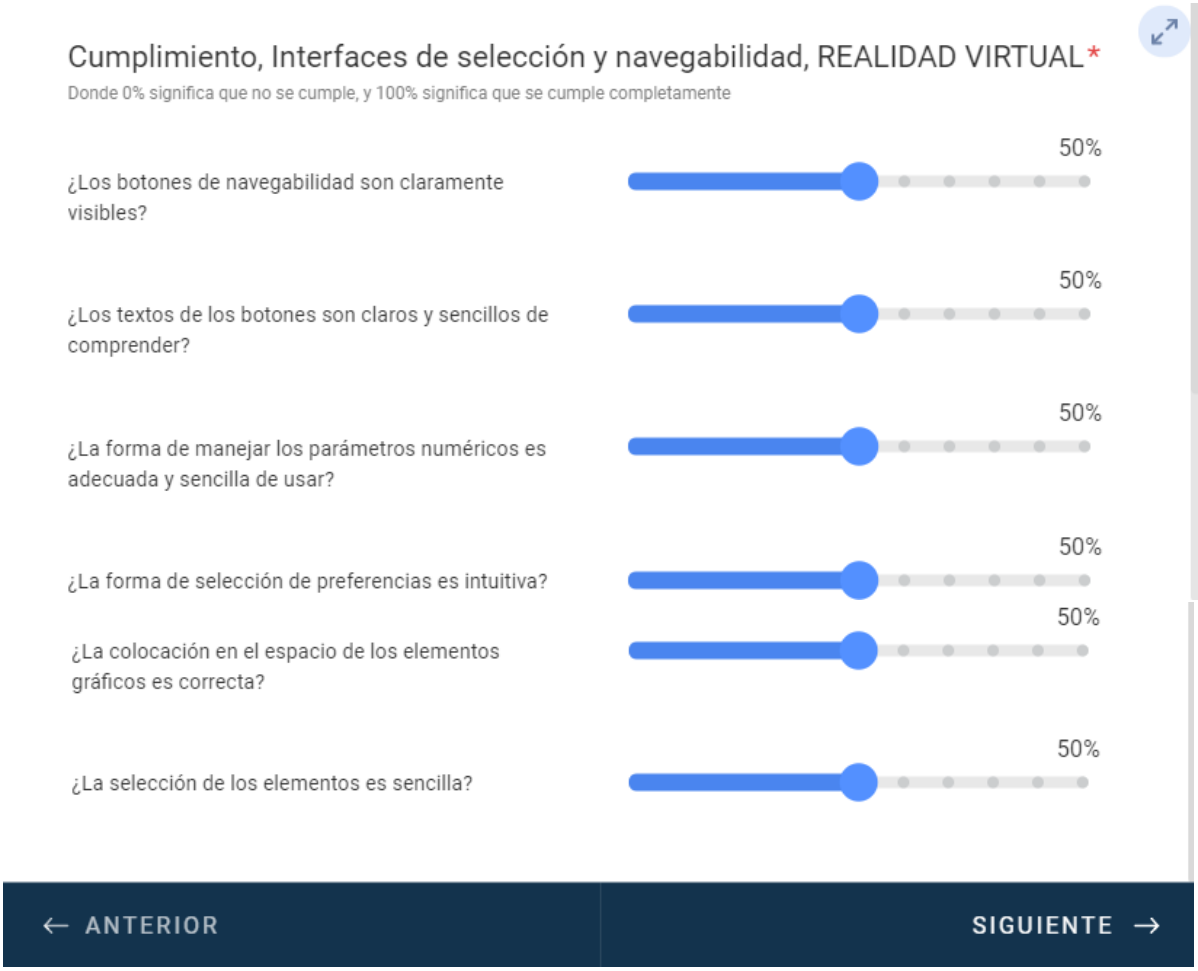


Ilustración 139: Encuesta: Preguntas de Realidad Virtual sobre Interfaces de selección y navegabilidad.

