

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN
EN ARTES MULTIMEDIA**

TEMA:

Aplicación para Oculus Go basada en fósil de megafauna prehistórica como soporte a la divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano

AUTORES:

**Haensel Solórzano, Silvia Fátima
Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Licenciada en Producción y Dirección de Artes Multimedia**

**Romero Andrade, Eduardo Javier
Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniero en Producción y Dirección en
Artes Multimedia**

TUTOR:

Lcdo. Sancán Lapo, Milton Elías, Mgs.

**Guayaquil, Ecuador
18 de marzo del 2019**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE LICENCIATURA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN
EN ARTES MULTIMEDIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Haensel Solórzano, Silvia Fátima** como requerimiento para la obtención del título de **Licenciatura en Producción y Dirección en Artes Multimedia.**

TUTOR

f. _____
Sancán Lapo, Milton Elías, Mgs.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Lcdo. Moreno Díaz, Víctor Hugo, Mgs.

Guayaquil, a los 18 días del mes de marzo del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN
EN ARTES MULTIMEDIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Romero Andrade, Eduardo Javier** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniería en Producción y Dirección en Artes Multimedia.**

TUTOR

f. _____
Sancán Lapo, Milton Elías, Mgs.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Lcdo. Moreno Díaz, Víctor Hugo, Mgs.

Guayaquil, a los 18 días del mes de marzo del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE LICENCIATURA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN
EN ARTES MULTIMEDIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Haensel Solórzano, Silvia Fátima

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Aplicación para Oculus Go basada en fósil de megafauna prehistórica como soporte a la divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano**, previo a la obtención del título de **Licenciatura en Producción y Dirección en Artes Multimedia** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 18 días del mes de marzo del 2019

EL AUTOR (A)

f. _____
Haensel Solórzano, Silvia Fátima



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN
EN ARTES MULTIMEDIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Romero Andrade, Eduardo Javier**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Aplicación para Oculus Go basada en fósil de megafauna prehistórica como soporte a la divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano**, previo a la obtención del título de **Ingeniería en Producción y Dirección en Artes Multimedia** ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 18 días del mes de marzo del 2019

EL AUTOR (A)

f. _____
Romero Andrade, Eduardo Javier



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE LICENCIATURA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN
EN ARTES MULTIMEDIA**

AUTORIZACIÓN

Yo, Haensel Solórzano, Silvia Fátima

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Aplicación para Oculus Go basada en fósil de megafauna prehistórica como soporte a la divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 18 días del mes de marzo del 2019

LA AUTORA:

f. _____
Haensel Solórzano, Silvia Fátima



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN
EN ARTES MULTIMEDIA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Romero Andrade, Eduardo Javier**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Aplicación para Oculus Go basada en fósil de megafauna prehistórica como soporte a la divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 18 días del mes de marzo del 2019

EL AUTOR:

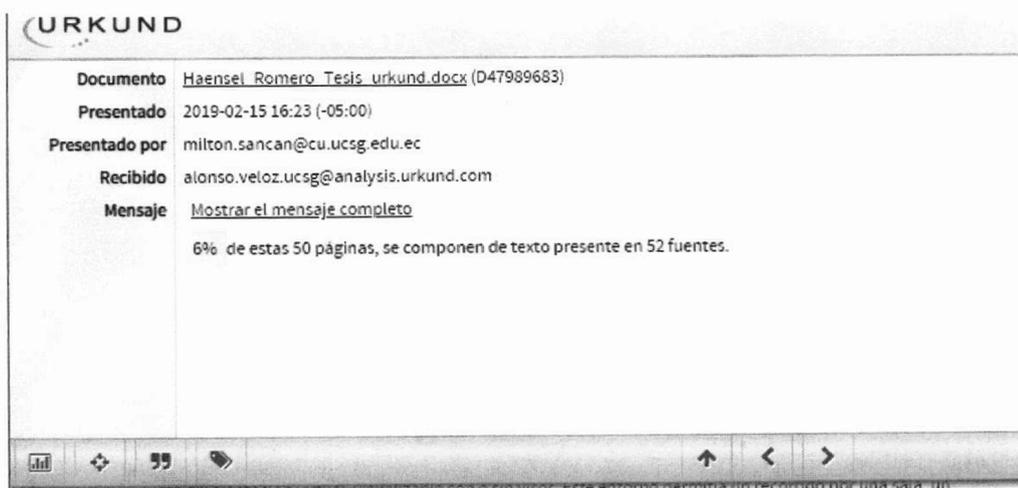
f. _____
Romero Andrade, Eduardo Javier

Guayaquil, 20 – 02 – 2019

Lcdo. Víctor Hugo Moreno, Mgs.
Director de Carrera de
Producción y Dirección en Artes Multimedia

Presente

Sírvase encontrar a continuación el presente el print correspondiente al informe del software antiplagio URKUND, una vez que el mismo ha sido analizado y se ha procedido en conjunto con el estudiante: SOLÓRZANO HAENSEL, FÁTIMA SILVIA a realizar la retroalimentación y correcciones respectivas de manejo de citas y referencias en el documento del Trabajo de Titulación del mencionado estudiante.



The screenshot displays the URKUND interface with the following details:

Documento	Haensel_Romero_Tesis_urkund.docx (D47989683)
Presentado	2019-02-15 16:23 (-05:00)
Presentado por	milton.sancan@cu.ucsg.edu.ec
Recibido	alonso.veloz.ucsg@analysis.urkund.com
Mensaje	Mostrar el mensaje completo 6% de estas 50 páginas, se componen de texto presente en 52 fuentes.

At the bottom of the interface, there is a navigation bar with icons for home, search, and navigation, and a footer that reads: "UNA APLICACION VIRTUAL VISUALIZABLE CON O SIN INTERNET. ESTE SISTEMA PERMITE UN RECORDADO POR UNA SESION."

Atentamente,



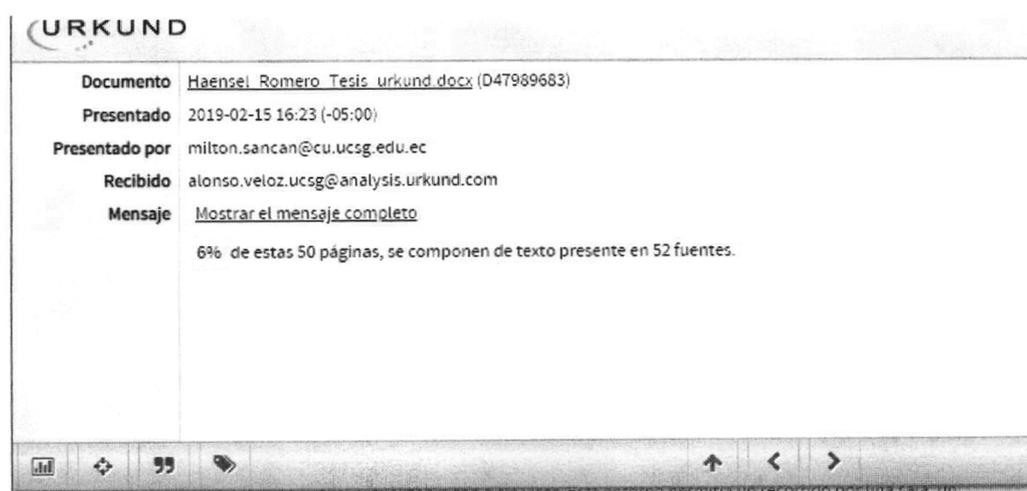
LIC. MILTON SANCAN LAPO, MGS.
Docente tutor

Guayaquil, 20 – 02 – 2019

Lcdo. Víctor Hugo Moreno, Mgs.
Director de Carrera de
Producción y Dirección en Artes Multimedia

Presente

Sírvase encontrar a continuación el presente el print correspondiente al informe del software antiplagio URKUND, una vez que el mismo ha sido analizado y se ha procedido en conjunto con el estudiante: ROMERO ANDRADE, EDUARDO JAVIER a realizar la retroalimentación y correcciones respectivas de manejo de citas y referencias en el documento del Trabajo de Titulación del mencionado estudiante.



The screenshot displays the URKUND software interface. At the top left, the URKUND logo is visible. The main content area shows a list of document details:

Documento	Haensel_Romero_Tesis_urkund.docx (D47989683)
Presentado	2019-02-15 16:23 (-05:00)
Presentado por	milton.sancan@cu.ucsg.edu.ec
Recibido	alonso.veloz.ucsg@analysis.urkund.com
Mensaje	Mostrar el mensaje completo 6% de estas 50 páginas, se componen de texto presente en 52 fuentes.

At the bottom of the window, there is a navigation toolbar with icons for home, search, and navigation arrows.

Atentamente,


LIC. MILTON SANCAN LAPO, MGS.
Docente tutor

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la vida por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente y llenarme de bendiciones cada día. A mis padres Silvia Solórzano de Haensel y Ernesto Haensel Esteves por haber fomentado en mí valores como la perseverancia, el esfuerzo y la superación. Siempre estaré agradecida con ustedes por todo. A mis hermanos, cuñadas y sobrinos por brindarme siempre su cariño y afecto.

A mi compañero de vida, Hugo Vejar Rueda, por estar a mi lado en el camino de la superación. A los segundos padres que la vida me obsequió, Margarita Rueda y Hugo Vejar Villavicencio por brindarme su apoyo incondicional y confianza.

A mi estimado compañero de tesis Eduardo Romero por su responsabilidad y dedicación. Fue un honor realizar este proyecto junto a él. A mis amigos y colegas, Jorge Baldeón y Oswaldo Sabando por su apoyo y colaboración en este proyecto.

A mi tutor, el profesor Milton Sancán Lapo, MSc., por ser un guía en este proceso. Y al Museo Paleontológico Megaterio, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por permitirnos desarrollar el proyecto en sus instalaciones.

Muy cariñosamente agradezco a la Lcda. Norma Bohórquez, Secretaria de la Facultad de Artes y Humanidades, por atender los problemas académicos de los alumnos con tanta amabilidad y eficacia.

Y finalmente mi imperecedero agradecimiento a la Facultad de Artes y Humanidades de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil por abrirme sus puertas y avanzar junto a mí en este desarrollo profesional. A cada uno de ustedes les quedo totalmente agradecida.

Silvia Haensel Solózano

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Artes y Humanidades de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil. A mi compañera de tesis Silvia Haensel. A nuestro tutor, prof. Milton Sancán Lapo, MSc.

Al arqueólogo Erick X. López Reyes, profesor de la Universidad Estatal Península de Santa Elena y a la Licenciada Shirley de la Cruz, directora del Museo Paleontológico Megaterio. Gracias por abrir puertas a la tecnología.

Eduardo Javier Romero Andrade

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo de investigación a los nuevos campos profesionales que el avance tecnológico brinda aceleradamente en estos tiempos, a las ciencias como la paleontología y arqueología, y principalmente a sus investigadores que continúan trabajando en pro de nuevos hallazgos.

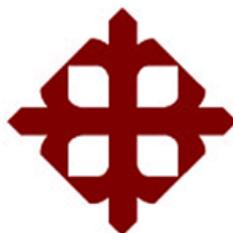
Dedico esta investigación a la fusión de la investigación de campo con las tecnologías emergentes para que juntas difundan contenidos enriquecidos de realismo sensorial que inspiren a las nuevas generaciones a seguir investigando y despertar así la curiosidad por el conocimiento.

Silvia Haensel Solózano

A mi esposa, Sandra San Lucas Martínez y a mi hermano Adrián Romero Andrade, que desde cuatro años atrás escalaron conmigo esta montaña. A Laura y Edgar. A Conchita y Norge. A mi familia. A mis compañeros con quienes inicié esta aventura, Samantha Arreaga y Daniel Fuentes. A mi facultad. Al departamento de Bienestar Universitario de la FAH, y a la Psic. Rocío Garcés Fiallo, por creer y fomentar la superación.

A los paleontólogos y arqueólogos ecuatorianos. Exploradores incansables de historia, tecnología y nuevo conocimiento.

Eduardo Javier Romero Andrade



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN
EN ARTES MULTIMEDIA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Lcdo. Moreno Díaz, Víctor Hugo, Mgs.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Lcda. Murillo Villamar, Ana Lucía, Mgs.

COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Lcda. Chalén Ortega, Jessenia Guadalupe, Mgs.

OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN
EN ARTES MULTIMEDIA**

CALIFICACIÓN

f. _____

**Sancán Lapo, Milton Elías, Mgs.
TUTOR**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I	5
1.1 Planteamiento del problema.....	5
1.2 Formulación del problema	8
1.3 Objetivo General.....	8
1.4 Objetivos específicos.....	8
1.5 Justificación	9
1.6 Marco teórico	18
1.6.1 Paleontología: el estudio de animales prehistóricos.....	18
1.6.2 Recursos para contenidos museográficos.....	24
1.6.3 Nivel de iconicidad en la realidad virtual.....	25
1.6.4 Posibles disconformidades en realidad virtual.....	27
1.7 Marco Conceptual	31
1.7.1 Patrimonio paleontológico.....	31
1.7.2 Museografía	31
1.7.3 Ambientes inmersivos.....	31
1.7.4 Tecnología 3D.....	32
1.7.5 La realidad según la psicología	32
1.7.6 Realidad virtual	34
1.7.7 Video panorámico en 360 grados	34
1.7.8 Realidad aumentada.....	34
1.7.9 Dispositivos para percepción de realidad virtual.....	35
1.7.10 Render	39
1.7.11 Sonorización en ambientes inmersivos	39
1.7.12 Interactividad.....	40
1.7.13 UX (User Experience) experiencia de usuario.....	40
1.7.14 Usabilidad	40
1.7.15 Interfaz de usuario (User Interface)	41
1.7.16 Motores de videojuegos (Game Engines).....	41
1.7.17 Estándares comunes en motores de videojuegos	42
1.7.18 Comparativa entre motores de videojuegos	42
CAPÍTULO II	46
2.1 Planteamiento de la metodología	46
2.2 Población y muestra	47

2.3	Instrumentos de investigación	48
2.3.1	Entrevistas y documentación	48
2.3.2	Encuesta	49
2.3.3	Focus Group	49
2.4	Resultados de la investigación	50
2.4.1	Cuantitativo: Encuestas	50
2.4.2	Cualitativo: focus group para evaluación de uso	59
2.4.3	Cualitativo: Entrevistas	69
2.4.4	Resumen de resultados de instrumentos de investigación.....	82
	CAPITULO III	84
3.1	Descripción del proyecto	84
3.2	Contexto del visitante de museo	89
3.3	Descripción del usuario	91
3.4	Requerimientos técnicos	92
3.5	Funcionalidad	96
3.6	Módulos de la aplicación	101
3.7	Factibilidad económica	102
3.8	Gestión de comunicación en museos.....	103
3.9	Autofinanciamiento del proyecto	105
3.9.1	Crowdfunding.....	105
3.9.2	El patrocinio de empresas a instituciones culturales sin lucro	109
	CONCLUSIONES.....	113
	RECOMENDACIONES	116
	BIBLIOGRAFÍA	117

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.	Ubicación de fósiles del pleistoceno.	10
Imagen 2.	Museos activos en la provincia de Santa Elena.....	12
Imagen 3.	Realidad aumentada en museos de Ecuador	13
Imagen 4.	Proyecto Zeitreise. Alemania.	14
Imagen 5.	Naturkundmuseum. Alemania.....	14
Imagen 6.	Modigliani VR. Tate Museum. Inglaterra.	15
Imagen 7.	Entorno virtual Colosseum Lives. Canadá.	16
Imagen 8.	Museo virtual de ciencias. Argentina.....	16

Imagen 9. Megafauna, prehistoria e historia.	20
Imagen 10. Representación del megaterio y ubicación de fósiles en 2003. .	22
Imagen 11. Tipos de exposición en museos	24
Imagen 12. Recursos interactivos en el MUNA. Quito.	25
Imagen 13. The Big Fear of Heights Experience.	26
Imagen 14. Diferencias en profundidad real y profundidad virtual	28
Imagen 15. La ilusión del mismo color.	33
Imagen 16. Adaptación del Continuo Virtual de Milgram	35
Imagen 17. Estructura de visor básico y visor Oculus Go.....	37
Imagen 18. Niveles interactivos del prototipo usado en focus group	60
Imagen 19. Inicio de la prueba del prototipo.	61
Imagen 20. Entorno para recreación de ambiente prehistórico	86
Imagen 21. Proceso de texturizado.....	87
Imagen 22. Animación de muerte de megaterio.	88
Imagen 23. Interacción con ambientación y menú. App MegaterioVR	97
Imagen 24. Interfaces de menú y opciones. Megaterio VR	98
Imagen 25. Esquema de menús y contenido.	100
Imagen 26. Flujo de interacción jerárquico. Aplicación MegaterioVR.	101
Imagen 27. Plataforma de crowdfunding del Museo del Louvre.	106
Imagen 28. Plataforma de crowdfunding del Museo del Prado.....	106
Imagen 29. Imagen tomada de la campaña de MegaterioVR.....	107
Imagen 30. Fragmentos del video para campaña de MegaterioVR.....	108
Imagen 31. Hojas de contacto para patrocinadores.....	111
Imagen 32. Parte de las diapositivas para exposición a posibles patrocinadores.....	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Visitantes en museos de Ecuador (2011-2015).....	6
Gráfico 2. Cantidad de empresas culturales entre 2012 y 2014.	11
Gráfico 3. Población de Santa Elena al 2010.....	47
Gráfico 4. Origen de encuestados.....	52
Gráfico 5. Preguntas 1 y 2.....	52
Gráfico 6. Pregunta 3: ¿Hace qué tiempo visitó museos?	53

Gráfico 7. Pregunta 4: ¿Por qué ha dejado de visitar museos?	54
Gráfico 8. Pregunta 5: ¿Reconoce estos conceptos tecnológicos?	55
Gráfico 9. Pregunta 6: ¿Con qué dispositivo usó realidad virtual o aumentada?	56
Gráfico 10. Pregunta 7: ¿Si un museo contara con RA o RV, lo visitaría? ...	57
Gráfico 11. Visitas diarias al Museo Paleontológico Megaterio.	89
Gráfico 12. Estadísticas de visitas por mes al Museo Paleontológico Megaterio.	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Posibles disconformidades por uso de realidad virtual	30
Tabla 2. Características de visores y celulares para realidad virtual	38
Tabla 3. Comparativa entre Unity y Unreal Engine.	44
Tabla 4. Comparativa de lenguajes de programación para motores de videojuegos	45
Tabla 5. Promedio de edades en encuestados	51
Tabla 6. Pregunta 1	63
Tabla 7. Pregunta 3	64
Tabla 8. Pregunta 4	64
Tabla 9. Cifras turísticas en Santa Elena.	90
Tabla 10. Alcance técnico. Aplicación de realidad virtual MegaterioVR.	95
Tabla 11. Costos de producción de aplicación MegaterioVR.....	103

ANEXOS

Anexo 1: El museo Paleontológico Megaterio.....	134
Anexo 2: Científicos entrevistados	135
Anexo 3: Visita al sitio del hallazgo en Tanque-Loma, La Libertad.....	136
Anexo 4: Plantilla de encuesta	138
Anexo 5: Charlas para encuesta	139
Anexo 6: Plantilla de focus group	140
Anexo 7: Plantilla de encuesta para focus group	141
Anexo 8: Contactos para aprobación de encuesta y focus group	142

Anexo 9: Evaluación de uso	143
Anexo 10: Focus group posterior a evaluación	146
Anexo 11: Aprobación del rectorado UPSE	147
Anexo 12: Primer contacto con el Museo Megaterio de Santa Elena	148
Anexo 13: Contacto formal de la Facultad de Artes y Humanidades con coordinadora del Museo Megaterio de Santa Elena	149
Anexo 14: Cálculo de costos de producción	150
Anexo 15: Precio de venta según porcentaje de ganancia	151
Anexo 16: Precio de venta según sueldo de desarrolladores	151
Anexo 17: Precios de visores para realidad virtual (A)	152
Anexo 18: Precios de visores para realidad virtual (B)	153
Anexo 19: Precios de celulares con capacidad para realidad virtual	154
Anexo 20: Patrimonio fósil según Ley de Patrimonio Cultural del Ecuador	155

RESUMEN

Megaterio VR es una aplicación de realidad virtual para Oculus Go (visor de realidad virtual), que servirá como herramienta de apoyo en el Museo Paleontológico de Santa Elena, para uso de los visitantes. La aplicación contiene información inmersiva del megaterio, un mamífero gigante extinto 11.700 años atrás, y cuyos restos fueron hallados en el 2003 en la provincia de Santa Elena, cantón la Libertad.

Los museos presentan algunos obstáculos que pueden llegar a ser omitidos por varias razones, entre esas la falta de fondos económicos. El principal problema es que los museos no remodelan continuamente sus instalaciones, algunos de los métodos de presentar la información continúan siendo estáticos y sin ninguna interacción con el usuario. El mayor problema es que se pierde el interés del público por ende la disminución de asistencia al museo.