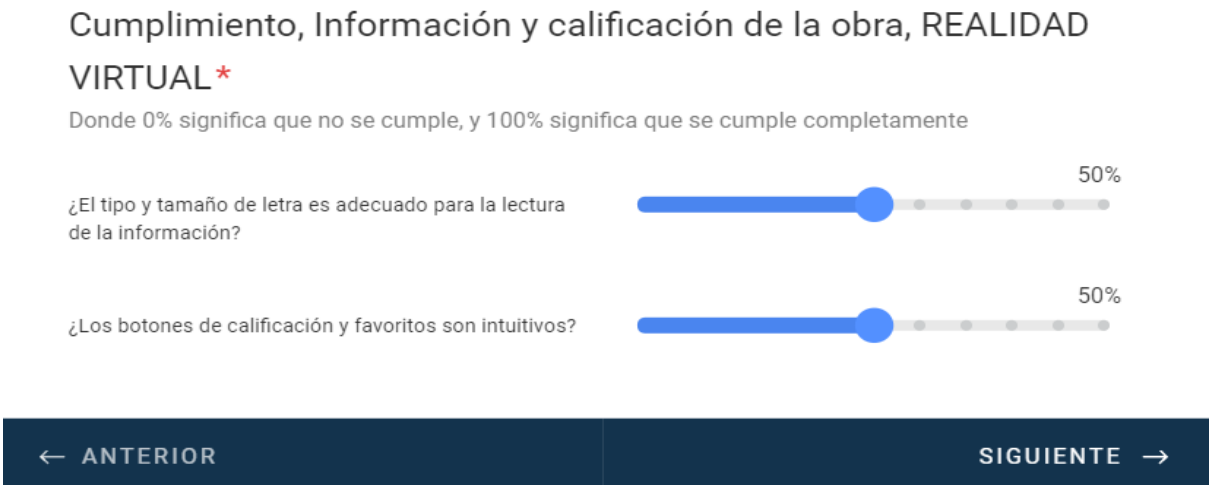


Ilustración 140: Encuesta: Preguntas de Realidad Virtual sobre Información y calificación de la obra.

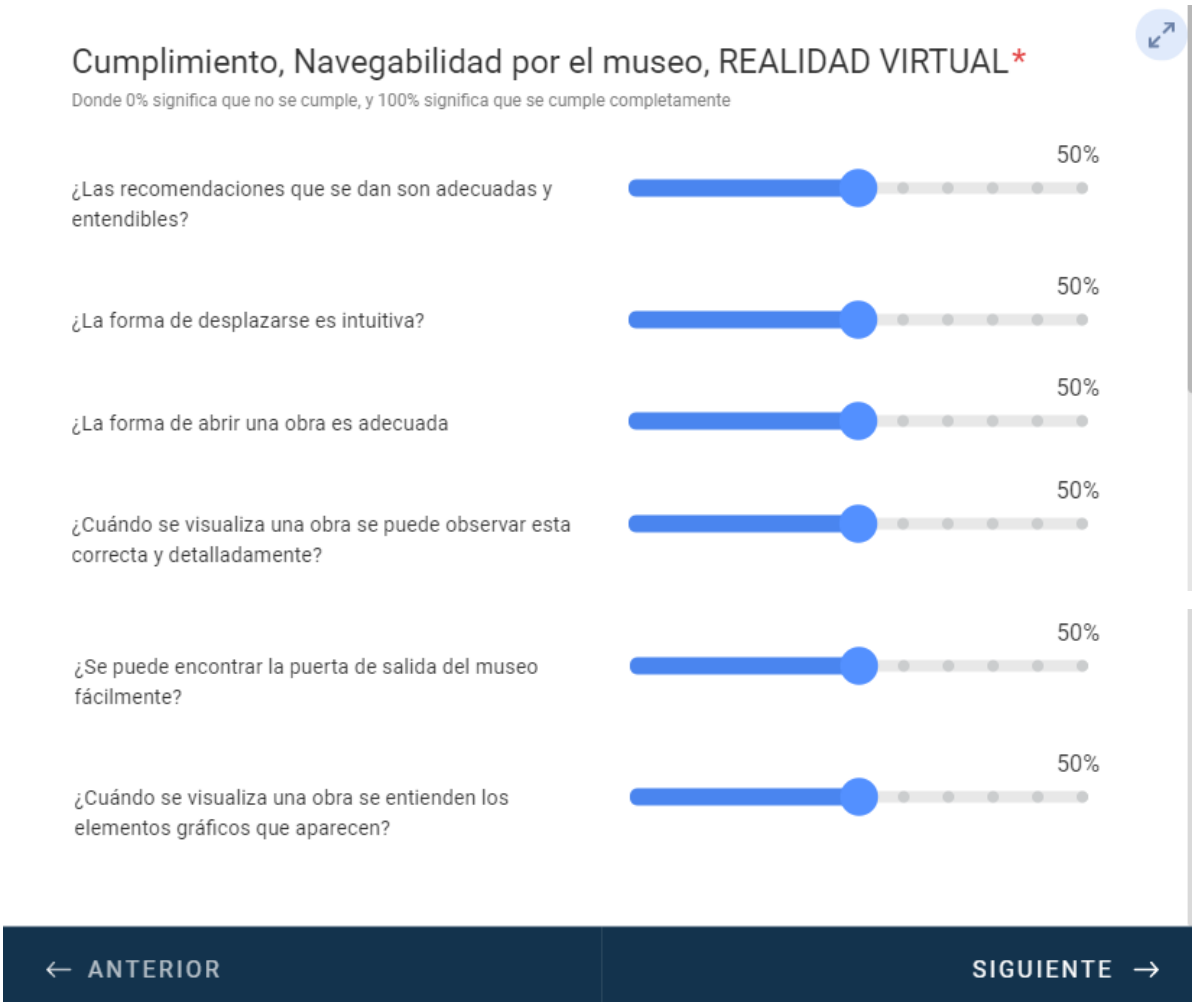


Ilustración 141: Encuesta: Preguntas de Realidad Virtual sobre Navegabilidad por el museo.

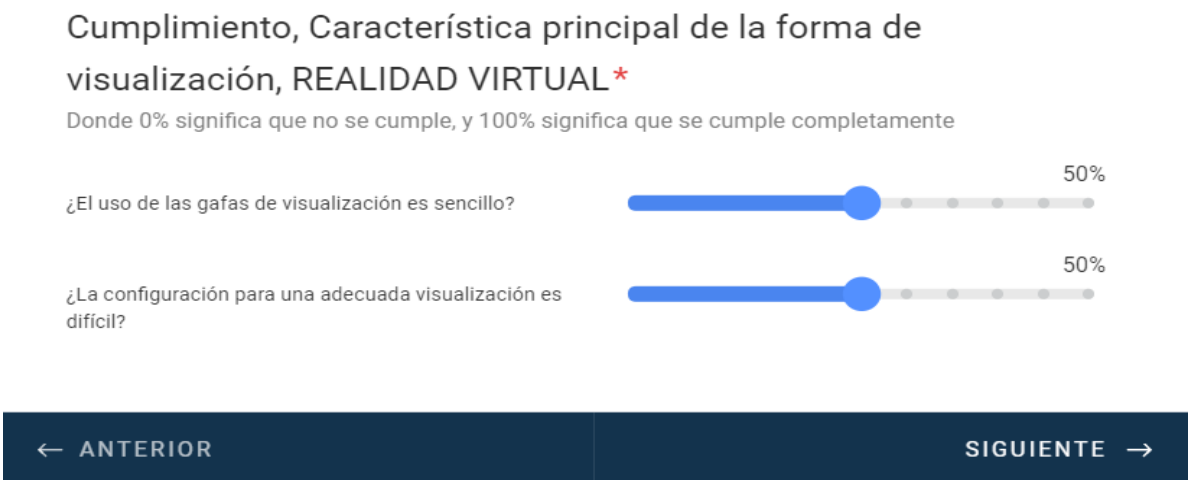


Ilustración 142: Encuesta: Preguntas de Realidad Virtual sobre Característica principal de la forma de visualización.