El alcance del internet facilita al usuario acceder a información semejante a la que contienen los museos, dando como resultado una disminución de visitas a los mismos. Estos factores dan pauta a la creación de este producto tecnológico con el fin de que el usuario pueda interactuar con la información que contiene el museo mediante tecnología inmersiva y así despertar el interés y asistencia del público.

Megaterio VR busca vincular contenido paleontológico de miles de años de antigüedad con las nuevas tecnologías inmersivas, para ampliar los estímulos de percepción e intensificar la sensación de realidad en el entorno basándose en información fidedigna que el museo ha recopilado hasta el momento. Se aplicó un enfoque mixto de investigación con preponderancia cualitativa y se testeó el producto con jóvenes visitantes del museo.

Palabras Claves: Patrimonio, paleontología, Megaterio, Realidad virtual, museografía inmersiva.

ABSTRACT

Megaterio VR is a virtual reality application for Oculus Go (virtual reality viewer), which will serve as a support tool in the Paleontological Museum of Santa Elena, for the use of visitors. The application contains immersive information of the megatherium, an extinct giant mammal about 11,700 years ago, and whose remains were found in 2003 in the province of Santa Elena, canton La Libertad.

The museums present some obstacles that can be omitted for several reasons, among them the lack of economic funds. The main problem is that museums do not continuously remodel their facilities, some of the methods of presenting information remain static and without any interaction with the user. The biggest problem is that the interest of the public is lost therefore the decrease of attendance to the museum.

The reach of the Internet facilitates the user to access information similar to contained in museums, resulting in a decrease in visits to them. These factors give guidelines to the creation of this technological product in order that the user can interact with the information contained in the museum through immersive technology and thus arouse the interest and assistance of the public.

Megaterio VR seeks to link paleontological content thousands of years ago with new immersive technologies, to expand the perception stimuli and intensify the sense of reality in the environment based on reliable information that the museum has collected so far. A mixed research approach with a qualitative preponderance was applied and the product was tested with young museum visitors.

Keywords: Heritage, paleontology, megatherium, virtual reality, immersive museography.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de titulación consiste en el desarrollo de la aplicación para el visor de realidad virtual Oculus Go, llamada Megaterio VR. Este producto tecnológico se utilizará como herramienta interactiva de apoyo con contenidos inmersivos para el Museo Paleontológico de Santa Elena.

Una vez instalada la aplicación en el visor Oculus Go, el visitante podrá hacer uso del producto tecnológico. Este fue estructurado digitalmente en su totalidad con ambientes tridimensionales y sonorización envolvente. Cada escenario aportará visualmente a comprender las características prehistóricas del megaterio, un gigante mamífero extinto que habitó en la península de Santa Elena 11.700 años antes de nuestra era.

Para la realización inicial de este trabajo de titulación se indagó en las áreas del arte y la cultura ecuatoriana, para así identificar contenidos que se vinculen estratégicamente con la realidad virtual. De todas las ciencias investigadas, la paleontología despertó mayor interés, ya que en el 2003 se hallaron en la península de Santa Elena restos de megaterio, un mamífero gigante mucho más antiguo que los primeros vestigios humanos en el Ecuador. Sus restos se exponen actualmente en el Museo Paleontológico Megaterio de la península de Santa Elena, siendo un hallazgo que poco a poco se ha empezado a divulgar como Patrimonio Nacional del Ecuador.

El primer paso fue recopilar la información científica actualizada del megaterio y de su entorno, basado en entrevistas a especialistas del campo de la paleontología, arqueología y biología. Además de indagar en documentación especializada como libros y artículos científicos de prehistoria y megafauna. Los resultados enriquecieron el contenido de la investigación y evidenciaron todo un conjunto de beneficios, desde nuevas oportunidades profesionales para estudiantes y desarrolladores de Multimedia hasta el beneficio de nuevos contenidos interactivos educativos para visitantes del museo.

Como segundo paso se indagó en el campo de la tecnología por medio del asesoramiento de especialistas en desarrollo multimedia, 3D y

realidad virtual. También se investigaron los dispositivos disponibles en el mercado para el uso de realidad virtual. Como resultado se obtuvo que el celular es el más utilizado por su fácil acceso pero tiene limitantes importantes. Por ende, se determinó mediante la investigación que el equipo más indicado por calidad de procesamiento y por precio es el visor Oculus Go, dispositivo exclusivo y especializado para entornos tridimensionales inmersivos y objetos de realidad virtual.

Las tecnologías de realidad virtual amplían los límites de espacio y de tiempo. Su principal característica es la inmersión sensorial, que crea un aislamiento de los sentidos dentro de un ambiente artificial tridimensional realista, donde se añade navegación e interacción (Mekni, Lemieux, 2014, p. 206), (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009; Kye & Kim, 2008. Citado por Cabero, Barroso, 2016, p. 47). Esta tecnología nos ofrece la posibilidad de recrear al mega animal en su entorno y poder ubicar al espectador en una época que existió miles o millones de años atrás.

Este trabajo plantea en el Capítulo 1 el problema de investigación desde una nueva contribución de las tecnologías inmersivas a museos. En el Marco Teórico, se expondrán investigaciones acerca de prehistoria, tecnologías inmersivas y tecnología. En el Marco Conceptual, se revisarán términos como museografía, 3D y motores de videojuegos, entre otros.

En el Capítulo 2 se expone la metodología, siendo esta un enfoque mixto, con preponderancia cualitativa y con alcances exploratorio-descriptivo. Se inició la exploración en tres campos y con dos expertos por cada uno de ellos. Estos campos fueron: paleontología y arqueología, desarrollo de realidad virtual y gestión de museos. El enfoque cualitativo servirá para exponer la problemática del museo en la provincia. Es por esto que la población escogida para el muestreo fueron 5.471 estudiantes de la Universidad Estatal de la Provincia de Santa Elena. Se realizaron dos focus group a potenciales visitantes de museo para evaluar experiencia y usabilidad de la aplicación de realidad virtual.

En el Capítulo 3 se mostrarán las descripciones y alcances en cuanto a la aplicación MegaterioVR y el uso de tecnología de realidad virtual en

museos, junto con sus especificaciones funcionales. Finalmente, se establecerán conclusiones y recomendaciones en cuanto al uso de la tecnología de realidad virtual en museos ecuatorianos.

En conclusión, se desarrolló la aplicación Megaterio VR como un nuevo aporte didáctico, interactivo e inmersivo para el museo. Por ende, para el uso de la comunidad, para vincular las nuevas tecnologías emergentes como la realidad virtual con contenido patrimonial prehistórico ecuatoriano.

CAPÍTULO I

Presentación del objeto de estudio

1.1 Planteamiento del problema

Todo patrimonio tiene un valor cultural y social. Este Es producto y proceso, con "recursos que se heredan del pasado, se crean en el presente y se transmiten a las generaciones futuras para su beneficio" (Unesco, 2014, p. 132). Esto último es alcanzado por procesos de investigación profesional. En todos estos esfuerzos, los museos tienen un papel de protección y divulgación socialmente importante.

Los museos han sido instituciones de conservación de la memoria histórica, especialmente del patrimonio material (pinturas, herramientas antiguas, fósiles, etcétera). Sus objetivos son educar y fomentar la investigación del patrimonio, para mantener viva la participación del público y la mediación cultural (Pons, 2015, 4:28). Desde este trabajo de titulación se evidenciaron desafíos de los museos que pueden ser resueltos junto con tecnologías emergentes. Con el tiempo, se han establecido alianzas entre los museos y los avances tecnológicos para mantener vigencia y para estimular el interés del público.

Uno de estos desafíos es el descenso de las visitas, evidenciado en estadísticas internacionales y nacionales. En países como España, el Museo del Prado tuvo descenso de visitas por el precio en la entrada (Diario El País, 2018b). En Colombia, el 17% de ciudadanos visita museos mientras que el 66,9% utiliza el internet para acceder a la misma información (Consumo Cultural, 2016, p. 19). En Ecuador, una estadística expuso la reducción de visitantes a sus museos (ver Gráfico 1): de 470.655 visitantes en el 2011, a 313.907 en el 2015. Una disminución del 33,3% en cuatro años (Ministerio de Cultura, 2015a). Estas cifras alertan, ya que el contenido histórico de los museos está dejando de ser visitado y consumido por el público en general. Se estima que el internet facilita el acceso a la misma información que aporta el museo.

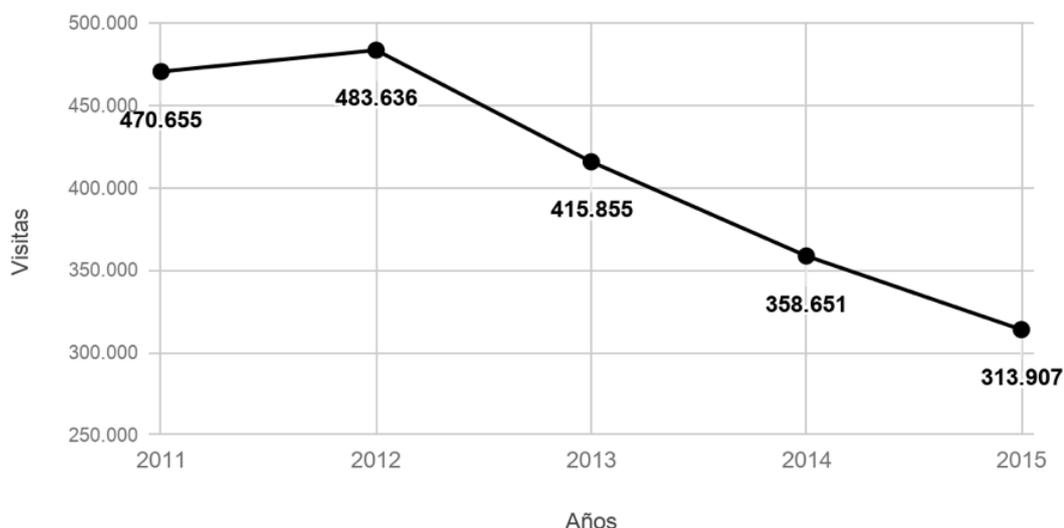


Gráfico 1. Visitantes en museos de Ecuador (2011-2015).

Nota: La disponibilidad de los datos es cada 7 años.

Fuente: Ministerio de Cultura (2015a)

En cuanto a esos factores, el departamento de Unidad de Innovación de la Universidad de Murcia, España, propone tres posibles factores de la falta de asistencia a museos. Estos son percibidos como lugares sin participación activa. Son instituciones basados en el objeto estático. Y desde su infraestructura, son considerados lugares fríos, serios e impersonales (Sánchez, 2015, 4:09), (Pons, 2015, 7:33). Un análisis evidente desde el punto de vista de visitantes a museos de la región y en el Ecuador.

Aun así, se han evidenciado cifras positivas en el Ecuador. El crecimiento de empresas culturales entre los años del 2012 y 2014 han aumentado de 6.800 a 7.700 empresas (11% en dos años) (Ministerio de Cultura, 2014b). Estos factores revelan oportunidades para un nuevo aporte a la museografía desde las tecnologías inmersivas como la realidad virtual. Alrededor del mundo estas tecnologías emergentes han tomado fuerza. Como en Argentina, que desde el 2014 se desarrolla contenido virtual para museos (Nueva Museología, 2016) y en Colombia, que en 2018 se aplicó realidad virtual con videos 360° para exponer la historia del conflicto armado (Diario El País, 2018a).

Hasta el momento en el Ecuador los museos solo han aplicado realidad aumentada. En Guayaquil, en la exposición del MAAC Del saber sabio al saber de todos, una aplicación de realidad aumentada fue considerada como "una experiencia piloto de museografía digital y didáctica" (Diario El Telégrafo, 2016). En Quito, se usó la aplicación Profesor Numis, en el Museo Numismático del Banco Central (Diario La Hora, 2018); y en Galápagos se aplicó realidad aumentada en el Museo de Arte Precolombino del Ecuador (Maprae), (Diario Expreso, 2017).

Se considera desde este trabajo de titulación que con las tecnologías de realidad virtual los museos pueden sumar una nueva participación del público hacia el contenido del museo. Añadiendo nuevas herramientas de interacción y simulación tridimensional que estimulen el interés, la comprensión y divulgación de prehistoria, historia, arte y otros.

Finalmente, este proyecto de final de grado interconectará dos campos poco aplicados a nivel local: La realidad virtual con el contenido patrimonial prehistórico ecuatoriano.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera contribuye una aplicación de realidad virtual para Oculus Go como contenido inmersivo de megafauna prehistórica, dirigido a los visitantes del Museo Paleontológico Megaterio de la provincia de Santa Elena?

1.3 Objetivo General

Elaborar una aplicación de realidad virtual para equipo Oculus Go con contenido museográfico inmersivo del megaterio (animal prehistórico extinto), para los visitantes del Museo Paleontológico Megaterio de la provincia de Santa Elena.

1.4 Objetivos específicos

1. Investigar las características ambientales y morfológicas del megaterio para su representación digital.
2. Analizar los requerimientos técnicos y equipos para la adecuada representación del megaterio y su entorno, para ser digitalizado en una aplicación de realidad virtual.
3. Desarrollar, como resultado de la investigación, una aplicación de realidad virtual para Oculus Go con contenido museográfico inmersivo del megaterio, y contribuir al museo con una nueva herramienta de apoyo.
4. Realizar el testeo de usabilidad y funcionamiento de la aplicación en visitantes de museo para establecer aceptación y posibles disconformidades de uso.

1.5 Justificación

La cultura se enriquece a través del tiempo hasta volverse patrimonio histórico útil, construido en el pasado y heredado a la sociedad (Gómez de Silva, 2009, p. 524). Gran parte de esa herencia natural y material se considera Patrimonio Mundial y de valor humano, que es resguardado por los museos como capital de valor social y cultural (Unesco, 2004, p. 3).

Ecuador está enriquecido de temáticas museográficas, entre ellas, la prehistórica, la cual es representada por el patrimonio fósil, hallado hace cientos de años atrás. Así lo demuestran las crónicas de Cieza de León, en el siglo XVI. Él escribió durante su paso por Santa Elena acerca de huesos de “crecidos hombres o gigantes” que podían matar y destruir (Páez, 1960, p. 101). En el siglo XIX, científicos como Humboldt y Wolf estudiaron yacimientos fósiles en Ecuador (Román, 2011, p. 3). En el siglo XX les siguieron estudiosos como Uhle, Jijón y Caamaño, Huerta Rendón, Sweet, Estrada, Holm, Norton, entre otros. En el siglo XXI, varios descubrimientos de fósiles terrestres y marinos del pleistoceno (una era prehistórica que empezó 1.8 millones de años atrás y finalizó hace 11.000 años) han sido estudiados en el Ecuador y en toda Sudamérica.

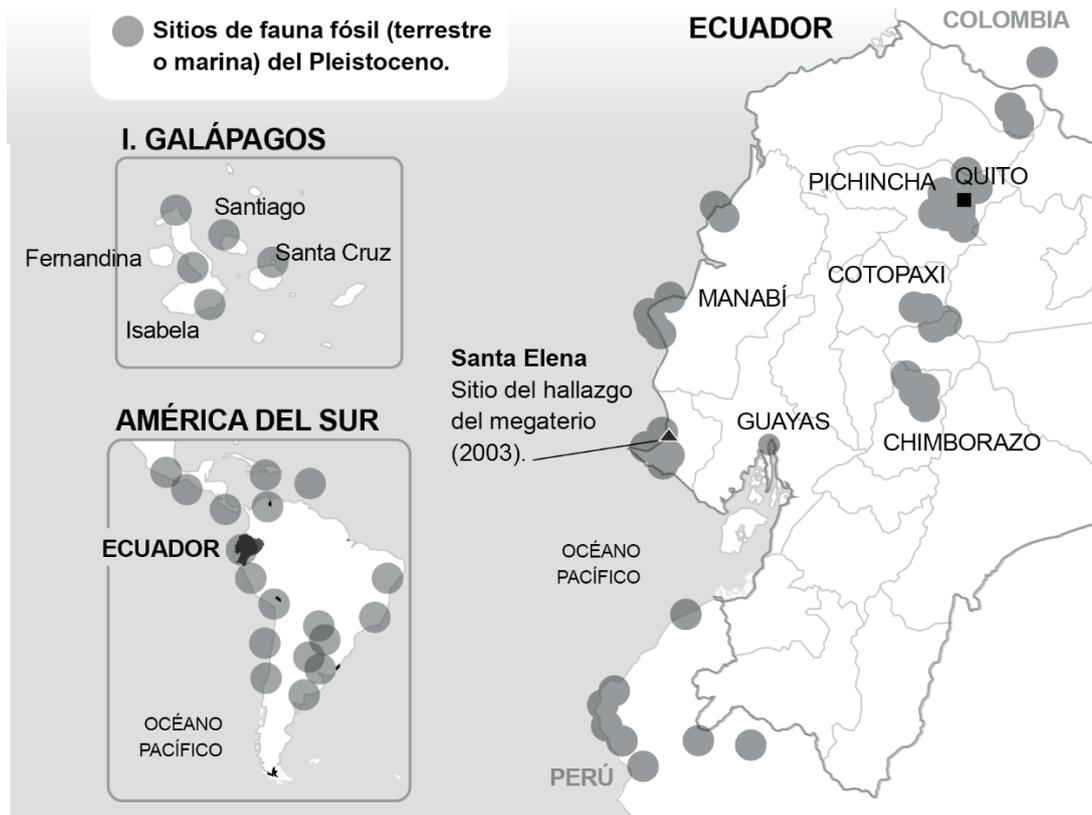


Imagen 1. Ubicación de fósiles del pleistoceno.

Fuente: Paleobiology Database Navigator (<https://paleobiodb.org/navigator/>)

Elaboración propia.

El patrimonio cultural expuesto en los museos puede ofrecer beneficios económicos a la sociedad. La Unesco motiva su aprovechamiento “para potenciar la economía a través del turismo”, creando sostenibilidad cultural y así “preservar su riqueza frágil” (Unesco, 2014, p. 132). En Ecuador se ha visto el incremento de nuevas empresas culturales entre el 2012 y el 2014 (ver Gráfico 2) (Ministerio de Cultura, 2014b). Estas iniciativas permiten dinamizar el mercado de la cultura, creando demanda de aportes e innovaciones en beneficio a la sociedad.

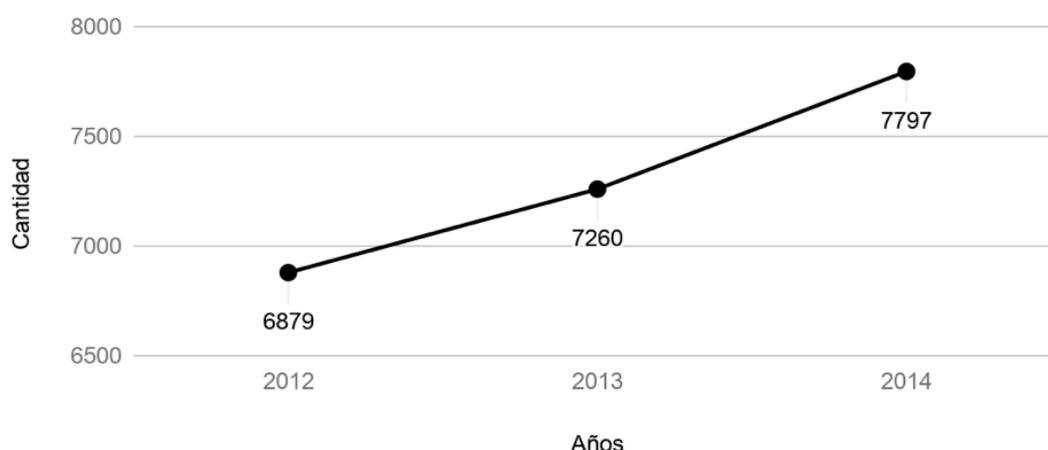


Gráfico 2. Cantidad de empresas culturales entre 2012 y 2014.

Nota: La disponibilidad de los datos es cada 7 años.

Fuente: Ministerio de Cultura (2014b)

Esa alternativa ya está siendo aportada a la sociedad desde la economía naranja, que es definida como todo aquel sector nacido del emprendimiento tecnológico y artístico, dedicado a generar nuevas soluciones y contenidos, como los museográficos. Para el Banco Interamericano de Desarrollo, aportar creativamente con tecnología es una “oportunidad que Latinoamérica y el Caribe no puede darse el lujo de perder” (Rodríguez, 2018, p. 1).

La tecnología es el horizonte para que los museos traspasen sus límites físicos y temporales (Hein, 2000, p. xi, citado por Cagigal, 2017, p. 25). Y para transformar la experiencia estática de un objeto prehistórico hacia una nueva relevancia, sin trivializarla ni permitiendo que pierda importancia como objeto cultural (Sweetman, Hadfield, 2018, p.51).

Una de estas tecnologías es la realidad virtual. Esta aporta nuevas maneras de consumir contenidos desde tres aspectos: en la simulación, en la interacción y en la percepción del contenido expuesto de manera virtual, creando una inmersión sensorial (Ortiz, Cipagauta, 2005, p. 79).