14.1.2 Preguntas propias de Realidad Aumentada

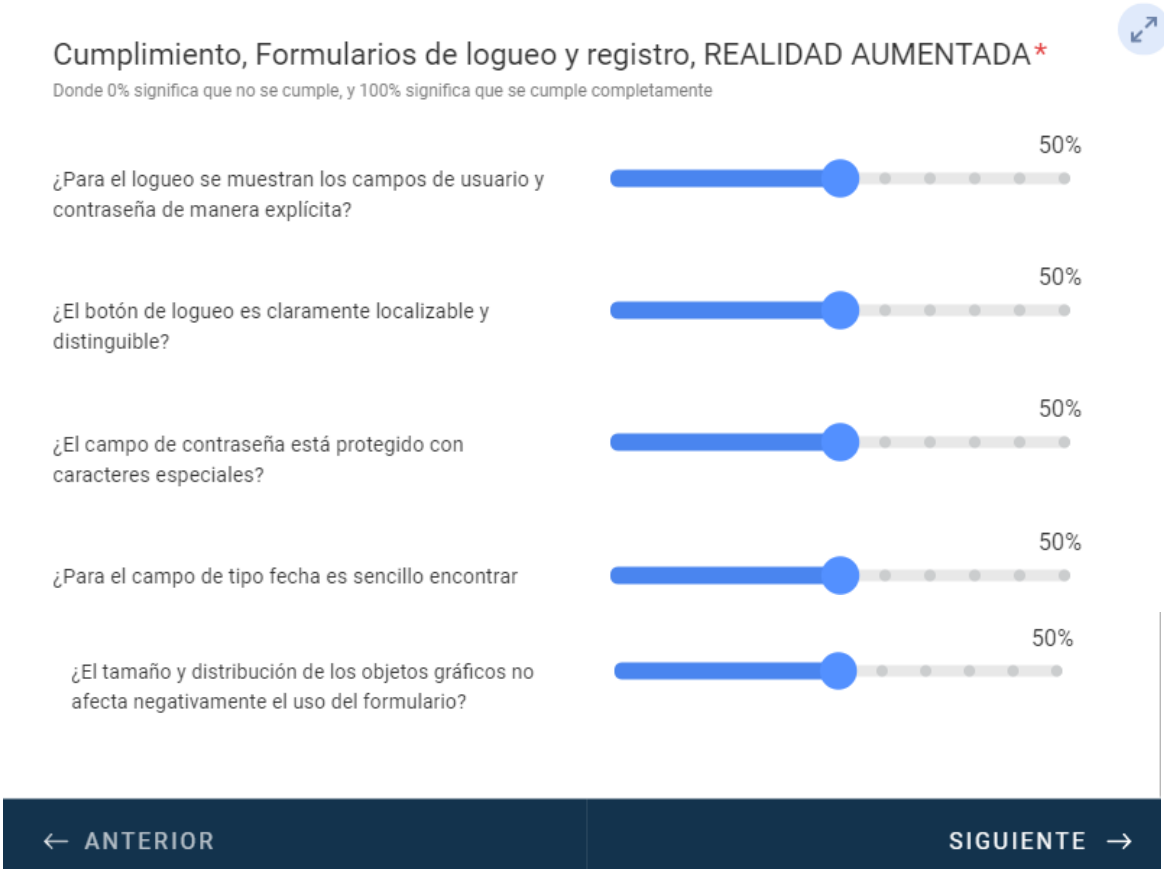


Ilustración 143: Encuesta: Preguntas de Realidad Aumentada sobre Formularios Logueo y Registro.