En Ecuador, el potencial museístico para implementar tecnologías es amplio y multitemático. Aquí existen 175 museos con contenidos de arte

colonial, contemporáneo, histórico y otros (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2019a, p. 6). De estos, 80 museos son una combinación de arqueología e historia natural, 10 son paleontológicos y 10 son coloniales. El resto son un mixto de temáticas históricas varias. Esto también se evidencia en la parte más peninsular del Ecuador. Según el sitio web de la Prefectura de Santa Elena, hay 8 museos activos, incluido el Museo Paleontológico Megaterio, único en el Litoral ecuatoriano de temática paleontológica, con hallazgos recientes en fauna terrestre extinta (mega mamífero megaterio) y fauna marina extinta (como conchas y el megalodón, tiburón gigante).

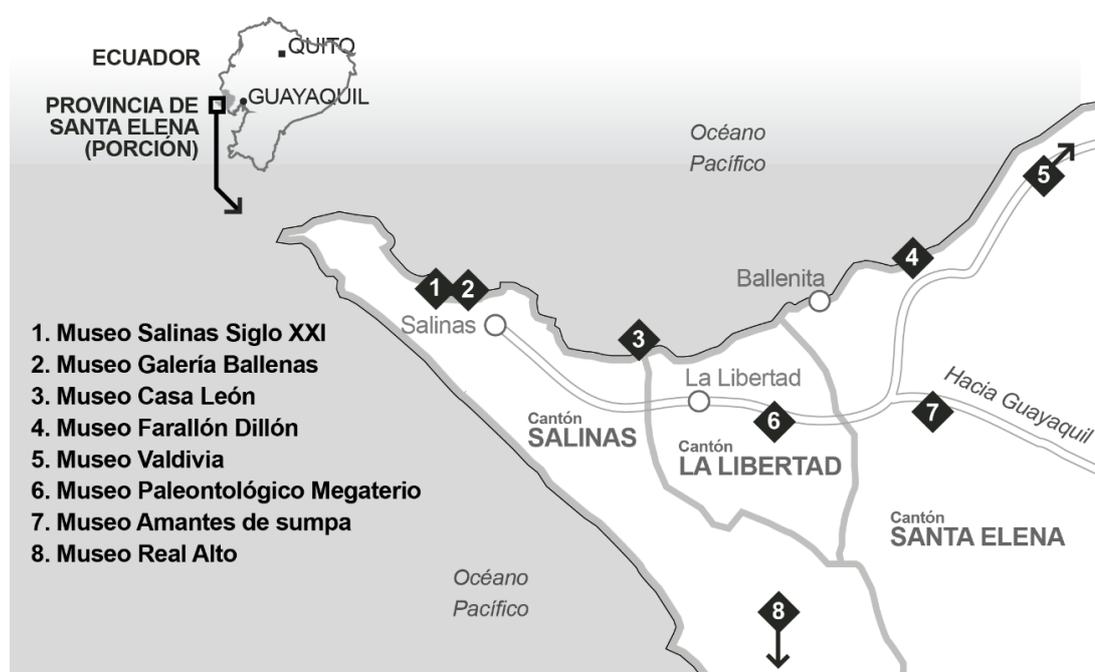


Imagen 2. Museos activos en la provincia de Santa Elena

Fuente: Prefectura de Santa Elena (<http://www.santaelena.gob.ec/index.php/museos>).

Elaboración propia.

Debido a los continuos hallazgos, los museos buscan actualizar sus contenidos museográficos (Santacana, 2006, p. 125, 132), para recrear nuevos espacios y objetos de información histórica con experiencias atractivas al público (Torres, 2012, p. 40), (Sánchez, 2015, 4:08), agregando nuevas actividades participativas con contenidos inmersivos digitales.

Ejemplos de realidad aumentada y realidad virtual en museos

Con esta tecnología, los usuarios deben descargar la aplicación del museo en sus celulares, y posteriormente enfocar los letreros presentes para poder visualizar los contenidos 3D en la pantalla del celular. Como veremos más adelante (p.34), la realidad aumentada no es inmersiva sensorialmente. En Ecuador, se tienen estos recientes ejemplos en museos.

- A) Quito (2018).** Museo Numismático del Banco Central del Ecuador, aplicación móvil Profesor Numis.
- B) Galápagos (2017):** El Museo de Arte Precolombino del Ecuador (Maprae).
- C) Guayaquil (2016):** Museo Antropológico y de Arte Contemporáneo (MAAC): Exposición Del saber sabio al saber de todos.



A) Museo Numismático
El personaje y la moneda 3D aparecen al enfocar el letrero con la cámara del celular.



B) Museo Maprae
La escultura precolombina en 3D aparece en la pantalla al enfocar el letrero.



C) MAAC
Información de cada artista aparece en la pantalla al enfocar cada pintura.

Imagen 3. Realidad aumentada en museos de Ecuador

Fuentes: Diario La Hora (2018), Diario Expreso (2017), Diario El Telégrafo (2016).

Por otro lado, en cuanto a implementación de realidad virtual inmersiva en contenidos museísticos internacionales, algunos ejemplos son:

Alemania (2017). Städel Museum: Se incorporó realidad virtual mediante la aplicación móvil Zeitreise (Viaje en el tiempo). Una vez descargada, el usuario puede presenciar mediante un visor acoplado al celular la ambientación de las salas del museo en 1878, año de su inauguración. No se requiere internet (excepto para la descarga), (Jürgs, 2017).



Imagen 4. Proyecto Zeitreise. Alemania.

Fuente: Jürgs (2017).

Alemania (2017). Naturkundmuseum: El museo de Ciencias Naturales de Berlín creó un video panorámico 360°, visualizable (con o sin visor) desde YouTube, en donde se revive a un dinosaurio.



Imagen 5. Naturkundmuseum. Alemania.

Fuente: Jürgs (2017).

Ingllaterra, (2018). Tate Museum. Modigliani VR, The Ochre Atelier: Este proyecto, que recreó el estudio del pintor francés Amedeo Modigliani (1884-1920), fue una coparticipación entre la empresa HTC Vive, el Tate Museum y el patrocinio del Banco de América Merrill Lynch. Trabajaron 15 profesionales, entre documentalistas, curadores, desarrolladores 3D y de realidad virtual. Contenía 60 objetos virtuales, entre cuadros, ambientación y narración de voz. Recibió 3.500 visitantes por semana, durante 5 meses (Boldyreva, 2018, pp. 28, 30). El visitante puede acceder a ese contenido dentro del museo, mediante el visor para realidad virtual Vive HTC.



Imagen 6. Modigliani VR. Tate Museum. Inglaterra.

Fuente: Tate Museum

Canadá (2016). Colosseum Lives. The Museum: Por medio de visores Oculus Rift (un visor con dos controles manuales para interacción virtual), el visitante entra al Coliseo Romano durante un espectáculo de la época. Por seguridad en cuanto a inconformidades visuales, solo el uso (no el acceso a la sala) está restringido para menores de 7 años. Colosseum Lives fue desarrollado por la empresa Radical VR (Miller, Slattery, 2016).



Imagen 7. Entorno virtual Colosseum Lives. Canadá.

Fuente: (Miller, Slattery, 2016)

Argentina (2014). Museo Virtual de Ciencias: La empresa Virtual Dreams desarrolló una ambientación virtual, visualizable con o sin visor. Este entorno permitía un recorrido por una sala, un puerto marítimo y un bosque tridimensional. El recorrido podía ser modificado por el movimiento corporal del usuario captado por una cámara (Nueva Museología, 2016).



Imagen 8. Museo virtual de ciencias. Argentina.

Fuente: Nueva Museología (2016)

En cuanto a realidad virtual con contenidos culturales en Ecuador, únicamente se implementó en el Zoológico de Quito una aplicación llamada

“Dentro del bosque”, como un recorrido virtual con visor e imágenes reales de la amazonía (Diario El Comercio, 2018b), (Ficha 5, entrevista, p. 78).

A febrero del 2019 no se halló otra referencia de realidad virtual en museos de Ecuador. La tecnología inmersiva en museos ecuatorianos es limitada. Las causas pueden ser los costos de desarrollo y la adquisición de equipos, hardware y software. Una limitación que ocurre en países de la región como Colombia (Hernández, 2016, p.57).

En Ecuador, el desarrollo de contenido de realidad virtual puede ir desde los \$3.000 a \$8.000 (ver Anexos 14, 15, p.150) y con un tiempo de producción de entre 4 y 6 meses. Los costos de un visor o un celular con disponibilidad para realidad virtual están entre los \$350 y \$430 (ver Anexo 17, p. 152). Por esto se deduce que la realidad aumentada es más aceptada ya que no requiere visores, solo la descarga y visualización de la aplicación desde el dispositivo celular del usuario.

Como ya se expuso, en muchas evaluaciones de realidad virtual en museos la respuesta ha sido positiva. Por ejemplo, en museos europeos (Schofield, G., et al., 2018, p.9), (Boldyreva, 2018, p.30), en Canadá (Miller, Slattery, 2016), en museos latinoamericanos (Nueva Museología, 2016), (Diario El País, 2018a). También en museos nacionales (Diario Expreso, 2017), (Diario La Hora, 2018), (ver fichas de entrevistados 5 y 6, p. 78. Además de los ejemplos expuestos en la p. 14).

Es por esto que en Ecuador son necesarias más propuestas de contenidos museográficos inmersivos, implementables a mediano plazo. Se debe ver lo expuesto como una oportunidad para la innovación tecnológica. Hay desafíos a resolver, pero la variedad de museos nacionales son un campo fértil para crear nuevos contenidos museográficos inmersivos. Por lo que se configura un gran potencial y un nuevo campo profesional, para que desarrolladores y estudiantes de artes multimedia puedan implementar sus conocimientos en propuestas que otorguen nuevas experiencias a los visitantes, y para reactivar el interés por los museos a beneficio de la sociedad y potenciar su valoración Patrimonial Cultural.

Propuesta de proyecto:

El presente proyecto será una aplicación de realidad virtual, enfocada a otorgar al museo una nueva actividad de participación del público mediante contenidos museográficos inmersivos, que estimulen el interés en los visitantes. Este proyecto estará disponible para el equipo Oculus Go. Con ese dispositivo el visitante podrá acceder a un menú principal, el cual tendrá las siguientes opciones:

- El viaje: Contenido inmersivo de 3 minutos donde el usuario será trasladado virtualmente al lugar donde fueron hallados los restos del megaterio de Santa Elena. El espectador presenciara al mega mamífero en su ambiente natural, de hace unos 17.000 años atrás. También se mostrará visualmente una teoría que explicaría la muerte del animal. Se añade narración de voz.
- El gigante: Muestra de manera inmersiva el esqueleto del megaterio.
- El lugar: Muestra el territorio de la actual provincia de Santa Elena, comparándolo con una representación digital del pleistoceno (11.700 años atrás).
- La época: Línea de tiempo desde el pleistoceno hasta la actualidad, como contexto prehistórico.

1.6 Marco teórico

1.6.1 Paleontología: el estudio de animales prehistóricos

Del griego palai-óntha: Estudio de seres antiguos (Gómez de Silva, 2009, p. 512). La paleontología indaga científicamente la fauna y flora extinta (Cristín, Perrilliat, 2011, pp. 422, 424). Esta ciencia ha sido considerada como inspiradora de curiosidad científica en los jóvenes, dando visiones objetivas al eliminar supersticiones (Cristín, Perrilliat, 2011, p. 422).

El objeto de estudio de la paleontología es el fósil. Esa fue una materia orgánica animal o vegetal que estuvo viva miles o millones de años atrás, y que al morir fue reemplazada a través del tiempo por reacciones químicas-minerales en roca o petróleo.

El patrimonio paleontológico es considerado como un testimonio del hombre y su entorno (Mairesse, et al., 2010, p. 67), en este caso, de un entorno prehistórico. Además de estudiar los fósiles, su importancia radica en que otorga información acerca de cómo era nuestro entorno natural prehistórico y cómo podría serlo en el futuro.

¿Qué es lo prehistórico? Es todo lo ocurrido antes de nuestra intervención humana y de la escritura. En América, al primer humano se lo sitúa por los 12.500 años a.C. (Ramírez Galicia, 2016, p. 12). En Ecuador, fue más tardío con la Cultura Valdivia, alrededor de los 4.050 años a.C., (Espinoza, 2017, p. 2). En promedio, todo aquel resto fósil animal o vegetal que existió mucho antes de la invención de la escritura es considerado prehistórico y potencialmente estudiado por la paleontología.

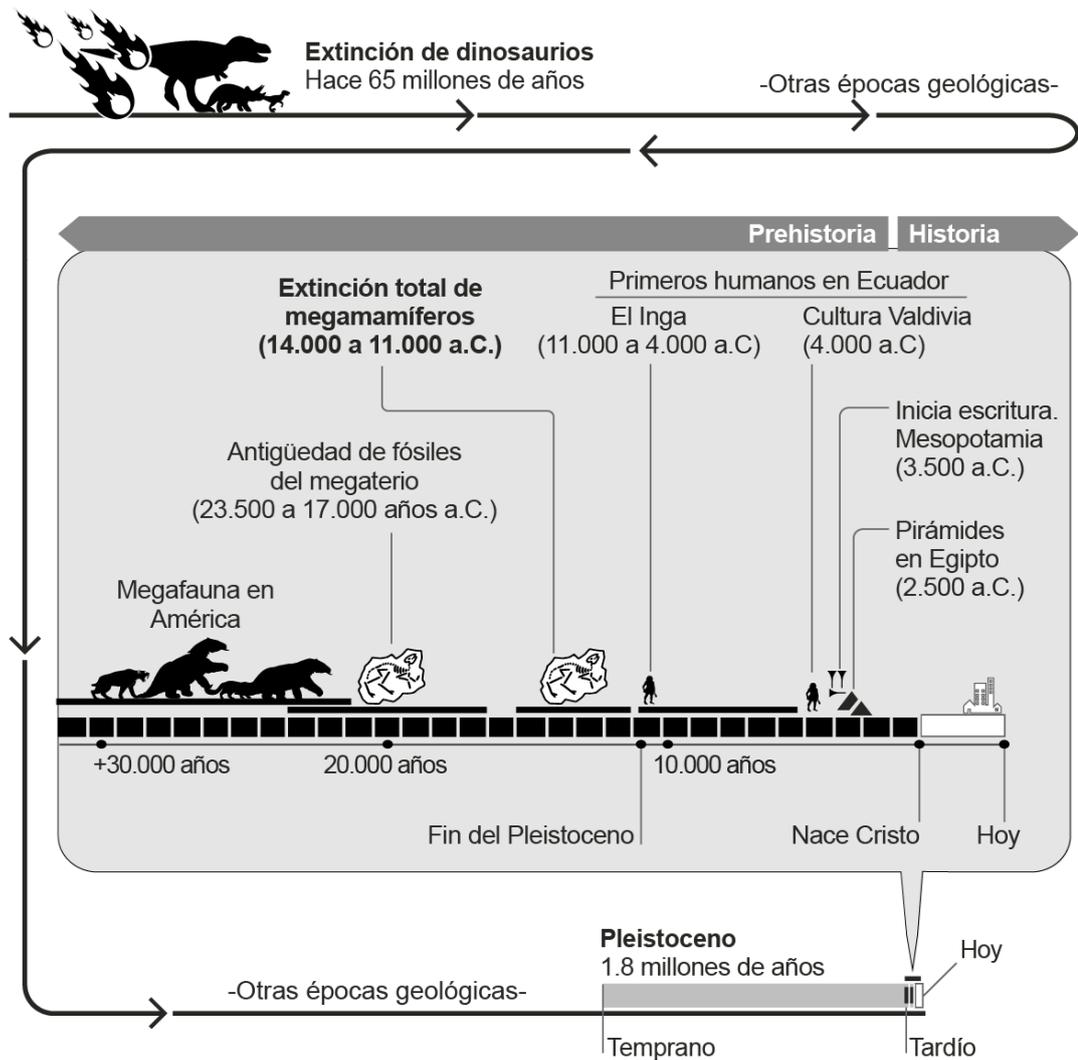


Imagen 9. Megafauna, prehistoria e historia.

Nota: Cada recuadro negro corresponde a 1.000 años.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a profesionales especializados en historia y prehistoria en Ecuador, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (Guayaquil), con la Licenciatura en Arqueología; y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Quito), con Antropología, mención en arqueología, son las únicas que proveen de esas profesiones (Senescyt, 2018, pp. 14, 40). Los profesionales más activos están en centros de investigación y universidades como la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE). Dos de ellos, entrevistados para este proyecto.

Fósiles en Santa Elena: la megafauna del pleistoceno

La información a transformar en tecnología de realidad virtual (ver Marco Conceptual, p. 34) se apoyará en los fósiles de un megaterio, etimológicamente, un mamífero grande extinto de la especie *Eremotherium laurillardi*. Este fue un perezoso herbívoro de cuatro metros de largo en posición cuadrúpeda, seis metros de largo en posición erguida (ver Imagen 10) y con más de una tonelada en su adultez. En el 2003, más de 1.000 huesos fósiles, la mayoría de individuos del megaterio, pero también de armadillos, mastodontes y caballos americanos fueron hallados de manera accidental, durante una limpieza de terreno, por personal de Petropenínsula en el sitio Tanque Loma del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena. Estos fósiles fueron fechados con una antigüedad de 23.500 a 17.000 años a.C. (Lindsey, López, 2014, p. 6). Estos y otros megamamíferos se extinguieron en América a finales del pleistoceno tardío, unos 11.700 años atrás (Lindsey, 2018, p. 29), (Museo Paleontológico Megaterio, 2018a).

En el Ecuador, desde el siglo XVI se conoció de la presencia de fósiles que después fueron estudiados por la ciencia desde hace 150 años hasta la actualidad. Como prueba de esto, en el cantón La Libertad de la provincia de Santa Elena se han recuperado restos prehistóricos de armadillos, caballo americano (Lindsey, 2018, p. 29) e incluso de extintos animales marinos como conchas, serpientes acuáticas, rayas marinas, tiburones (megalodón), algunos con 25 millones de años de antigüedad (Molina-Cordova, Ronquillo, Flores, Vera, Ruiz-Sánchez, Abella, 2015, p.3). Sin embargo, el megaterio es el más representativo por la documentación científica recopilada (las primeras descripciones en América se las realizó en 1930 y 1950) y por el buen estado de sus restos fósiles.



Imagen 10. Representación del megaterio y ubicación de fósiles en 2003.

Fuente: Fariña, Vizcaíno, De Iuliss, (2013, p. 214). Elaboración propia.

En cuanto a este gigante mamífero extinto, según entrevista al profesor de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, arqueólogo Erick X. López Reyes, MSc., (ver Ficha 1, p. 69) en 2003 se hallaron a 62 m sobre el nivel del mar y en el sector llamado Tanque Loma del cantón La Libertad varios fósiles de fauna prehistórica en un área de 10 m cuadrados y a una profundidad de 1.50 m. Esos restos estaban contenidos en un estrato de terreno no mayor a 50 cm y mezclados con hidrocarburo. En total se hallaron huesos de 19 a 21 individuos de la especie *Eremotherium laurillardi*.

En cuanto a su hábitat prehistórico, López refiere que el megaterio era ramoneador (foliófago), es decir, se alimentaban de brotes tiernos de hojas. Sus dientes estaban adaptados para triturar alimento, no para desgarrar. No se descarta que hayan sido carroñeros. Su principal depredador fue el tigre

dientes de sable o Esmilodón, pero posiblemente fue peligroso únicamente para las crías del megaterio.

Según López, no se tienen evidencias de presencia humana durante la existencia de megafauna en Ecuador. Pero autores como Ramírez Galicia (2016, p. 20) proponen que la presencia de cazadores humanos en América y provenientes del norte pudo ser un causal de la extinción de algunos mamíferos.

En otra entrevista realizada al paleontólogo español Juan Abella (ver Ficha 2, p. 72), él mencionó que durante el Pleistoceno la península ecuatoriana tenía un ambiente similar al de los Andes, con densidad vegetal y presencia de ríos. Allí habitaron caballos americanos, mastodontes, armadillos, tigres dientes de sable, venados, saínos (jabalí salvaje), llamas, tortugas terrestres y loros. El megaterio fue herbívoro, no era migratorio ni hábil y vivió en grandes manadas. Se han encontrado también fósiles en la zona de Atahualpa y Baños de San Vicente en la provincia de Santa Elena.

En cuanto a teorías de la extinción del megaterio, Abella argumentó que la pérdida de biodiversidad vegetal a finales del pleistoceno pudo haber iniciado la extinción de megafauna. Pero nunca es uno solo el factor el que ocasiona extinción en una especie.

Finalmente, con respecto a posibles causas de la ubicación de huesos del megaterio en el sitio Tanque Loma en La Libertad, López y Abella proponen teorías diferentes: López explica que posiblemente murió atrapado en una laguna prehistórica de brea. Abella concuerda con Emily L. Lindsey, paleontóloga estadounidense de la Universidad de California que también estudió los fósiles al proponer que lagunas envenenadas de heces de animales pudieron haber ocasionado su muerte al beberla. Tiempo después, el cruce de un río caudaloso arrastró con fuerza los restos muertos y al bajar su cauce los depositó en una curva de río, conocida como meandro, fosilizándose conjuntamente con pequeños huesos de aves, roedores y conchas prehistóricas.

1.6.2 Recursos para contenidos museográficos

El museo ha pasado de proponer una exposición reactiva (busca una impresión en el usuario) a otras más interactivas e inmersivas, pero desde la museografía. Esta es una técnica que guía el ordenamiento de las piezas basadas en la narración y relación histórica del objeto (Rico, 2006, p. 17).

El criterio de exposición inmersiva en museos ya se lo definió en 1990 como la creación de una ilusión coherente en tiempo y lugar, basada en lo real (Foss, 2010, p.4). A esto se suman dos lógicas de representación: exógena, cuyo objetivo es la representación realista, respetando las escalas naturales; y endógena, una representación de ambientes ficticios. En cuanto a la integración del visitante, se usan dos técnicas: la de ambiente simple, donde una reconstrucción de un entorno requiere observación más que interacción; y la integración de ambiente en tiempo real, que permite al usuario interactuar en la narración (Foss, 2010, pp. 4, 5).

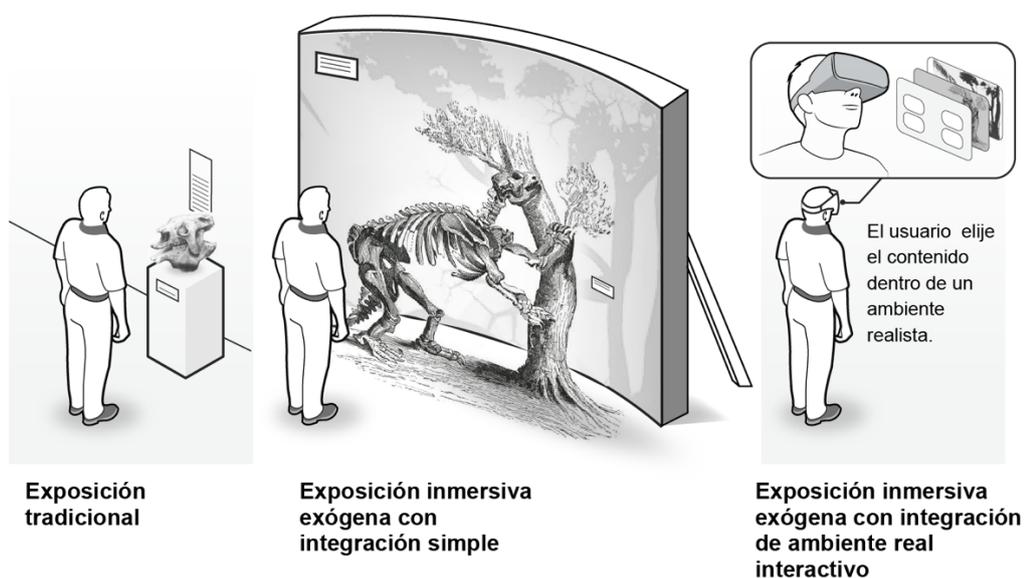


Imagen 11. Tipos de exposición en museos

Fuente: Basado en Foss (2010, p.5). Elaboración propia.

Otros recursos en museos son aquellos interactivos generales, como "módulos informativos, dispositivos portátiles, módulos mecánicos para público infantil y recursos on-line" (López, 2013, p. 466). En cuanto a medios

en línea, los museos aprovechan la digitalización de contenidos, el internet, dispositivos conectados y redes sociales (Fiallos, 2015, pp. 3,4,5). Un recorrido por el Museo Nacional en Quito (Imagen 12) reveló recursos similares como la visualización de objetos 3D en pantallas táctiles (A y B), y animación activada por presencia de usuario (C), detectado mediante cámara acoplada al marco del cuadro (D).

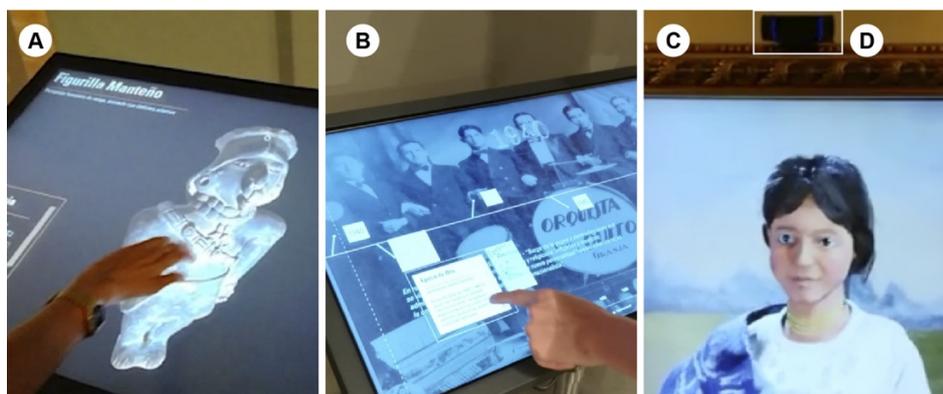


Imagen 12. Recursos interactivos en el MUNA. Quito.

Fuente: Visita al Museo Nacional de Quito, Ecuador. Elaboración propia.

Finalmente, aplicaciones descargables a móviles son otra alternativa para exponer contenido museográfico. Sin embargo, algunas no requieren la visita al museo para ser activadas o visualizadas, debido a que funcionan como una extensión del mismo.

Demostrados estos criterios en cuanto al tipo de exposición: exógena y endógena; y el tipo de involucramiento del visitante como la integración de ambiente en tiempo real, se revisarán ejemplos de exposiciones museográficas que intentan complementar al objeto estático del museo mediante tecnologías inmersivas, al añadir participación del público con contenidos inmersivos digitales. Características en donde se enmarca la propuesta tecnológica de este trabajo de titulación.

1.6.3 Nivel de iconicidad en la realidad virtual

Esto es importante para explicar cómo el realismo en realidad virtual puede potenciar la inmersión sensorial. Según la Escala de Iconicidad de Arnheim y Moles, los objetos 3D pueden llegar al máximo grado de similitud:

nivel 11, penúltimo antes del objeto real (Arnheim, 1976, p. 247). A más realismo, más impacto sensorial desde el entorno virtual a nuestros sentidos.

Como evidencia de eso, en un estudio de Peterson, Furuichi y Ferris (2018, p. 2, 4, 9, 12) se evaluó a 19 jóvenes mientras cruzaba cada uno sobre una barra del grosor de una cuerda, al tiempo que usaron un casco para percibir un entorno 3D que simulaba una altura considerable. Luego del ejercicio, se evidenció en los participantes un alza en frecuencia cardíaca y de cortisol salival (hormona del stress) a causa del realismo del entorno y por la sensación de vértigo. Se concluyó que un entorno inmersivo y de máxima iconicidad (realista) influenció en los sentidos de los participantes, como si se tratara de una situación real.

Empresas de entretenimiento como Bandai Namco en Japón han aprovechado comercialmente estas reacciones al crear en 2017 The Big Fear of Heights Experience (Imagen 13), en donde el usuario percibe estar en un piso a 200m de altura, con reacciones de ansiedad y vértigo. La simulación está restringida para niños de 13 años (Bandai Namco, 2017).



Imagen 13. The Big Fear of Heights Experience.

Nota: (Izquierda) Interior de la cabina. (Derecha) El entorno inmersivo digital.

Fuente: VR Zone Portal The Big Fear of Heights Experience (Bandai Namco, 2017).

1.6.4 Posibles disconformidades en realidad virtual

Debido a que la visualización de entornos virtuales simulados debe hacerse a través de dispositivos como visores binoculares (head-mounted displays, -HMD-, en inglés) los sentidos humanos aún están adaptándose a esa tecnología. En 1968 se describieron los primeros efectos negativos por uso de realidad virtual experimental en aviadores estadounidenses. Algunos de estos efectos conocidos como cybersickness (cyber enfermedad) siguen siendo mareos, dolores de cabeza y vómitos. Según Tiiri (2018, pp. 5, 11) existen dos teorías que podrían explicar las causas:

- Efectos por desajuste sensorial (2016), Teoría de Rebenitsch y Owen: Ocurre cuando existen incoherencias de movimiento. Un ejemplo es la sensación de que nos movemos en el mundo virtual, pero en realidad estamos estáticos, efecto conocido como vección (LaValle, 2016, p. 175), (Jerald, 2015, p. 136). Y a la inversa, cuando virtualmente sentimos que nos movemos, pero desconocemos a dónde (Tiiri, 2018, p. 15).
- Efectos por inhabilidad postural (1991), Teoría de Riccio y Stoffregen: Cuando la postura del usuario es inestable o desbalanceada al usar realidad virtual (Tiiri, 2018, p. 11).

Así mismo, usuarios con lentes graduados no tendrían problemas al ajustarse visores básicos como el Oculus Go y otros (Google, 2016, p. 2). En personas con ambliopía (visión disminuida de uno de los ojos) y estrabismo (falta de alineación de las pupilas hacia un objeto) la visión panorámica con visor 360° les resultaría muy dificultosa (Yuan, et al., 2018, p. 14).

El astigmatismo (curvatura irregular de la córnea) y miopía (imágenes borrosas debido a una irregularidad del cristalino del ojo) son salvables en ciertas marcas debido a la presencia de mecanismos de ajuste dentro del casco como en Oculus Rift, HTC Vive y Samsung Gear VR.

En cuanto a fatiga de ojos, se ha determinado que las molestias se deben más a un enfoque visual a largo plazo sin acomodación de vergencia (vergence-accommodation conflict) (Jie, et al., 2017). La vergencia consiste en movimientos no alineados de los ojos para enfocar un objeto, por

ejemplo, al acercar un dedo hacia la nariz. Otros autores coinciden (Julie, Mohammed, Saeid, 2018, pp. 3,8) y suman a esto los desajustes por desenfoco en profundidad virtual, en coincidencia con Carnegie y Rhee (2015, p. 34).

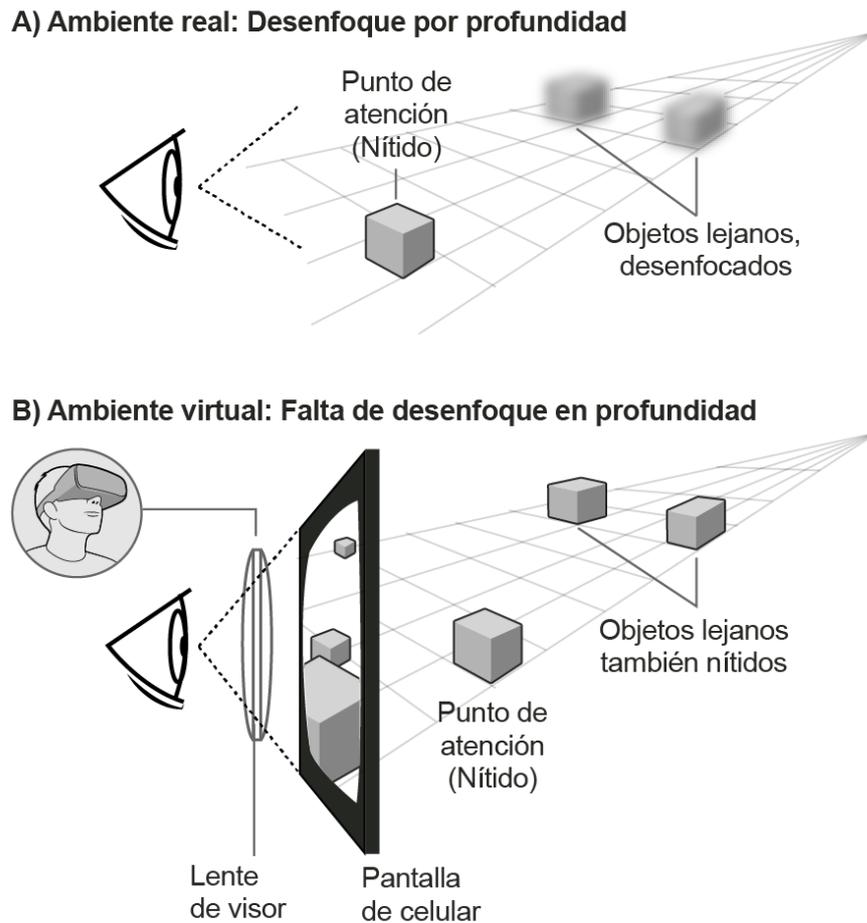


Imagen 14. Diferencias en profundidad real y profundidad virtual

Nota: En entornos digitales, (B) el desenfoco de objetos por causa de la profundidad de campo no ocurre. Esto puede crear molestias durante tiempos prolongados. En caso extremo, se requiere añadir un desenfoco digital.

Basado en Carnegie, Rhee (2015, pp. 34,35). Elaboración propia.

También puede existir inconformidad sonora. Ocurre cuando los sonidos en un ambiente virtual no están acorde a la realidad. Por ejemplo, si

en una naturaleza virtual vemos a un animal alejado de nosotros, pero escuchamos su bramido cerca, su ubicación nos parecerá confusa.

Por consiguiente, basándose en la investigación “The Visual Effects Associated with Head-Mounted Displays” (Yuan, et al., 2018, p. 13) se resumen las conclusiones en cuanto al uso de dispositivos con realidad virtual:

- El sistema visual-auditivo es el principal afectado por incoherencias en entornos virtuales (Yuan, et al., 2018, p. 14).
- Niños de 2 a 12 años podrían tener una peor experiencia que los adultos debido a su sistema visual inmaduro (Yuan, et al., 2018, p. 14). Desde la optometría, las capacidades binoculares no están totalmente desarrolladas hasta los 8 años de edad (Brandt, 2005, p. 32).
- Una posición sentada reduce demanda física del cuerpo y evita cansancio por postura (Yuan, et al., 2018, p. 14).
- Tareas como lectura excesiva (dentro de un sistema inmersivo) elevan la inconformidad visual (Yuan, et al., 2018, p. 14).

Finalmente, en la siguiente tabla se extrae un resumen de los efectos y las causas de disconformidad sensorial al usar realidad virtual, según todas las teorías expuestas.

Inconformidad	Causas	Posible solución
Mareos, dolor de cabeza. Fatiga visual	Esfuerzos por excesivo enfoque visual en objetos virtuales y durante tiempo prolongado. Esfuerzo por vergencia. (movimiento no alineado de los ojos al intentar enfocar un objeto que se les acerca, por ejemplo, al acercar la punta del dedo hacia la nariz). Texto excesivo.	Añadir desenfoque digital a objetos más distantes. Reducir el tiempo de exposición a entorno virtual.
	Uso de realidad virtual durante tiempo prolongado en menores de 12 años.	Reducir tiempo al usar dispositivos de realidad virtual.
	Efecto de vección: Sensación de movernos en un ambiente virtual, pero en la realidad estamos inmóviles.	Reducir velocidad de movimiento. Crear movimientos más suaves.
Percepción visual dificultosa. Borrosidad absoluta o parcial.	Uso de visores por personas con ambliopía (visión disminuida de uno de los ojos) y estrabismo (falta de alineación de las pupilas hacia un objeto). Condiciones severas de astigmatismo (curvatura irregular de la córnea) y miopía (imágenes borrosas por irregularidad del cristalino del ojo). Falta de acomodación entre lentes del visor y ojos del usuario.	Estudios concluyen que personas con estas condiciones no podrían usar visores de realidad virtual (Yuan, et al., 2018, p. 14). Uso de visores con corrector de distancia entre lentes y ojos del usuario.
Confusión por disconformidad de fuente sonora en ambiente virtual.	Ocurre cuando una fuente sonora en ambiente virtual no está acorde a la realidad.	Coordinar sonidos con ubicación de fuente sonora en ambiente virtual.
Fatiga corporal	Postura de pie, o sentado, durante largo tiempo.	Alternar posiciones. Reducir tiempos.

Tabla 1. Posibles disconformidades por uso de realidad virtual

Basado en Tiirro (2018, p. 5,11), Yuan, et al. (2018, pp. 13,14), Jie, et al. (2017), Julie, Mohammed, Saeid (2018, pp. 3,8), Carnegie y Rhee (2015, p. 34), Brandt (2005, p. 32).

Elaboración propia.

1.7 Marco Conceptual

1.7.1 Patrimonio paleontológico

Conjunto de restos de animales terrestres, marinos y de plantas que existieron en época prehistórica, antes de la presencia del hombre, y que fueron obtenidos desde sedimento o tierra. Se estudian a través de la ciencia de la paleontología, interpretándolos científicamente para darles sentido y relacionarlos con otros fósiles (Cristín, Perrilliat, 2011, p. 424).

La presencia de fauna y megafauna en nuestro país es muy antigua, desde alrededor de los 10 millones de años (Román, 2011, p. 6), o incluso 25 millones de años (Molina-Cordova, Ronquillo, Flores, Vera, Ruiz-Sánchez, Abella, 2015, p.3). La presencia humana es más tardía, desde la cultura Valdivia, desde los 4.050 y 4.450 años a.C. (Espinoza, 2017, p. 2),

1.7.2 Museografía

La museografía es la técnica de organizar los contenidos que se exponen en museos, bajo criterios de narración, orden y relación de piezas históricas según la percepción del visitante (Rico, 2006, p. 17). Es el "acondicionamiento del museo" para exponer (Mairesse, et al., 2010, p. 55). Lo expositivo se usa didácticamente para explicar, reconstruir y acercarnos al pasado más objetivamente (Santacana, Llonch, 2012, p. 117).

Actualmente las tecnologías digitales han creado conceptos como ciber exposición o in situ virtual para apoyarse desde el museo, potenciando su objetivo: "Fabricar experiencias -más que de confirmar una realidad-" y "traspasar sus límites físicos y temporales" (Hein, 2000, p. Xi, citado por Cagigal, 2017, pp. 24,25).

1.7.3 Ambientes inmersivos

También llamados oclusivos (que aíslan los sentidos). Existirá inmersión sensorial siempre que el campo visual humano esté cubierto por encima de los 180 grados horizontales, los 120 grados verticales y sobre los

270 grados horizontales al rotar la cabeza (Youngblut, et al., 1996. Citado por Tiirro, 2018, p. 9) y que esa experiencia se la apoye con ambientación sonora (LaValle, 2016, p. 52,156,326) e interactividad (Rubio-Tamayo, et al., 2017, p. 11). Es allí donde radica la inmersividad u oclusión de los sentidos.

Con la inmersión, los factores humanos de cognición (lo que percibimos) y ergonómicos (cómo nos adaptamos) son estimulados de tal manera que se percibe una presencia espacial-ambiental absoluta y principalmente continua de un entorno. Se usan en paralelo con dispositivos como gafas binoculares o cascos (en inglés, head-mounted visual displays, HMDs) y audio para crear interacción sensorial con objetos digitales en 3D.

1.7.4 Tecnología 3D

Zeman (2015, p. xviii) en su libro “Essential Skills for 3D Modeling, Rendering and Animation”, define esta tecnología mediante tres elementos:

- Modelado: creación de objetos tridimensionales digitales a partir de elementos geométricos básicos como cubos y triángulos.
- Rendering: Conversión de una geometría y polígonos 3D hacia un acabado realista en iluminación y textura.
- Animación: Cambios de posición de un objeto mediante el control de cuadros numerados en una línea de tiempo (keyframes) en donde cada cuadro son posiciones en coordenadas de altura o vertical (Y), longitud u horizontal (X) y profundidad (Z) tanto en velocidad, traslado y rotación.

1.7.5 La realidad según la psicología

Desde la psicología, la realidad se percibe en dos dimensiones: lo personal subjetivo (las cosas existen según lo que sentimos y lo que creemos, como la belleza) y lo externo objetivo (Lo que existe independiente de lo que sintamos o creamos, como la luz).

Para A. Diamond en su artículo *Redefining Reality: Psychology, Science and Solipsism*, esta dualidad de la realidad afecta las dimensiones física y mental-emocional del ser humano (Diamond, 2010).

El psicólogo evolutivo R. Kurzban aporta que la realidad es también un resultado del contexto y de una necesidad de interpretar desde nuestra experiencia previa. Como prueba expone un gráfico de Edward H. Adelson denominado *La ilusión del mismo color* (Kurzban, 2010, p.13) en donde dos casilleros del tablero son de un tono gris exactamente igual (percibido esto al aislarlos por separado), aunque nuestra percepción los registre como diferentes al observar todo el conjunto. Para Kurzban, los seres humanos podemos aceptar interpretaciones o experiencias simuladas entre sí y determinarlas como reales o no reales, según nuestra interpretación y experiencia.