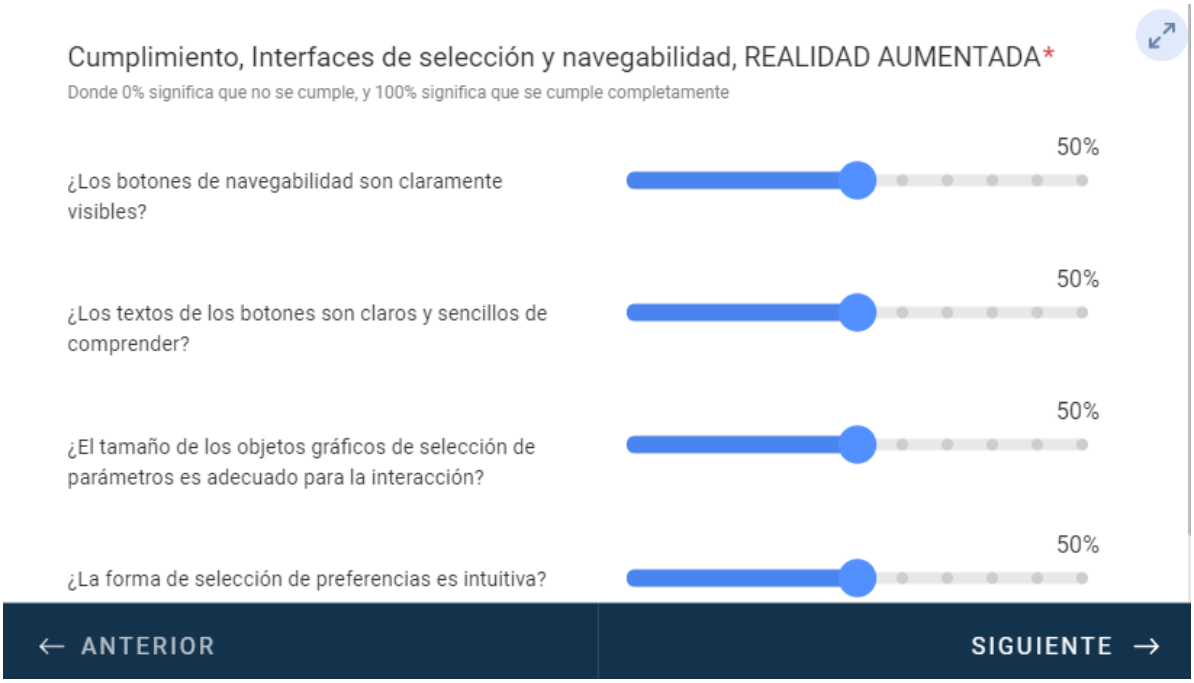


Ilustración 144: Encuesta: Preguntas de Realidad Aumentada sobre Interfaces de selección y navegabilidad.