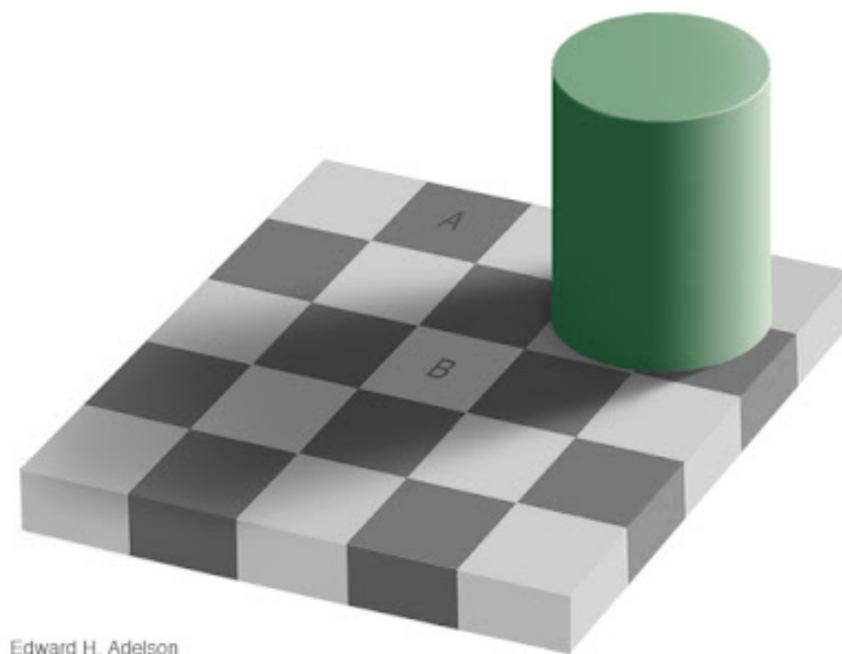


Imagen 15. La ilusión del mismo color.

Nota: Aisle el lector los casilleros A y B (aunque no lo parezca, son del mismo tono gris). La simulación de tridimensionalidad nos estimula creer que tienen diferente tono.

Fuente: Gráfico de Edward H. Adelson. Obtenido de Kurzban, Robert (2010) *Why everyone is a hypocrite*. Princeton University Press, p. 13.

1.7.6 Realidad virtual

Tecnología derivada de lo inmersivo u oclusivo (Mekni, Lemieux, 2014, p. 206) en donde se percibe un aislamiento de los sentidos dentro de un ambiente artificial. Lo inmersivo es una de las tres características de la realidad virtual; las otras dos son navegación e interacción (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009; Kye & Kim, 2008. Citado por Cabero, Barroso, 2016, p. 47).

Otros autores definen a la realidad virtual como "datos que sustituyen a los físicos, creándose una nueva realidad" (Cabero, Barroso, 2016, p. 47). Lo virtual se refiere a una cosa o acontecimiento potencialmente probable, pero no realizado: "virtual is defined to be being in essence or effect but not in fact" (Lau, Hayward, 2000. Citado por Rahman, 2006, p. 417).

1.7.7 Video panorámico en 360 grados

También llamados videos esféricos. El nivel de interactividad de este tipo de videos radica en que el usuario tiene la libertad de elegir hacia dónde ver dentro de un entorno virtual continuo. Están basados en la stereopsis, que otorga una ilusión de profundidad espacial tridimensional a partir de una imagen plana (Luursema, Vorstenbosch, Kooloos, 2017, pp. 1,2).

Sin embargo, para ver videos panorámicos 360° en una pantalla no necesariamente se necesita un visor, puesto que con un clic del ratón se puede girar el entorno. Pero al usar el visor se cumple con uno de los atributos de la realidad virtual: la sensación de inmersión sensorial (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009; Kye & Kim, 2008. Citado por Cabero, Barroso, 2016, p. 47).

1.7.8 Realidad aumentada

Su resultado es una superposición de información digital, estática o en movimiento, con interacción táctil en pantallas y sobre entornos reales, captados por la cámara de un celular. El contenido digital se mantiene asociado desde gráficos QR (Quick Response) vinculados a una base de

datos en línea (Fombona, et al., 2017, p. 42), activando una “representación mejorada o aumentada” (Mullen, 2012, p. 13), (Cabero, Barroso, 2016, p. 2).

Finalmente, la realidad aumentada no es sensorialmente inmersiva porque su contenido digital se activa desde la cámara de un celular o tableta electrónica, para ser observada en la misma pantalla. La realidad aumentada tiene como propiedades combinar objetos reales y virtuales de forma interactiva y en tiempo real (Cabero, Barroso, 2016, p. 47).

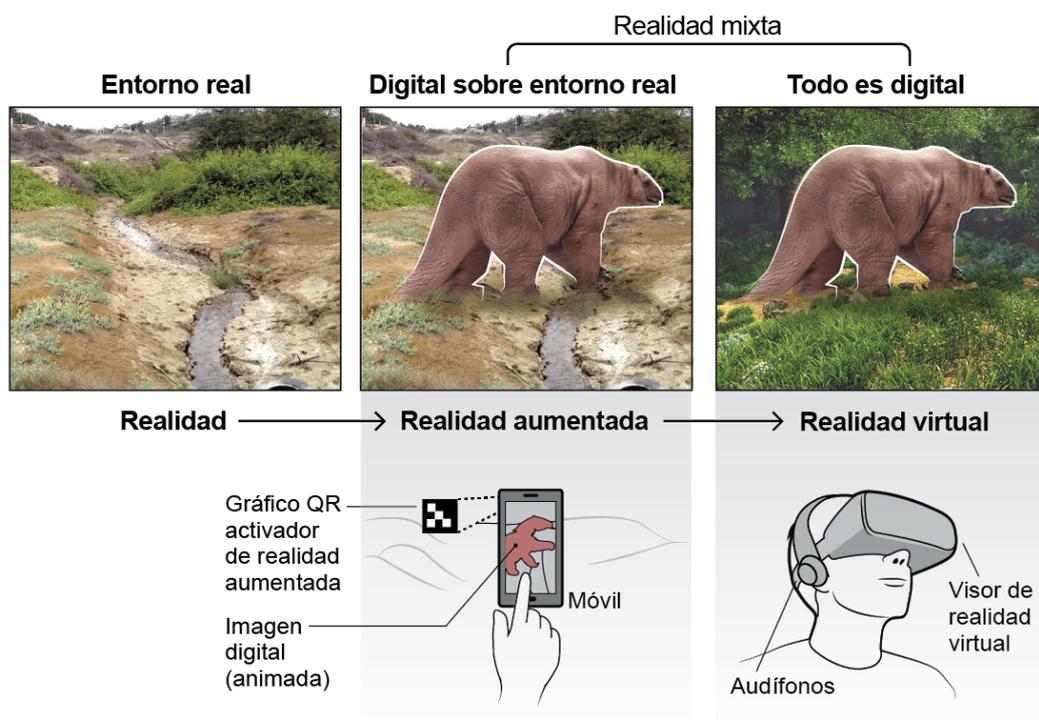


Imagen 16. Adaptación del Continuo Virtual de Milgram

Basado en Milgram, Takemura,
Utsumi y Kishino (1994, p. 3). Elaboración propia.

1.7.9 Dispositivos para percepción de realidad virtual

La percepción inmersiva de realidad virtual debe hacerse por medio de cascos o gafas (HMD, head-mounted displays) que crean un aislamiento visual absoluto con el contenido virtual. Cada visor tiene dos lentes biconvexos que funcionan como lupas que amplían la imagen, permitiendo el aislamiento visual.

Visores sencillos como los Google Cardboard tienen un costo de entre \$15 y \$30. Estos son adaptables a la pantalla de un celular que muestra el contenido virtual. Otros visores con armazón de plástico más rígido como el Samsung Gear cumplen la misma función, pero con otro rango de precio.

Como un innovador aporte a la tecnología de realidad virtual, en octubre del 2017 el fabricante estadounidense Oculus presentó el visor Oculus Go. Este dispositivo, de una libra de peso y de batería recargable, elimina la necesidad de usar un celular para visualizar entornos virtuales, mientras que la interacción con el entorno inmersivo se lo realiza con un pequeño mando inalámbrico manual.

En cuanto a características de procesamiento, el Oculus Go tiene un microchip Qualcomm Snapdragon 821. Este cuenta con cuatro núcleos de 2.4 Ghz cada uno, procesador gráfico Adreno 530, decodificación para video de alta resolución y conectividad con señal inalámbrica (Qualcomm, 2016, p. 2). También cuenta con 3Gb de memoria RAM (similar a un celular de gama media) y entre 32 y 64Gb de memoria de almacenamiento permanente (Oculus, 2017). La RAM es un conjunto de circuitos que permiten guardar y recuperar datos digitales de manera rápida. Permitiendo que procesos y tareas complejas se realicen en tiempo real desde el equipo.

En cuanto a visualización, el Oculus Go integra una pantalla de cristal líquido de 5.5 pulgadas diagonales y con una resolución de pantalla de 538 pixeles por pulgada (Oculus, 2017), una resolución similar a la de un celular de gama alta, como el Samsung Galaxy y el iPhone X (\$750 y \$1.100 respectivamente. Precios en Ecuador).

Finalmente, el visor Oculus Go es uno de los dispositivos todo-en-uno de realidad virtual más potente y de costo más accesible. A febrero del 2019, el precio fijo en EE.UU. fue de \$199. Sin embargo, para la compra desde Ecuador se deben agregar tasas de aduana y flete (Ver Anexo 17, p. 152), lo que duplica el precio del dispositivo.

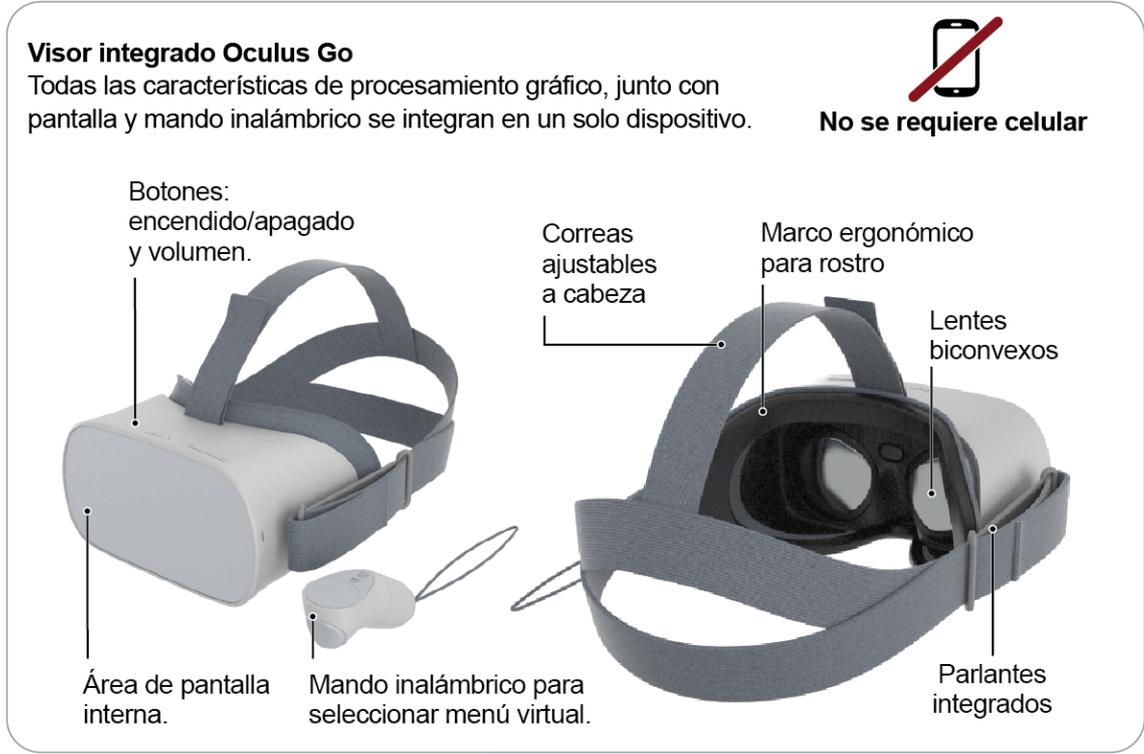
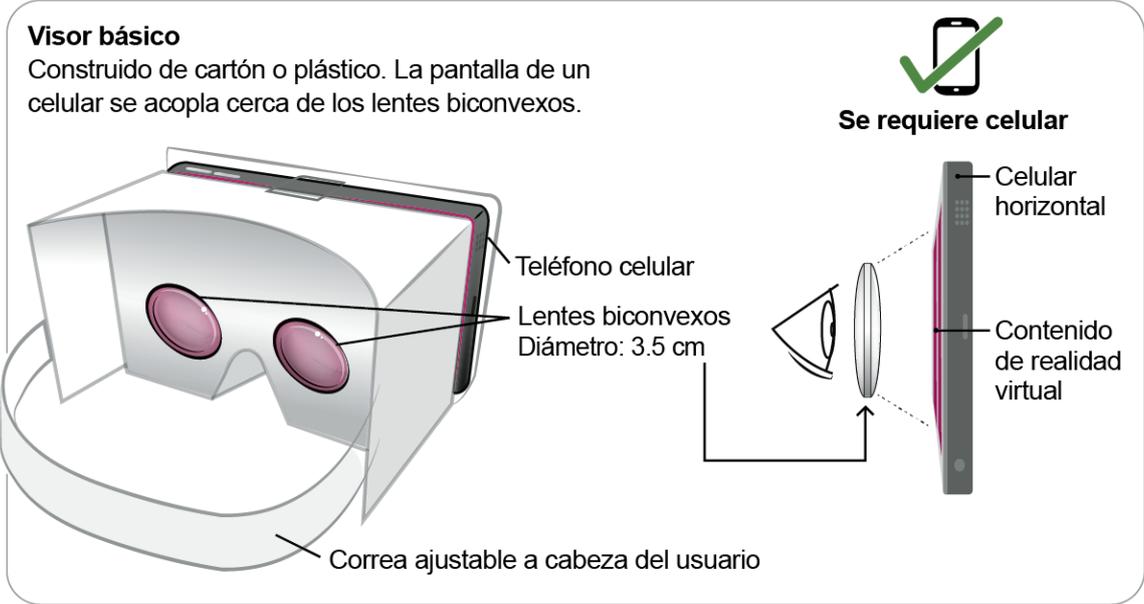


Imagen 17. Estructura de visor básico y visor Oculus Go

Nota: La función de los lentes biconvexos es otorgar un punto central de mayor nitidez para lograr un mejor enfoque. Basado en Oculus (2017). Elaboración propia.

Para este proyecto tecnológico se escogió el dispositivo Oculus Go. Inicialmente se realizaron pruebas con el prototipo de la aplicación Megaterio VR en un celular con disponibilidad para realidad virtual, es decir, con

sensores integrados como el giroscopio (recibe datos de movimiento vertical, horizontal y de rotación del celular) y sensor acelerómetro (mide tiempo de desplazamiento horizontal y vertical del celular) y 4Gb de memoria interna. Durante el uso, el móvil de prueba sufrió recalentamientos de batería a los pocos minutos de usar la aplicación. La principal razón de esto es que los teléfonos celulares deben compartir su memoria interna y velocidad de procesamiento con el sistema operativo y aplicaciones de redes sociales, videos, correo, junto a la conexión a internet.

Para el uso de visores con celulares, las mejores opciones son los modelos de gama media de Huawei y Xiaomi (entre \$320 a \$380 a diciembre del 2018 en Ecuador), ver Anexo 19, p. 154. En marcas más comerciales como Samsung o Apple, los precios de celulares con 6Gb de memoria interna y procesadores de cuatro núcleos de 2.5 Ghz se duplican.

El dispositivo Oculus Go, con memoria RAM interna (de 32Gb a 64Gb según el modelo, sobrepasa en cuatro y ocho veces la RAM de celulares de gama media y alta. Esa característica es de gran importancia para procesar imágenes tridimensionales envolventes y en tiempo real con fluidez. Por todo lo expuesto, se decidió utilizar para las etapas de desarrollo finales y para el testeo de usabilidad el visor Oculus Go.

Dispositivo	Memoria RAM (En Gigabytes)	Procesador	Resolución (puntos por pulgada)	Precio
Visor Oculus Go (no usa celular)	32Gb (otro modelo superior tiene 64Gb)	Cuatro núcleos de 2.4 Ghz cada uno	538ppi	\$200 (En EE.UU.) \$430 desde Ecuador.
Visor VR Shinecon (no usa celular)	3Gb (ampliable a 64Gb con tarjeta)	Cuatro núcleos de 1.3Ghz cada uno	400ppi	\$100 en sitio web Alibaba.com
Celular Samsung S8	4Gb	Ocho núcleos (4 de 2.3Ghz y 4 de 1.7 Ghz)	529ppi	Entre \$480 y \$550 en Ecuador.
Celular Xioami Pocophone	6Gb	Cuatro núcleos de 2.8 Ghz cada uno	416ppi	Entre \$380 y \$450 en Ecuador.

Tabla 2. Características de visores y celulares para realidad virtual

Fuentes: precios locales, en sitios web Amazon y Alibaba. Oculus (2017).

1.7.10 Render

Anglicismo técnico que responde al procesamiento digital de un modelo 3D, formado por líneas y polígonos a manera de vértices y triángulos (Gregory, 2015, p. 40) y visualizable en pantalla. Ese proceso final resulta en un aspecto realista en donde influirá el texturizado, encuadre de cámaras, animación, cantidad de polígonos, luces, sombras y tamaño (Maya Guide, 2004).

Se relaciona con la frecuencia de actualización o refresh rate, que es la cantidad de ciclos por segundo (hertzios) que el procesador de un computador o dispositivo móvil demora en examinar y mostrar la imagen renderizada (Jerald, 2015). Frecuencias de actualización típicos en pantalla van de los 60 hz por segundo a 120 hz por segundo (Gregory, 2015, p. 348).

1.7.11 Sonorización en ambientes inmersivos

Comprende los siguientes criterios:

Auralización (Auralization): Propagación del sonido en un ambiente virtual mediante simulación de interacciones entre superficies y fuentes de sonido (LaValle, 2016, p. 326).

Percepción estacionaria (perception of stationarity): Coincidencia entre las fuentes sonoras virtuales y los oídos del usuario (LaValle, 2016, pp. 52,156).

Su objetivo es la percepción auditiva en toda dirección, según distancia de la fuente sonora y ubicación del receptor humano. La sonorización ayuda al usuario a discriminar con precisión las fuentes y los límites del espacio físico virtual (Roginska, Geluso, 2018, p. 5). La sonorización es considerada como una potente experiencia virtual por sí misma (LaValle, 2016, p. 307).

1.7.12 Interactividad

Capacidad de los usuarios para participar e influenciar en tiempo real y de manera multidireccional, en la modificación de la forma o contenido de un ambiente real o digital, configurando una realidad o camino alternativo (Steuer, 1992. Citado por Rubio-Tamayo, et al., 2017, p. 11).

Entre sus alcances multidisciplinarios están el diseño de interacción y la experiencia de usuario. La interactividad es una de las condiciones de la realidad virtual, puesto que amplía la sensación de estar presente y de modificar el entorno virtual.

1.7.13 UX (User Experience) experiencia de usuario

Estándar para evaluar sistemas web y móviles desde factores humanos (Rubio-Tamayo, et al., 2017, p. 2). Otros autores la definen como el uso de una interfaz visual por parte del usuario y el estudio de su experiencia, satisfacción o frustración generada (Ramírez-Acosta, 2017, pp. 50,53).

La experiencia se refiere aquí a descubrimiento o cercanía (Don Norman, 2018). No se debe confundir con el diseño centrado en el usuario (User centered design) que es el "proceso de diseño que se define con base en el usuario y sus necesidades" y responde a: ¿Quién va a usar el sistema?, ¿Para qué?, y ¿En qué ambiente? (Ramírez-Acosta, 2017, p. 51).

1.7.14 Usabilidad

Calidad de acceso desde los sentidos humanos a un sistema o una plataforma digital. Esta debe cumplir con la facilidad de uso (aprendizaje), que sea productivo (eficiencia), recordable, fácil de corregir (acierto), y que genere satisfacción en el usuario (Ramírez-Acosta, 2017, p. 50, 51).

¿Porqué es importante esto en entornos inmersivos? Puesto que el uso de artefactos adaptables al cuerpo humano podría ocasionar

disconformidad, es necesario tener en cuenta factores ergonómicos para reducir al mínimo fatiga visual. Su consideración es relevante debido a que:

- Potencia la interacción eficiente. Minimiza un posible esfuerzo por parte del usuario y facilita la interacción.
- Reduce carga cognitiva: La información puede mostrarse eficazmente sin necesidad de un aprendizaje previo (Li, Fessenden, 2016).

1.7.15 Interfaz de usuario (User Interface)

Refiere al espacio de uso entre el humano y un sistema, para dar control y respuesta a través de elementos gráficos análogos a la realidad, como botones y menús. La correcta aplicación de un sistema estimula la recordación (memorability) para reusar y reducir el tiempo de aprendizaje (Jakob, 2006, citado por Pattrasitidecha, 2015, p. 11).

El libro VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality (Jerald, 2015), menciona cinco componentes básicos de una interfaz de usuario para realidad virtual:

- Intuitivo: simplicidad para entender cómo funciona
- Restricciones: Limitaciones lógicas que guíen acciones.
- Retroalimentación: Comunica al usuario los resultados de una acción (Jerald, 2015, pp. 278, 281).