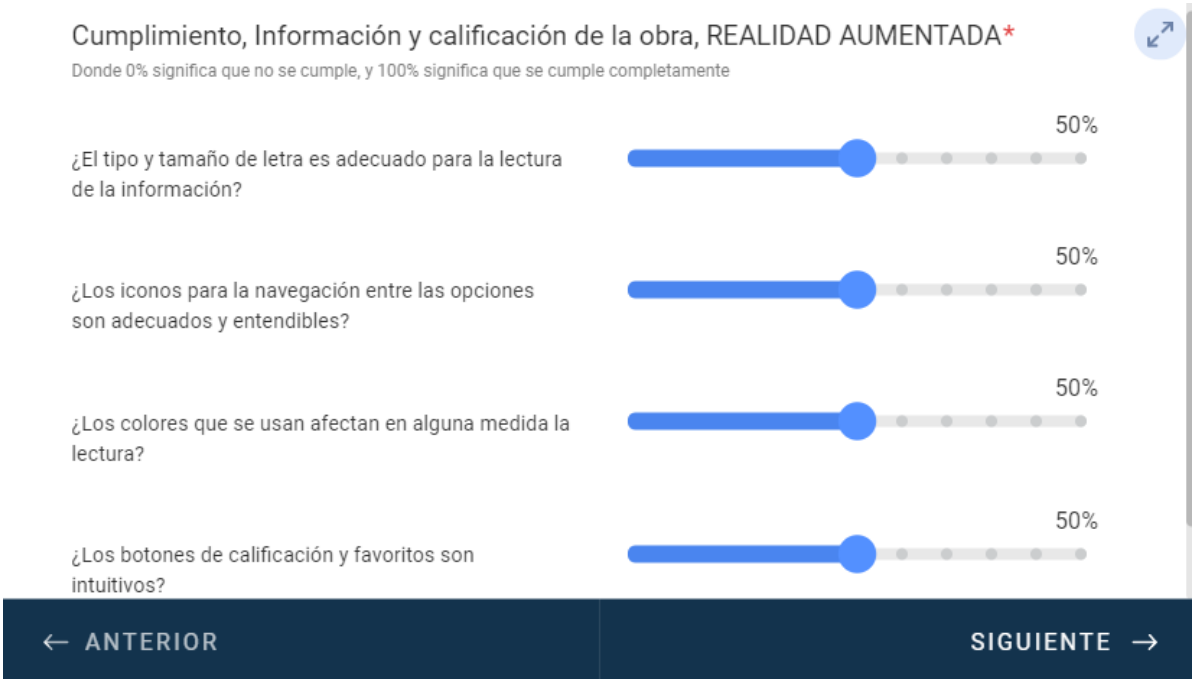


Ilustración 145: Encuesta: Preguntas de Realidad Aumentada sobre Información y calificación de la obra.