1.7.16 Motores de videojuegos (Game Engines)

Paquete de software de alta demanda gráfica, de uso multidisciplinar y colaborativo. Reúne herramientas de desarrollo de principio a fin y en la mayoría de las fases de lógica de programación y creación artística, como modelado y animación de personajes, interacción con usuario, renderizado, realidad virtual y aumentada. Todo eso bajo un lenguaje de programación reusable que articule funcionalidades de interacción y animación (Gregory, 2015, p. 8), (Šmíd, 2017, p. 5).

1.7.17 Estándares comunes en motores de videojuegos

A partir de autores como Gregory (2015, p. 43) y Šmíd (2017, p. 5), se resumen aquí algunos estándares comunes en motores de videojuegos.

- **Multiplataforma:** Para que el producto finalizado esté listo para ejecutarse en diversos sistemas operativos.
- **Middleware o software de terceros:** SDKs (Software Development Kit) o API (Application Programming Interface) desarrollado con funcionalidades como OpenGL para gráficos y Vuforia para realidad aumentada.
- **Colisiones físicas (rigid body dynamics):** Interpenetración e interacción entre objetos virtuales como fricciones y golpes.
- **Animación:** Sistema que edita, reproduce y codifica parámetros como posición y rotación de objetos digitales.

1.7.18 Comparativa entre motores de videojuegos

Se consideró a Patrasitidecha (2015, p. 35), Šmíd (2017, p. 42) y Gregory (2015, pp. 27,32) para la siguiente tabla comparativa de game engines. Christopoulou y Xinogalos (2017, pp. 26,32) proponen que la elección del motor de videojuegos dependerá del perfil del usuario y de su campo de experticia, ya sean programadores, profesores, artistas, avanzados o aficionados.

Las características diferenciadoras entre motores de videojuegos son aquellas relacionadas con el realismo de los objetos, como el baked (en español, horneado): esto refiere a la incrustación de iluminación y sombras en una textura digital para ser reutilizada en cualquier otro objeto 3D, sin necesidad de reactivar los filtros de la iluminación del software. Y la iluminación global, (G.I. en inglés): refiere a cálculos complejos desde el computador al recrear el rebote de luz de un entorno digital. Esos cálculos se almacenan en el sistema y se usan para editarse en tiempo real, ahorrando tiempo de producción y de previsualización.

Características más relevantes del motor de videojuegos	Unity	Unreal engine
Lenguaje de desarrollo	(C# -algunos de sus módulos pueden ser editable por usuarios expertos-, Javascript, Boo).	(C++ -código disponible para edición por usuarios expertos-, Unreal Script, basado en C++).
Realismo 3D	Soporta pre-baked (horneado) de iluminación global en tiempo real (Precomputed realtime Global Illumination)	Texturas más detalladas especialmente en vegetación y terreno. Mejor simulación de partículas.
Videojuegos desarrollados más populares	Deus Ex: The Fall (N-Fusion/Eidos Montreal), Chop Chop Runner (Gamerizon) y Zombieville USA (Mika Mobile, Inc.)	Gears of War (Epic), Shadow Complex (Epic, Chair Entertainment)
Usabilidad y aprendizaje de uso	Editor de objetos (Inspector) de fácil aprendizaje.	Interfaz más compleja. Usuarios con poca experiencia en programación pueden crear nodos de acciones con Blueprint.
Plataformas disponibles de desarrollo	Apple iOS, Google Android, Windows phone, BlackBerry 10, Microsoft Xbox 360 y Xbox One, Sony PlayStation 3 y 4, Nintendo Wii, Wii U y sistemas Microsoft Windows, Apple Macintosh y Linux y en web HTML5, AndroidTV, Samsung Smart TV, tvOS	PS4, Xbox One, Nintendo Switch, sistemas Apple, iOS, Windows, Linux, Steam, HTML5, PlayStation VR, Android, Oculus, Samsung Gear, Vive Port, Google DayDream.

Herramientas de post-procesamiento	Mínima cantidad de herramientas nativas (integradas en el motor de videojuegos). Las mejores se consiguen por desarrolladores externos desde la tienda de Unity (Asset Store) como Bakery (iluminación de texturas), Oculus Integration (herramienta de integración con dispositivos Oculus), entre otros.	Herramientas nativas de Unreal como: Matinee (animación de cámaras y personajes). Bloom (iluminación y destellos), Color Grading, DoF (profundidad de campo), entre otros.
-------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Herramientas de iluminación global	Image-based GI, Precomputed realtime GI, horneado (Baked) GI Image-based GI, (horneado) Baked GI.	
Costos de licencia	Licencia libre (con restricciones en el software) para descarga gratis. Licencia profesional (software sin restricciones) con costo anual:	
	Gratuito si ganancias no exceden \$100 mil anuales. Pro: \$1500 anuales. \$25 mensuales por un año, prepagados.	5% de comisión después de los primeros \$3.000 de ganancia desde el lanzamiento del primer desarrollo.

Tabla 3. Comparativa entre Unity y Unreal Engine.

Nota: Otros motores de videojuegos son tecnología propietaria (privada) como Frostbite (Entertainment Arts) y Sony PhyreEngine (Sony).

Fuentes: (Pattrasitidecha, 2015, p. 35), (Christopoulou, Xinogalos, 2017, pp. 26,32), (Šmíd, 2017, pp. 42,44) y (Gregory, 2015, pp. 27,32), Unity (2018b). Elaboración propia.

Además del hardware, un game engine completo facilita el trabajo colaborativo para la programación de interacciones, manejo de datos, gestión de recursos de memoria, entre otros. En la siguiente tabla se presenta una comparativa de los lenguajes de programación de dos motores de videojuegos con más referencia documental: C# (para Unity) y C++ (para Unreal Engine).

Una característica común entre esos dos lenguajes es la orientación a objetos. Este criterio de programación organiza como colecciones de clases a aquellos elementos abstractos a programarse (acciones, movimientos o presencia de algo en pantalla, un valor ingresado, una interacción con el usuario, etcétera) (Booch, Jacobson, Rumbaugh, 2007, pp. 37, 38).

Lenguaje/ Año de lanzamiento	Similitudes entre C# y C++	Característica diferenciadora aplicado a motores de videojuegos
C# (2000)	Orientado a objetos. Lenguajes compilados. Requieren una conversión de código a programa ejecutable.	C# EN UNITY
		Permite alta compatibilidad para plataforma de Microsoft Xbox. En Unreal no es soportado excepto a través del plugin MonoUE.

	<p>Y procedurales: Se define orden y secuencia de ejecución e instrucciones.</p> <p>Multiplataforma: C# tiene esa característica recientemente con implementación de la plataforma open source Mono en 2004.</p> <p>Permite procesos asíncronos, es decir, requerimientos paralelos e iniciados en diferente momento.</p> <p>Gestión automática de limpieza de memoria (en C#, Garbage collection). En C++ los objetos deben derivarse de la clase UObject.</p>	<p>Lenguaje reflectivo: la información sobre los tipos de datos, diseños de miembros de datos, funciones y relaciones de clase jerárquicas en el sistema está disponible para inspección en tiempo de ejecución (runtime) (Gregory, 2015, p.956).</p> <p>Exception Handling: gestiona detección de errores y recuperación del sistema.</p> <p>No existen las variables globales, es decir, datos que pueden ser accedidos desde cualquier función.</p> <p>Estas deben estar contenidas dentro de una clase o función o dentro de un miembro estático.</p>
<p>C++ (1983-1985)</p>		<p style="text-align: center;">C++ EN UNREAL ENGINE</p> <p>Las variables y las funciones deben declararse y definirse antes de usarse.</p> <p>Lenguaje no reflectivo: tipos de datos, funciones y relaciones de clase solo se conocen en tiempo de compilación; una cantidad muy limitada de esos datos está expuesta en tiempo de ejecución (runtime) (Gregory, 2015, p.956).</p> <p>Variables pueden declararse globalmente, así como dentro de funciones. Solo las variables globales son automáticamente inicializadas, pero no las locales o de clase.</p> <p>Implementación de Assertions (código que revisa la condicional de una expresión y la mantiene correcta, aunque el resto del código cambie).</p> <p>La compilación a código binario es más ligera al usar menos librerías que C#.</p>

Tabla 4. Comparativa de lenguajes de programación para motores de videojuegos

Fuentes: (Chen, 2010, pp. 39,43), (Cerezo, Peñalba, Caballero, 2007, p. 3), (Ceballos, 2011), (Olsson, 2009, pp. 15,55), (Gregory, 2015, pp. 125,305). Elaboración propia.

CAPÍTULO II

Diseño de la Investigación

2.1 Planteamiento de la metodología

Para este estudio se escogió un enfoque mixto (combina información cualitativa y cuantitativa), pero con preponderancia cualitativa y con alcances exploratorio-descriptivo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, pp. 91, 92), lo exploratorio es aplicado cuando un tema ha sido poco indagado, como la implementación de tecnologías inmersivas en paleontología ecuatoriana. El alcance descriptivo detalla y mide la manifestación de reacciones o situaciones y se lo aplicará en un focus group, para interpretación de reacciones en usuarios (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p. 4). El enfoque cualitativo servirá para exponer la problemática del museo contemporáneo; en la necesidad de actualizar los métodos museográficos para divulgación y en las oportunidades desde las tecnologías inmersivas y su correcta usabilidad.

El enfoque cuantitativo permitirá establecer patrones en las causas de desinterés y frecuencia de visitas en museo, y en el conocimiento de tecnologías inmersivas en habitantes de la provincia de Santa Elena.

En cuanto a posibles invalidaciones internas en la evaluación cualitativa (focus group para evaluación de uso de la aplicación), en donde un sesgo de novedad podría alterar los resultados, se tomará en cuenta lo que menciona Hernández, Fernández y Baptista (2014, pp. 14,149):

- Evitar exponer creencias y opiniones desde los investigadores
- Repetición de la evaluación con diferentes grupos
- Las evaluaciones deben reflejar el proceso normal (en tiempo y lugar) del visitante del museo.
- Intentar que la evaluación pueda ser replicada en otros contextos similares.

2.2 Población y muestra

Para la toma de la muestra se tuvo como primer contexto los datos estadísticos de la provincia de Santa Elena (INEC, 2010a) con 308.693 habitantes. Existe una proyección de 401.170 habitantes para el 2020 (INEC, 2010b, p. 34). Al 2010, la distribución de edades era:

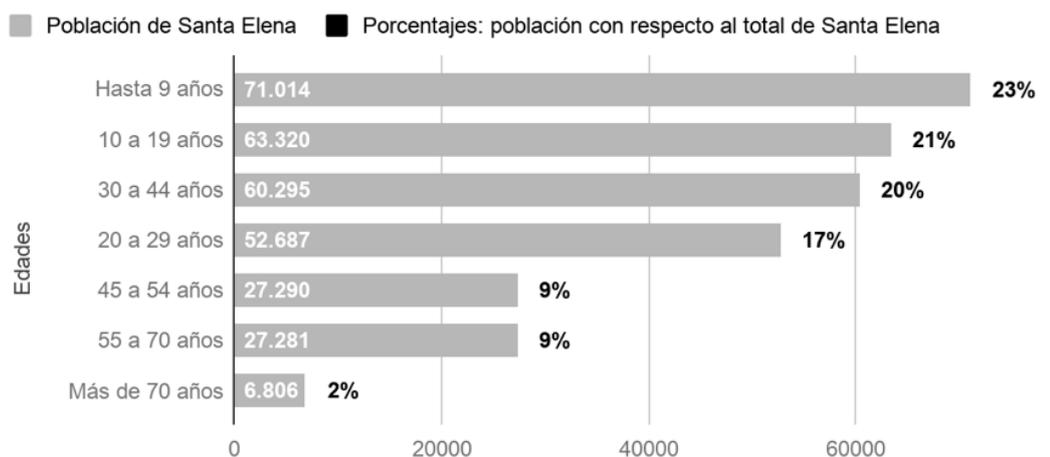


Gráfico 3. Población de Santa Elena al 2010.

Nota: El INEC ya proyectó una población de 401.170 habitantes para el 2020, año del siguiente censo nacional (INEC, 2010b, p. 34).

Fuente: Inec (2010a, p. 2)

Las edades entre 9 a 19 años correspondió a los dos primeros puestos de mayor población. Le sigue el rango de 30 a 44 años. Se debe tomar en cuenta que según una proyección al 2020, esta ordenación no varía demasiado (INEC, 2010b, p. 34). En cuanto a la edad promedio en la provincia de Santa Elena, esta fue de 27 años (INEC, 2010a, p. 8).

Se aclara que si bien el museo Paleontológico Megaterio está ubicado en el cantón La Libertad (95.942 habitantes) (INEC, 2010a, p. 8), el museo recibe una convergencia de visitantes de los dos cantones restantes (Santa Elena y Salinas). Es por esto que la población escogida para iniciar el cálculo del muestreo son los 5.471 estudiantes matriculados al 2018 de la

Universidad Estatal de la Provincia de Santa Elena (UPSE), (según confirmación con Vice rectorado). Las razones para esto son:

- Es una representación de la población joven (18 a 29 años, según la Ley de la juventud del Ecuador, Cap. 1, art. 1) en la provincia de Santa Elena,
- Según la fórmula y las variables aplicadas en el muestreo, entre la población universitaria de la UPSE y la proyección de la población de la provincia de Santa Elena al 2020 (401.170 habitantes (INEC, 2010b, p. 34)), el tamaño de la encuesta varía en una cantidad de 13 personas.
- Por logística, se presentarán menos dificultades para obtener los datos del conglomerado estudiantil al estar este en un solo lugar, es decir, en los predios universitarios.

La muestra se calculó con los siguientes datos:

- Población estudiantil UPSE: 5.471 estudiantes
- Intervalo de confianza del 95% (k): 1,96
- Probabilidad de ocurrencia (p y q: 0,5): 50%
- Error máximo de estimación (e): 6% (de cada 100 encuestas, 6 no serían representativas).
- Total de encuestas a realizar: 254 encuestas

2.3 Instrumentos de investigación

2.3.1 Entrevistas y documentación

Como primeras indagaciones y para establecer los primeros contactos se inició una exploración con fuentes primarias en tres áreas y con dos expertos por cada campo (ver Entrevistas, p. 69). Estos campos fueron: paleontología y arqueología, desarrollo de realidad virtual e implementación de esta en museos.

También se complementó con documentación de primera mano, por ejemplo, con el Informe preliminar del hallazgo casual de restos de megafauna (López, 2003) y con fuentes secundarias en temáticas de

museografía, patrimonio paleontológico, megafauna ecuatoriana y ámbito tecnológico de realidad virtual y sus características (ver Bibliografía).

2.3.2 Encuesta

Previo permiso de las autoridades de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) (ver Anexo 11, p.147) se realizó una encuesta con muestreo probabilístico y selección aleatoria simple a 254 estudiantes universitarios de la provincia de Santa Elena, de entre 18 a 29 años y de área urbana. Se eligió este muestreo debido a las siguientes razones:

- Se busca hacer inferencias de la población de Santa Elena basándose en el rango de edad de la muestra, 18 a 29 años (el de mayor población en la provincia).
- Está más cercano al promedio de edad de la provincia (27 años) (INEC, 2010a, p. 8).
- Es un subconjunto de la población más cercana a la disponibilidad o no de visitar un museo. Característica que se relaciona con uno de nuestros objetivos, es este es, determinar la frecuencia de visitas a museo, y posibles razones de baja asistencia.

El objetivo de la encuesta es medir la frecuencia de visitas al museo (en este caso, el Museo Megaterio, en la UPSE); las posibles razones por las que un visitante no vuelve, y el conocimiento de tecnologías inmersivas en estudiantes universitarios de la UPSE. Esta encuesta se realizó a través de formulario en línea, visitando 10 aulas aleatorias de la universidad.

2.3.3 Focus Group

Para indagar en la aceptación y calidad de uso por parte de usuarios al utilizar la aplicación de realidad virtual, se realizaron dos focus group para evaluar experiencia, usabilidad y posibles inconformidades de uso en la

aplicación de realidad virtual. Se aplicarán preguntas abiertas para evaluar motivos y razones (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p. 221).

La muestra a tomar será no-probabilística, porque se desea hacer inferencias únicamente desde los individuos que usarán la aplicación. La muestra comprende:

- 2 grupos de 5 y 6 estudiantes de la UPSE, entre 18 a 29 años de edad.
- En cuanto a individuos con lentes, se los integrará al focus group basados en su decisión y disponibilidad.
- No se incluyeron las edades menores a 12 años debido a que, según fuentes consultadas, lo impide el poco desarrollo de sus capacidades binoculares y de su sistema visual. Tampoco a personas con ambliopía (visión disminuida de uno de los ojos) y estrabismo (falta de alineación de las pupilas hacia un objeto) (ver Tabla 1. Posibles disconformidades por uso de realidad virtual, p. 30).

Para contrastar los resultados del focus group y descartar sesgos, se añadirá una corta encuesta con preguntas objetivas después del uso de la aplicación de realidad virtual (ver Anexo 7, p. 141) y antes de la toma de las reacciones (charla con los usuarios).

Todo esto conectará con el desarrollo e implementación de una aplicación de realidad virtual para visor Oculus Go y móvil, que otorgará al usuario del museo una experiencia audiovisualmente envolvente. Este es un aporte como herramienta de participación a contenidos museográficos inmersivos en museos.

2.4 Resultados de la investigación

2.4.1 Cuantitativo: Encuestas

Para la realización de las 254 encuestas se creó un formulario en línea mediante Google Forms y basado en la plantilla (ver Anexo 4. p.138).

Este método permite tabulación automática de datos y resultados en tiempo real. Como limitantes, no todos los encuestados tienen conexión a internet. Y si no se establece un tiempo límite, no todos llenan el formulario al momento. También se recomienda hacer una revisión preliminar, contestando las preguntas, para detectar posibles fallos de lógica y de restricciones.

Esta encuesta se la realizó el día lunes 28 de enero del 2019 entre las 10h00 hasta las 20h30 en 10 aulas de la UPSE, escogidas según disponibilidad, con aproximadamente 30 estudiantes cada una. En cada sala se explicó los objetivos de la encuesta y luego se pidió al presidente de cada aula enviar el vínculo del formulario en línea para su distribución. La interpretación de los resultados de la encuesta se muestra a continuación:

Edades	Cantidad	Porcentajes
21 a 25	124	48,8%
17 a 20	93	36,6%
26 a 30	27	10,6%
31 a 45	10	3,9%
TOTAL	254	100,0%

Tabla 5. Promedio de edades en encuestados

Fuente: Encuesta realizada a estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), La Libertad, Santa Elena.

Edades: Como se mencionó anteriormente, se aplicó la encuesta en estudiantes de la UPSE por ser una representación de la población de la provincia de Santa Elena entre los 18 a 29 años de edad. También por ubicación del conglomerado en un solo punto accesible a un museo y por ser una convergencia de los tres cantones (Salinas, La Libertad y Santa Elena). Según los resultados de la encuesta, de las 254 personas, el mayor rango de edad se situó entre los 17 y 25 años (85% de los encuestados). Le sigue el rango de 26 a 30 años (10,6%) y finalmente, de 31 a 45 años (3,9%).

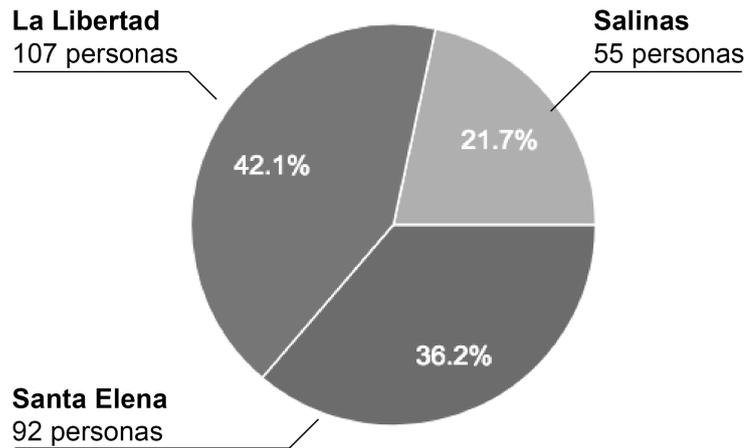


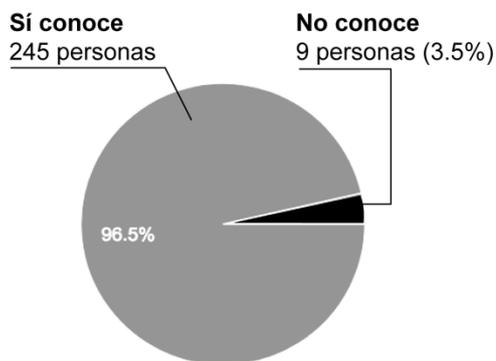
Gráfico 4. Origen de encuestados

Fuente: Encuesta realizada a estudiantes de la UPSE), La Libertad, Santa Elena.

Origen de los encuestados: Estos datos exponen la convergencia de habitantes desde los tres cantones de la provincia de Santa Elena entre los rangos de 18 a 29 años y en área urbana. Esto es útil para tener una muestra que acerque los resultados a toda la provincia de Santa Elena en cuanto a visitas a un museo cercano.

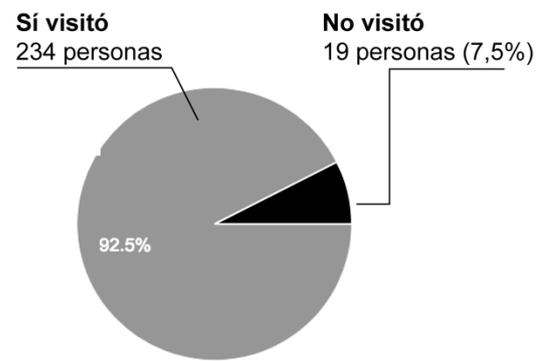
Sexo: De las 254 personas encuestadas, 94 son hombres (37%), y 160 mujeres (63%).

1. ¿Conoce algún museo cercano?



Total: 254 encuestados

2. Si es así. ¿Ha visitado usted uno de esos museos?



Total: 254 encuestados

Gráfico 5. Preguntas 1 y 2.

Fuente: Encuesta realizada a estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), La Libertad, Santa Elena.

Pregunta 1: 245 encuestados respondieron que sí (96,5%), mientras que solo 9 respondieron que no (3,5%). Según consultas en la universidad, al inicio de las carreras los estudiantes deben visitar el museo ubicado dentro de la institución (Museo Megaterio), ya sea por necesidades académicas, investigaciones o simplemente como parte de un recorrido. Como se determinará en las siguientes respuestas, la cercanía y el conocimiento de la existencia de un museo por parte del público no garantiza que se repitan las visitas.

Pregunta 2: El 92,5% visitó al menos un museo, lo que se concluye que fue el museo Megaterio por su cercanía. Sólo el 7,5% (19 de 254 personas) no lo han visitado. Como ya se expuso, existen ocho museos activos especialmente en la parte más saliente de la provincia de Santa Elena (ver Imagen 2, p.12).

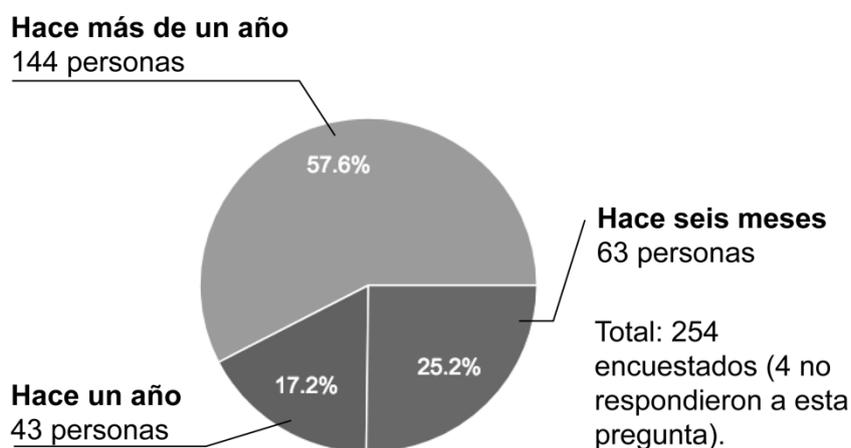


Gráfico 6. Pregunta 3: ¿Hace qué tiempo visitó museos?

Fuente: Encuesta realizada a estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), La Libertad, Santa Elena.

Pregunta 3. ¿Hace qué tiempo visitó algún museo?: Estas respuestas podrían confirmar lo interpretado en la pregunta 2, esto es, que la cercanía a un museo y el conocimiento de su existencia (en este caso, del Museo Megaterio en la UPSE) no garantiza que las visitas se repitan, al

menos en el mediano y corto plazo. Aproximadamente la mitad de los encuestados no ha vuelto al museo desde hace más de año. La otra mitad no volvió a visitar el museo desde seis meses a un año atrás. Una de las razones de esta brecha de tiempo sería que un gran porcentaje de estudiantes no requieren volver al museo excepto cuando se trate de cumplir alguna obligación académica.

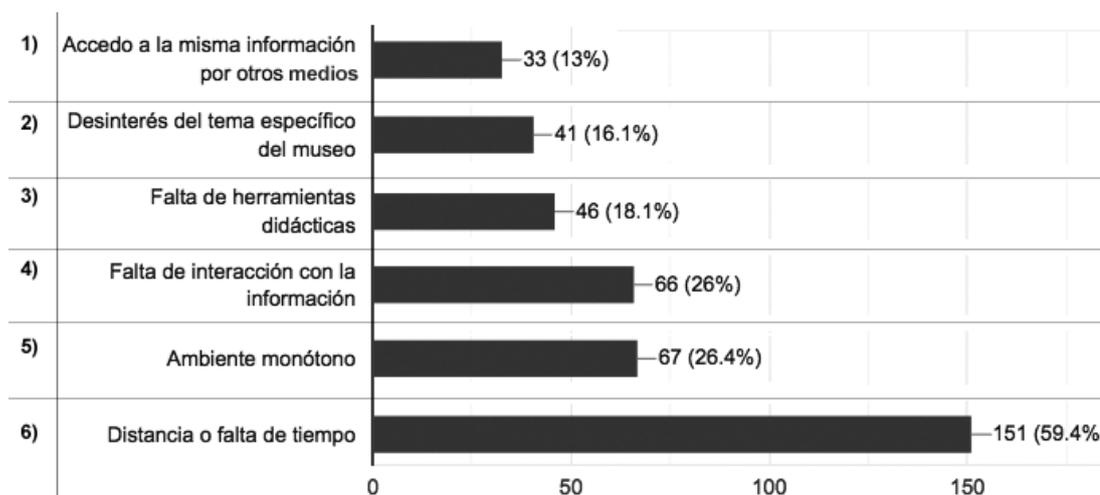


Gráfico 7. Pregunta 4: ¿Por qué ha dejado de visitar museos?

Nota: A los 254 encuestados se les permitió escoger más de una opción, por lo que el total de porcentajes no da 100%.

Fuente: Encuesta realizada a estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), La Libertad, Santa Elena.

Pregunta 4. ¿Por qué ha dejado de visitar museos?: En la opción 1 se evidencia que cerca de uno de cada diez encuestados revisa la información de museos desde otros medios (posiblemente internet, medios de comunicación tradicional). En la opción 2, el 16.1% no regresa al museo debido a poco interés en los contenidos. La posible respuesta a eso se expone en los resultados de las siguientes opciones escogidas. En la opción 3 alrededor de dos de cada diez encuestados escogió una falta de herramientas didácticas. En la opción 4 cerca de tres de cada 10 escogieron una falta de interacción. Muy similar a la elección de la opción 5, en donde la razón para no volver a un museo es el ambiente monótono. En cuanto a las

razones para no volver a un museo por distancia y tiempo (opción 6) en la mitad de los encuestados (59.4%) serían contradictorias con estudiantes que tienen al museo dentro de su institución. Eso evidencia que, si el museo no propone nuevos contenidos o actividades, la necesidad de volver a un museo se limitaría a la obligación académica o científica, o simplemente no habría ninguna.

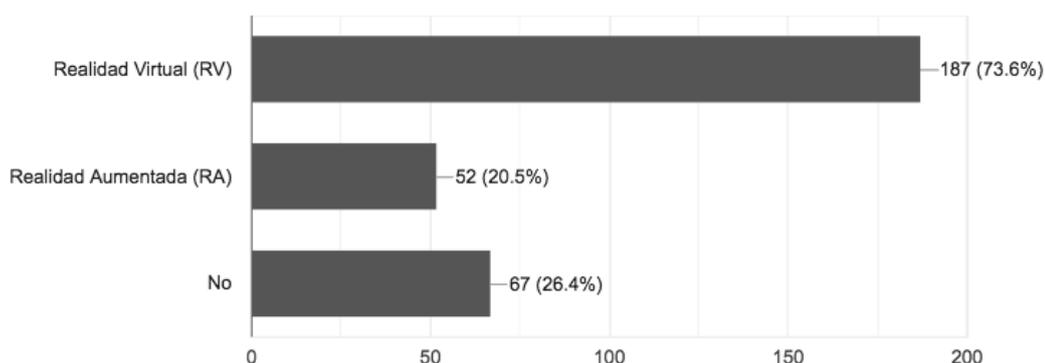


Gráfico 8. Pregunta 5: ¿Reconoce estos conceptos tecnológicos?

Fuente: Encuesta realizada a estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), La Libertad, Santa Elena.

Pregunta 5. ¿Reconoce estos conceptos tecnológicos?: Solo 67 (26,4%) de 254 personas respondieron que no conocen acerca de los conceptos de realidad aumentada y virtual. Mientras que 187 personas (73,6%) respondieron que sí a la realidad virtual y una quinta parte del total (20,5%), a realidad aumentada.

Como contexto a eso, en sitios como YouTube se exponen cientos de videos con contenidos denominados virtual reality, RV, o 360° (explicados en el Marco Conceptual, p. 33 a 34 de este trabajo de titulación). Sin embargo, no todos son inmersivos (es decir, con oclusión total de los sentidos, una característica de la realidad virtual). La realidad aumentada se ha popularizado con filtros en donde se añaden objetos 3D que interactúan con

el rostro del usuario (Face filters) en redes sociales como Instagram y Facebook; y con videojuegos para móviles como Pokémon Go (lanzado en 2016). Todo esto explicaría la penetración de estas tecnologías en jóvenes.

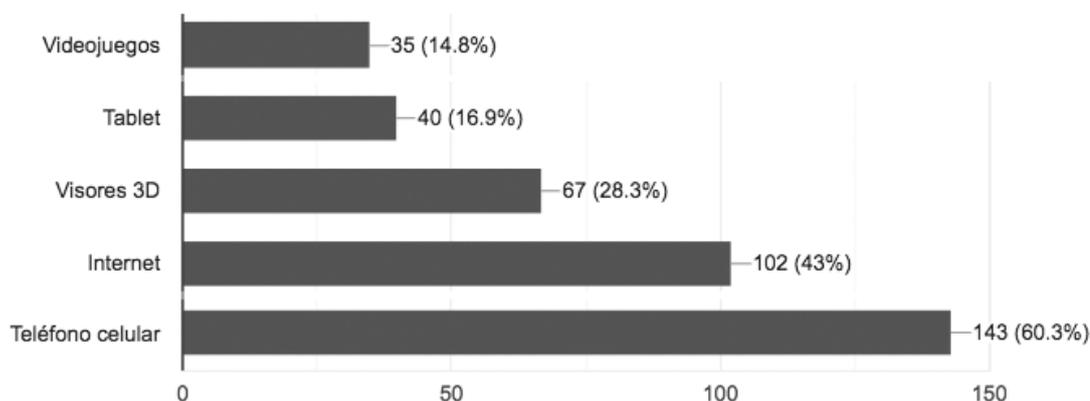


Gráfico 9. Pregunta 6: ¿Con qué dispositivo usó realidad virtual o aumentada?

Fuente: Encuesta realizada a estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), La Libertad, Santa Elena.

Pregunta 6. ¿Con qué dispositivo usó realidad virtual o aumentada?: De las 237 respuestas (17 personas no contestaron) el 60% respondió que ha usado tecnologías inmersivas a través de un teléfono celular e internet. Esto se podría relacionar con las estadísticas a noviembre del 2018 que determinan una cantidad de 15,6 millones de líneas telefónicas móviles activos en Ecuador, dos millones menos que la población del país (Arcotel, 2018). En cuanto al uso de internet, el Ministerio de Telecomunicaciones del Ecuador fijó al 2017 las cuentas de internet (móvil y fijo) en 10,6 millones.

En cuanto al uso de dispositivos extra como visores para realidad virtual (el 28,3% de los encuestados lo usó), una razón para su mayor acceso sería la reducción de precios en visores genéricos (entre \$15 y \$25, muy por debajo de visores más completos como el Google DayDream, de

\$400). En lo que respecta al uso de videojuegos con tecnologías inmersivas, lanzamientos como Pokémon Go impulsaron estas tecnologías en jóvenes. Además de la disponibilidad desde internet mediante tiendas en línea como Steam, para comprar o descargarse pruebas gratuitas de videojuegos para realidad virtual.

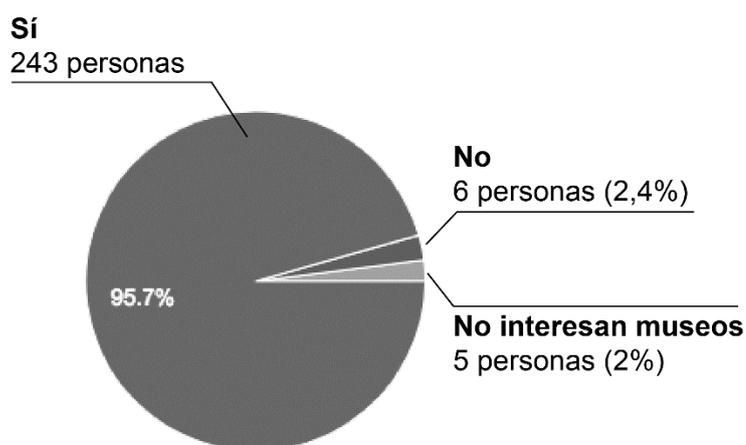


Gráfico 10. Pregunta 7: ¿Si un museo contara con RA o RV, lo visitaría?

Fuente: Encuesta realizada a estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), La Libertad, Santa Elena.

Pregunta 7. ¿Si un museo contara con RA o RV, lo visitaría?: De las 254 respuestas, solo el 2,4% (6 personas) respondió negativamente a visitar un museo si este implementara nuevas tecnologías en la exposición de su contenido. Más un desinterés en 5 personas (2%). Para la respuesta afirmativa (95,7% de encuestados) se tienen las siguientes interpretaciones:

- Expectativa: Las tecnologías muestran cada cierto tiempo nuevas mejoras y más sofisticación. Los usuarios podrían esperar (o idealizar) esto en cada nueva implementación y en cualquier ámbito.

- Novedad: Debido a lo tradicionalistas que puedan considerarse los museos, la aplicación de tecnologías generaría un sentido de romper lo común, estimulando la curiosidad en los más jóvenes.
- Curiosidad: En caso de que los encuestados hayan desconocido en detalle cómo funcionan estas tecnologías, la curiosidad generada por la gestión de comunicación del museo obligaría a indagar en cuestiones como la aplicación de la tecnología, el funcionamiento y el tipo de experiencia a lograr. Sumado a los comentarios que se crearían entre el público y en redes sociales, antes y después de experimentar la actividad en el museo.

Conclusión de encuesta

Según estos resultados, la cercanía física de un museo al público no garantiza la repetición de visitas al mismo. Por otro lado, se aprecia una incongruencia en las razones para no volver a visitar el museo (la razón principal en la mitad de los encuestados fue la falta de tiempo y distancia), especialmente si el museo está ubicado dentro de la institución (ver Gráfico 7, p. 54). Las otras razones para no volver a un museo, como preferir otros medios de información, desinterés y falta de herramientas didácticas, entre otras, se asocian a las posibles causas de desinterés en museos, descritos por otros análisis y estudios (Sánchez, 2015, 4:09), (Pons, 2015, 7:33), (Carreras, 2005, citado por Torres, 2012, p. 39).

El alto reconocimiento de tecnologías inmersivas por parte de los encuestados está relacionado con la disponibilidad de gran cantidad de contenido de realidad virtual y aumentada desde la internet (videos 360° y de realidad virtual) y en redes sociales (como filtros para recrear objetos 3D en el rostro, como gafas, sombreros, etcétera).

En lo que respecta a dispositivos usados por los encuestados para consumo de contenidos de realidad virtual y realidad aumentada (ver Gráfico 9) los resultados se enmarcan en la alta penetración del internet y uso de celulares: 15,6 millones de líneas móviles y 10,6 millones de cuentas de internet en Ecuador (Arcotel, 2018). Y también en el costo accesible de

dispositivos como visores para realidad virtual y acceso a contenidos gratuitos o de pago como videojuegos con realidad virtual.

Finalmente, como limitaciones se anotan la ausencia de personas mayores a 35 años de edad y adolescentes, que serviría para recoger información de un mayor rango de posibles visitantes a museos. También en la restricción del perfil de los encuestados (únicamente estudiantes universitarios). Se propone para una nueva investigación, se incorpore un perfil más amplio y más preguntas relacionadas con preferencias de contenidos históricos (historia nacional, historia mundial, prehistoria animal, vegetal, marina, etcétera) y otras que ahonden en la experiencia previa vivida al visitar un museo, por ejemplo, el tipo de actividad u objeto que más atención obtuvo. También profundizar en la frecuencia y tipo de actividades que los museos hayan realizado para mantener vigente el interés de los visitantes.

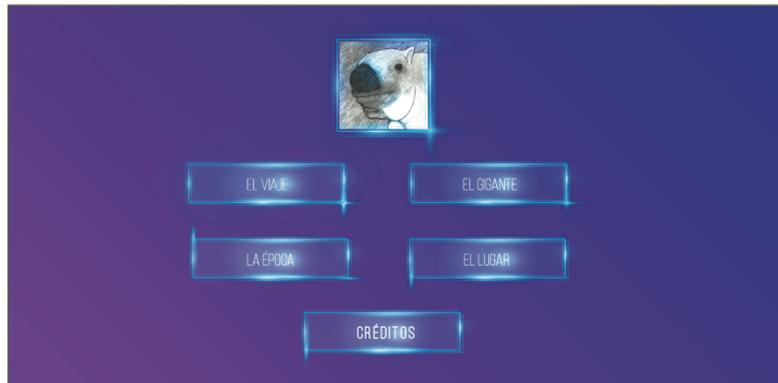
2.4.2 Cualitativo: focus group para evaluación de uso

El día viernes 1 de febrero del 2019 en las instalaciones de la UPSE, a las 12h30 se explicó a un conjunto de estudiantes de la UPSE la actividad de evaluación de una aplicación de realidad virtual con información del megaterio, a nivel de prototipo, con contenidos interactivo, inmersivo y voz narrada en off.

La aplicación estuvo instalada en un visor Oculus Go, con batería cargada totalmente. Accedieron 11 personas y se los dividió en dos grupos, entre hombres y mujeres. Incluyendo tres individuos que usaban lentes de graduación, los que accedieron por voluntad propia.

Las escenas de la aplicación de realidad virtual que se utilizaron para la evaluación de focus group con los estudiantes fueron 3: Menú, El viaje (entorno virtual) y El gigante (entorno virtual), (ver Imagen 18, p. 60).

1) MENÚ



2) ENTORNO VIRTUAL. Selección de menú: el viaje



Movimiento de rotación necesario para visualizar todo el entorno

3) ENTORNO VIRTUAL. Selección de menú: el gigante



Imagen 18. Niveles interactivos del prototipo usado en focus group

Nota: En el nivel 2, el inicio de la animación del megaterio empieza en el extremo derecho (flecha amarilla). En el nivel 3, el armado del megaterio rota sobre su eje (flecha amarilla).

Fuente: Focus group realizado a estudiantes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), La Libertad, Santa Elena.

Proceso A: Introducción y uso de la aplicación de realidad virtual

Se tomó en cuenta a Hernández, Fernández y Baptista (2014, pp. 14,149) en cuanto a que las evaluaciones deben reflejar el proceso normal (en tiempo y lugar) del visitante del museo. Se explicó brevemente a los estudiantes el uso del visor y del contenido a los dos grupos.

Luego de un breve recorrido por el museo, se inició la prueba de uso en la sala principal con el primer grupo. Si bien el museo tiene una reducida aula de 15 sillas, se determinó que el poco espacio resultaría incómodo para la prueba. Y como se justificará más adelante, también para la libertad de movimiento de los estudiantes (ver Anexo 9: Evaluación de uso, p. 143).

A cada estudiante se le dio una muy corta explicación del uso del visor (literal A de la Imagen 19) y del mando para selección del menú (literal B de la Imagen 19), incorporado en el visor Oculus Go. Al inicio, se pidió al primer grupo usarlo sin lentes (según el caso de cada usuario) y mantener posición de sentado, en silla sin apoya brazos.



Imagen 19. Inicio de la prueba del prototipo.

Fuente: Focus group de usabilidad a estudiantes de la UPSE

Posterior a la finalización de la visualización de los tres niveles (menú, y elección de los entornos virtuales El viaje y El gigante) se les retiró a los estudiantes el visor, y se les hizo brevísimas preguntas en cuanto a posible

pérdida de equilibrio, náuseas u otros. En esta fase, ninguno de los estudiantes refirió alguno de estas molestias.

Finalmente, a cada usuario se le entregó un breve cuestionario impreso con 5 preguntas objetivas y con una abierta (ver Anexo 7, p. 141).