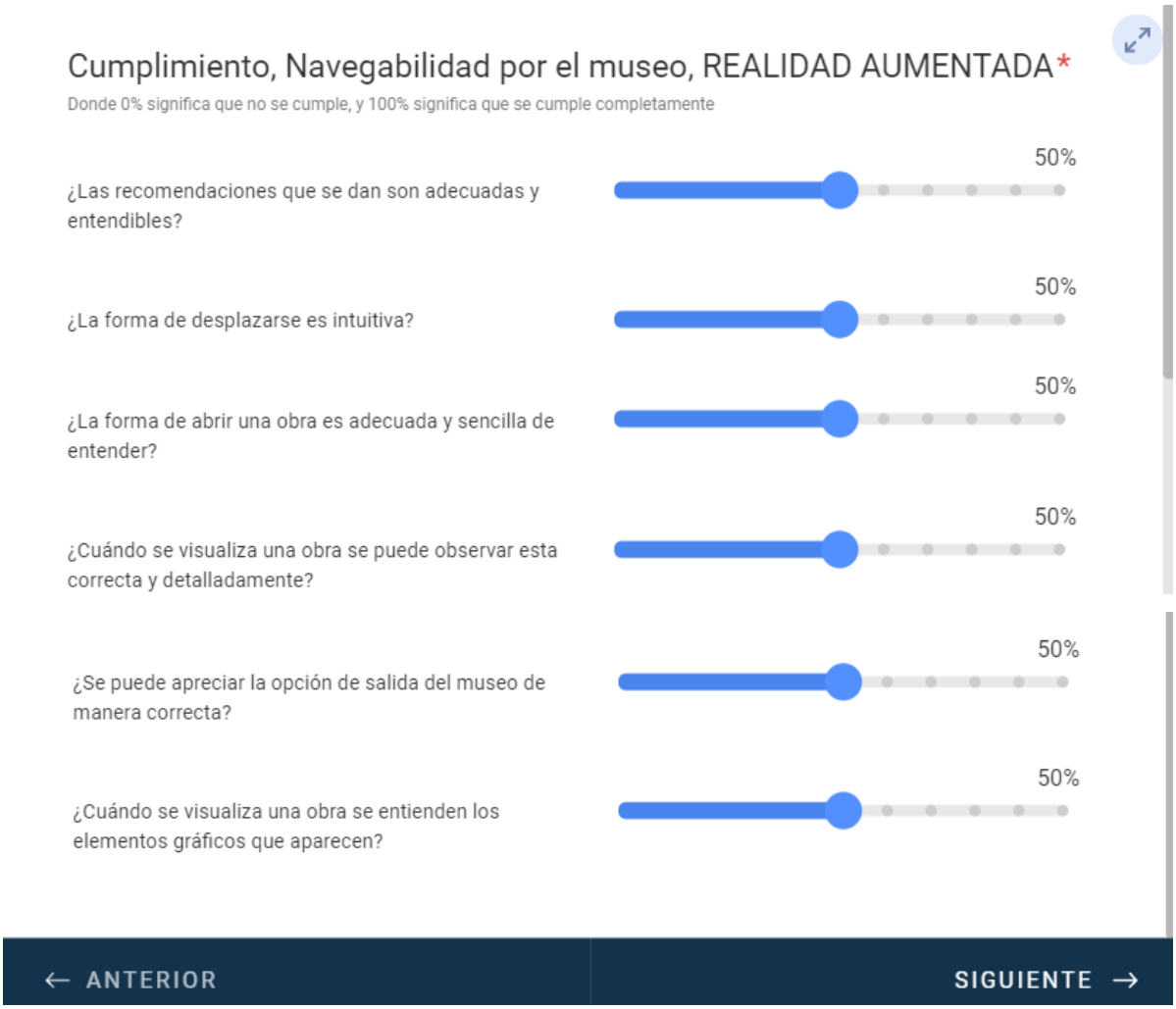


Ilustración 146: Encuesta: Preguntas de Realidad Aumentada sobre Navegabilidad por el museo.

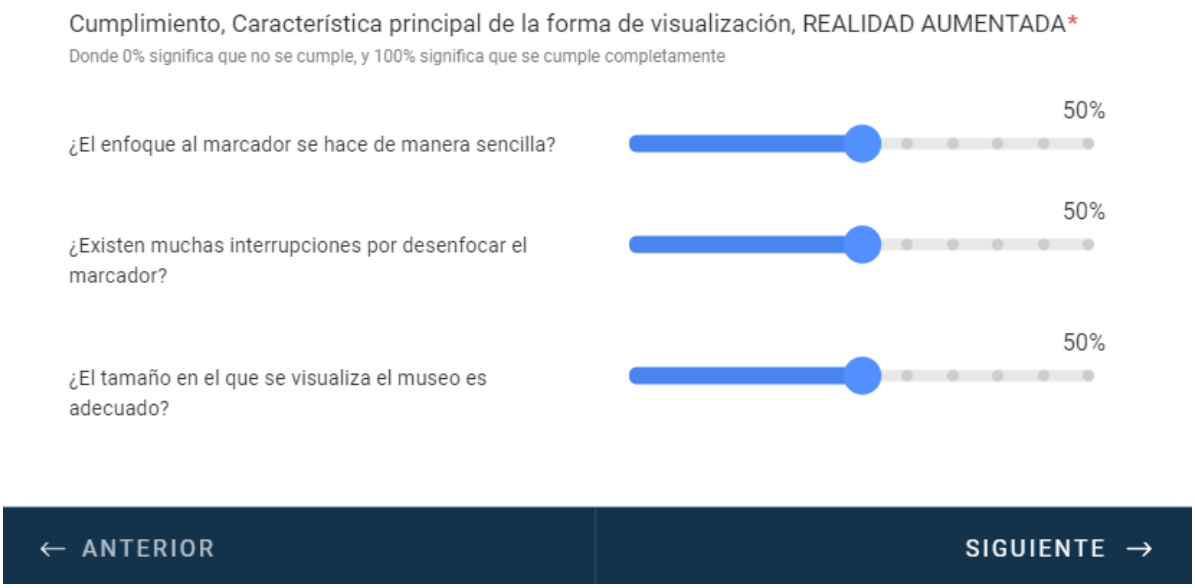


Ilustración 147: Encuesta: Preguntas de Realidad Aumentada sobre Característica principal de la forma de visualización.