Proceso B: Focus group

Una vez que los dos grupos finalizaron el proceso A, se reunió a cada grupo en la sala de video del museo, con capacidad para 15 sillas. Se inició la sesión con siete preguntas de la plantilla para sesión del focus group, desarrollada para esta fase (ver Anexo 6, p. 140).

Como contexto, es necesario que los evaluadores agreguen aclaraciones para que los participantes no se sientan cohibidos en sus comentarios, puesto que eso puede retrasar, impedir o sesgar el intercambio de respuestas. Por lo que se aclaró que esta fase no evalúa conocimientos de ningún tipo de los participantes, pero sí experiencia, usabilidad y posibles inconformidades de uso en la aplicación de realidad virtual otorgada.

Resultados de la encuesta, posterior al uso de la aplicación

Las edades de los participantes estuvieron entre los 18 a 26 años de edad. 9 personas fueron mujeres, y dos hombres. De todos ellos, solo tres usaban lentes (refirieron leve miopía y astigmatismo).

Pregunta 1. ¿En los últimos meses ha tenido usted contacto con algún tipo de interacción (con equipos) ?: El 45% de los encuestados (5 personas) no tuvieron acercamientos previos con consolas de videojuegos o de realidad virtual (uno de ellos participó en una montaña rusa virtual, disponible en un centro comercial). El resto de opciones fueron elegidas de la siguiente manera:

Opciones a escoger	Resultados (11 participantes)
Consola de videojuegos	2 de 11
Realidad virtual	4 de 11
Otros	0 de 11
Ninguno de los anteriores	5 de 11

Tabla 6. Pregunta 1

Fuente: Focus group de usabilidad a estudiantes de la UPSE

Pregunta 2. ¿Encontró usted algún tipo de incomodidad al momento de usar la aplicación de realidad virtual?: 10 de los encuestados no sufrieron ningún tipo de incomodidad al usar el dispositivo. Durante comentarios, una persona refirió mareos en posición de pie (Mujer, 18 años).

Pregunta 3. Si su respuesta fue afirmativa (en caso de haber experimentado incomodidad), elija la opción más cercana a esa incomodidad (puede elegir más de una): El 18,2% (dos personas de 11) experimentó incomodidad con el dispositivo. Una de ellas sintió mareos y la otra fatiga (en posición sentada). Una persona comentó desenfoque o borrosidad en las imágenes, pero una limpieza de los lentes del visor, antes de cada uso, eliminó el problema en una prueba posterior.

Durante la primera prueba, se les pidió a los participantes que, de ser posible, no usen sus lentes con el visor (3 de los 11 participantes usaban lentes con graduaciones leves). Posterior a eso, se volvió a realizar la prueba con el visor en cada uno de los tres participantes, pero esta vez, con lentes. Al consultarles nuevamente, no se presentaron molestias mencionadas en la primera prueba. Esto se relaciona con la disponibilidad de uso de visores para personas con lentes (Google, 2016, p. 2), siempre que no existan condiciones visuales como ambliopía (visión disminuida de uno de los ojos) y estrabismo (falta de alineación de las pupilas hacia un objeto) (Yuan, et al., 2018, p. 14).

Opciones a escoger	Resultados (11 participantes)
Fatiga visual	1 de 11
Dificultad de enfocar objetos	0 de 11
Mareos	1 de 11
Vértigo	0 de 11
Dolor de cabeza	0 de 11
Otros	0 de 11

Tabla 7. Pregunta 3

Fuente: Focus group de usabilidad a estudiantes de la UPSE

Item 3a. Describa incomodidad: No se obtuvo respuestas.

Item 4. Con respecto al contenido de la aplicación: Solo una persona refirió el deseo de cambiar el movimiento del megaterio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Opciones a escoger	Resultados (11 participantes)
Fue fácil de entenderla	11 de 11
Me faltó más tiempo para entenderlo	0 de 11
Demoré en entenderla	0 de 11
La duración del contenido fue la adecuada	4 de 11
Me gustaría cambiar algo	1 de 11
Lo recomendaría a otras personas	4 de 11

Tabla 8. Pregunta 4

Fuente: Focus group de usabilidad a estudiantes de la UPSE

Pregunta 5. Si los museos aplicaran este tipo de herramientas. ¿Incrementaría su interés en asistir?: el 100% (11 personas) eligieron que Sí a esta pregunta. Este porcentaje se relaciona con los comentarios de los participantes durante la sesión de focus group. Es posible que factores como la expectativa en tecnología y la novedad inherente a ella, además del realismo y de la puesta en escena del contenido prehistórico de esta aplicación de realidad virtual evaluada (un megaanimal que alguna vez vivió en estos territorios y cuya única evidencia son sus grandes huesos) influyeran en la percepción positiva del uso de estas herramientas. Los comentarios de los participantes durante el focus group se exponen en la siguiente sección.

Focus group

La fase de focus group se lo registró en dos grabaciones de audio por cada grupo (001_ / 002_focusgroup_megaterio.mp4). Luego de aclarar que no se iba a evaluar conocimientos de ningún tipo (solo comentarios acerca del uso), se procedió al intercambio de experiencias desde los participantes entre cada grupo. Según la guía de preguntas de la plantilla del focus group (ver Anexo 6, p. 140) la interpretación de las respuestas es la siguiente:

Acerca del recorrido virtual: Ninguno de los participantes tuvo experiencia previa alguna con contenidos inmersivos en museos cercanos. Esto es importante señalar debido a la oferta museística en la provincia (ocho museos entre los tres cantones) (ver Imagen 2, p.12). Una participante consideró ‘llamativo’, ‘tecnológico’, ‘práctico’ y ‘novedoso’, el uso de realidad virtual para algo ‘histórico que sucedió en Santa Elena’, especialmente la visualización del ‘esqueleto gigante’ del megaterio. Estos adjetivos se deben posiblemente a la percepción de tecnología de avanzada que imágenes 3D realistas ocasionan en el gran público, además de la experiencia sensorial realista de la aplicación evaluada.

Otros participantes aportaron que 'la imagen ilustrada del megaterio' y el 'realismo' fue atractivo, confiando en que las características mostradas (gran tamaño, ambientación) eran las reales. Este punto es importante para señalar dos hechos: la capacidad de la virtualización al crear experiencias de escala o tamaños (reales, como el megaterio; o modificadas, por ejemplo, si se desea ampliar un insecto); y porque el material museográfico no es susceptible de cuestionamientos por parte del público, dándolos estos por veraces posiblemente por el contexto científico. Un ejemplo de eso es que la única referencia al tamaño del megaterio son los huesos expuestos. Por lo que la idea de animal gigante se termina de comprobar con la aplicación de realidad virtual.

Acerca de incomodidades experimentadas: Dos mujeres (de once personas) experimentaron mareos durante el uso del visor de realidad virtual. También experimentaron falta de nitidez en 'algunas partes' del contenido virtual, pero presentían su causa por la falta de lentes (no se les permitió usar lentes sino hasta una segunda prueba). Cuando se repitió la prueba (esta vez usando lentes junto con el visor de realidad virtual), las molestias desaparecieron. No hubo referencias de mareos fuertes, dolores de cabeza u otros en ese corto lapso.

En cuanto a la posición de sentado, se evidenció incomodidad durante la visualización del entorno virtual, debido a una necesidad de torsión del cuerpo y cuello para observarlo. Esto último contrasta con Yuan, et al. (2018, pp. 13,14) que recomienda mantenerse sentado para reducir molestias por postura. Al probar nuevamente el visor en usuarios de pie, las molestias desaparecieron (concordando con Tiir, 2018, p. 11). Esto pudo darse debido a una mayor libertad de movimiento para hacer los giros necesarios, tanto de cuello y cuerpo (ver Anexo 9. Evaluación de uso, p. 143).

Acerca del contenido: Los usuarios no comentaron observaciones negativas. Una vez más expusieron positivamente acerca del realismo del entorno. Esto se relaciona con otro resultado de evaluación de una aplicación para realidad virtual dirigida a educación -el autor no menciona la

edad de los evaluados- (Cobo, 2017, p.50, 52) y otro dirigido a contenido histórico implementado en museo y evaluado en 253 visitantes (Schofield, et al., 2018, p.9).

Una participante percibió sonidos dentro del contenido virtual (este únicamente tenía activada la narración de voz). Esto último debió ocurrir por la filtración de sonidos externos o por autosugestión. Un caso similar ocurrió en Inglaterra durante la evaluación de un ambiente de realidad virtual para museos (Schofield, et al., 2018, p.9). En este caso, mientras los usuarios usaban el visor de realidad virtual (construido de madera) percibieron ese olor y lo relacionaron con las texturas de madera visualizadas dentro del entorno virtual. El autor expuso que esa relación no estuvo planificada.

Acerca de la duración: Una de las participantes relacionó el factor duración con el factor calidad. En donde si 'la narración es interesante, el tiempo es lo de menos'. Y viceversa, una 'narración aburrida' es más probable que se perciba negativa, independiente de su duración. Esto se relaciona en cuanto a la necesidad de nuevos contenidos que complementen a la museografía estática (Sánchez, 2015, 4:09), (Pons, 2015, 7:33), (Santacana, 2006, p. 125, 132).

Acerca del compartir la experiencia con otros: la mayoría de participantes estuvo de acuerdo en que la experiencia deba ser comentada para conocimiento de posibles nuevos usuarios, aprovechando la proximidad entre estudiantes con el museo, y lo 'llamativo', 'tecnológico', 'práctico' y 'novedoso', de la herramienta. Esto último se relaciona con un resultado de evaluación en uso de realidad virtual, en este caso, para el uso de adquisición de destrezas (El Yamri, 2018, p. 85).

Conclusión

El uso de la aplicación de realidad virtual MegaterioVR en 11 estudiantes para evaluar experiencia de usuario y posibles disconformidades expuso una disponibilidad positiva de estas herramientas. Primero, debido a un inherente atractivo de novedad que como nueva tecnología tienen estos equipos; segundo, al realismo dado en la ambientación y en el

megamamífero; y tercero, porque según la evaluación de la encuesta posterior al focus group y en la fase de intercambio de comentarios, no existieron mayores inconformidades visuales y físicas que limiten la utilización de equipo de realidad virtual en los visitantes evaluados.

Variables como la duración de las escenas (3 minutos aproximadamente), y estructura del contenido interactivo no tuvieron observaciones. Se anota aquí la posibilidad que factores de expectativa (los usuarios esperan que la tecnología sea fascinante), novedad (implementación de tecnología nueva) y curiosidad (interés en usuarios acerca de cómo funcionan estas tecnologías) pueden haber sido muy influyentes al momento de evaluar la aplicación. Sin embargo, en dos de las 11 personas se produjo reacciones adversas típicas de uso de realidad virtual (mareos, borrosidad), que se redujeron o eliminaron al cambiar la postura de sentado a de pie, al limpiar los lentes en cada uso e incluso permitir que el usuario mantenga sus lentes puestos mientras usa el visor (ver Anexo 9, p. 143).

Finalmente, como limitaciones se anotan la ausencia de personas mayores a 35 años de edad y adolescentes, que serviría para recoger información de un mayor rango de posibles visitantes a museos. También en la restricción del perfil de los encuestados (únicamente estudiantes universitarios). Se propone para una nueva investigación que se incorpore un perfil más amplio, especialmente con personas mayores de 35 años, con uso o no de lentes. Esto, debido a las características de apertura cultural de los museos hacia todas las edades.

2.4.3 Cualitativo: Entrevistas

Ficha 1. Área de experticia: arqueología

Relevancia del entrevistado	Se entrevistó al arqueólogo López debido a que él coordinó en el 2003 la recuperación de los fósiles de megaterio y otros mamíferos prehistóricos cuando se los halló en el sector de Tanque-Loma, cantón La Libertad, en Santa Elena.
Nombres	Lcdo. Erick X. López Reyes
Actividad profesional	Licenciado en arqueología por la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL). Profesor de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE).
Estudios	Arqueología, ESPOL
Tipo de comunicación realizada	Entrevista personal
Nombre del archivo de audio	Lopez_Erick_UPSE_entrevista_octubre_parte01,_parte02
Fecha y lugar de la entrevista	Campus Samarina, UPSE, Santa Elena. Octubre del 2018.

RESUMEN POR CONCEPTOS	
Paleontología	Recuperación y estudio de organismos extintos del pasado. Nos ayuda a entender cómo conservar la naturaleza y cómo se desarrolló hasta ahora.
Presencia humana durante existencia de megafauna en Santa Elena, Ecuador	No existen evidencias concluyentes en Santa Elena. Aún falta esclarecer mediante laboratorio si los fósiles hallados en Santa

	Elena tienen patrones de descarte (corte de carne en el animal muerto) realizado por posible presencia humana.
Valor del patrimonio paleontológico en Ecuador	Todo patrimonio nos construye desde lo multicultural en el presente, desde un referente activo ancestral real, hacia el futuro. Se crea patrimonio cuando lo sentimos y decidimos que nos pertenece gracias a la elección de una identidad nacional.
Proyecto actual del profesor López	Yacimiento submarino del puerto prehispánico marítimo de Colonchillo (lo que ahora es Salinas y Libertad). Se han hallado anclas de balsas, ánforas de vino.
Megaterio	Según la taxonomía (herramienta de clasificación de especies, subespecies, familia, orden) el megamamífero hallado en Santa Elena es: Orden: Chordata (animales con columna vertebral) Género: Pilosa (cubiertos de pelos) Xenarthra (Perezosos terrestres). Especie Eremotherium: Más adaptado a ambiente tropicales.
Hábitos alimenticios del megaterio	Eran ramoneadores (foliófagos), es decir, se alimentaban de los brotes tiernos de las hojas. Sus dientes están adaptados para triturar y no para desgarrar. No se descarta que hayan sido carnívoros de ocasión o carroñeros.

<p>Características del hallazgo fósil</p>	<p>Ubicación: ladera del sitio Tanque-Loma, Santa Elena, Ecuador. A 63 metros sobre el nivel del mar.</p> <p>Excavación de 10 m cuadrados, a una profundidad de un 1,50 entre dos capas de tierra, hasta los fósiles con una datación de entre 22.000 a 17.000 años antes del presente, contenidos en un estrato de terreno mezclado con hidrocarburo no mayor a 50 cm.</p> <p>Los huesos fósiles encontrados en Tanque-Loma refieren a megamamíferos muy jóvenes o muy viejos. En total se hallaron huesos de 19 a 21 individuos.</p>
<p>Principal depredador</p>	<p>Tigre dientes de sable. Solo en crías apartadas, no en adultos. El gran megaterio no debió tener depredadores.</p>
<p>Causas de muerte en megamamíferos en sitio Tanque-Loma.</p>	<p>Muertos todos al mismo tiempo y en el mismo nivel de terreno posiblemente después de caer en una laguna prehistórica, escapando de algún tipo de amenaza humana o animal.</p>
<p>Clima prehistórico en el sitio del hallazgo</p>	<p>Según la evidencia actual, en el pleistoceno hubo un retroceso en el nivel del mar en esa zona que hizo emerger plataforma marina sumergida. También erosión por incremento de lluvias e inicio de desertificación del suelo.</p>

Ficha 2. Área de experticia: paleontología

Relevancia del entrevistado	Se entrevistó al paleontólogo español Juan Abella debido a su experiencia profesional y de campo en paleontología formal y en el estudio de megafauna.
Nombres y edad	Juan Abella (38 años)
Actividad profesional	Investigador asociado en Institut Català de Paleontologia. Profesor de Biología en la Universidad Estatal Península de Santa Elena hasta febrero del 2019.
Estudios	Biólogo en la Universidad de Valencia. Doctorado en Paleontología en Universidad Autónoma de Madrid.
Tipo de comunicación realizada	Entrevista personal
Nombre del archivo de audio	Abella_Juan_UPSE_entrevista_octubre_parte01
Fecha y lugar de la entrevista	UPSE, Santa Elena. Octubre del 2018.

RESUMEN POR CONCEPTOS	
Para reconstrucción de animales prehistóricos	La reconstrucción debe venir desde dentro (Huesos, músculos) hacia afuera. Recalcó que el fósil de megaterio armado en el Museo Megaterio no es íntegro. Está formado por varios huesos de diferentes individuos, pero de la misma especie.
Dientes el megaterio	Funcionales para moler. Carecía de colmillos.

<p>Clima prehistórico en el sitio del hallazgo</p>	<p>Era un ambiente frío, similar a los pisos climáticos que se hallan en los Andes. Gran llanura, con entrada de un gran río caudaloso y mucha cobertura vegetal debido a la presencia no solo de megaterios sino de caballo americano, mastodonte, armadillos, tigre dientes de sable, venados, saínos, llamas tortugas terrestres y loros. Posibilidad de manglares.</p> <p>No hay evidencia de plantas por falta de análisis de polen prehistórico.</p>
<p>Características del megaterio</p>	<p>Herbívoro. No era migratorio ni hábil. Vivía en grandes manadas. Se han encontrado también fósiles en la zona de Atahualpa, Tanque-Loma y Baños de San Vicente (Prov. de Santa Elena).</p>
<p>Teorías acerca de extinción y depósito de los fósiles de megafauna en A. Latina</p>	<p>La pérdida de biodiversidad vegetal a finales del pleistoceno pudo iniciar la extinción de megafauna.</p> <p>Teoría del arrastre por cauce: Una pequeña laguna o charca envenenada por heces de los mismos animales pudo haber ocasionado su muerte a mediano plazo. Posteriormente, el cruce de un río serpeante arrastró con fuerza material más grande y cuando bajó su cauce depositó en un solo lugar todo ese material, en donde terminó depositándose.</p> <p>Los huesos fósiles debieron haber sido arrastrados desde un punto más lejano durante varias crecidas y depositados en el punto actual donde fue hallado. Eso explica la ausencia de huesos pequeños (más ligeros para ser arrastrados por el cauce) y presencia de huesos grandes e incompletos.</p>

Ficha 3. Área de experticia: aplicaciones tecnológicas

Relevancia del entrevistado	Se entrevistó al Ing. Pereira debido a su experiencia (12 años) en producción de plataformas digitales y desarrollo de Experiencia de Usuario (User Interface, UX). Él es director de la agencia digital Crisálida. Fue director creativo de la agencia La Facultad y AWA. Ha realizado trabajos para Repsol, Ministerio de Educación, Red Salud Ecuador, entre otros.
Nombres y edad	Edison David Pereira Bustos (Quito, 35 años)
Actividad profesional	15 años en desarrollo de Experiencia de Usuario y programación. Gerente de Crisálida, agencia digital.
Estudios	Ing. en Sistemas de la Universidad Católica de Quito.
Tipo de comunicación realizada	Llamada telefónica a Quito
Nombre del archivo de audio	IngEddiPereira_Quito_UXA
Fecha y lugar de la entrevista	Lunes 26 de noviembre del 2018

RESUMEN POR CONCEPTOS	
Tiempo para desarrollo para una aplicación móvil con realidad virtual.	Dependerá de los modelados en 3D. El tiempo promedio puede abarcar unos 3 o 4 meses. Desarrollos más complejos puede llegar al año.

Profesionales que intervienen en el desarrollo de realidad virtual	Un diseñador, un programador, un artista 3D, un especialista en UX, un profesional dedicado al testeo de la app, un redactor creativo, un ejecutivo de ventas.
Costo mínimo de una app para realidad virtual en el mercado	Costo por desarrollo, \$40 la hora. Un costo de una app intermedia en complejidad está por los \$4.000 a \$8.000 (Mínimo 4 meses de desarrollo).
Requerimientos mínimos de un teléfono celular para app con RV	Dual Core, mínimo 1.7 GHZ. 2GB de RAM (mínimo) Integrado giroscopio
Tiempo mínimo de revisión y mantenimiento de la app después de ser publicada	Se recomienda revisión y cambios internos cada dos o tres años. Debido al costo, los clientes no desean tener esas revisiones.
Experiencia de Usuario: Tiempo máximo de uso de una app de realidad virtual.	Después de los primeros 10 o 20 segundos el usuario empieza a relacionarse con el ambiente virtual.
Efecto negativo asociado al uso de realidad virtual del que haya sido testigo.	Cambios de tonos pueden afectar equilibrio del usuario. Especialmente en publicidad alternativa, es preferible que los usuarios experimenten realidad virtual sentados. Es buena práctica también alertar al usuario al inicio del uso de la app de realidad virtual.
Interés de empresas en realidad virtual	Cada vez más los usuarios adaptan dispositivos móviles para su vida diaria, debido a que el rango de utilidad es amplio. El limitante mayor es el costo en desarrollo. Lo que inicia como un proyecto completo, las empresas terminan reduciendo los alcances debido al costo.

<p>Enfoques del UX (User Experience)</p>	<p>Es una abstracción de la realidad. De lo que usamos e interactuamos. El UX busca una interacción natural de un entorno artificial o digital con el usuario.</p> <p>Se necesita establecer cuál es el camino que deseamos que el usuario use.</p> <p>Es preferible la dirección del usuario desde una narración audiovisual, puesto que menús en realidad virtual son innecesarios (Debido a que no existen los límites de una pantalla).</p> <p>Ejemplo: Botones flotantes sobre los restos fósiles digitales.</p> <p>Mala práctica: colocar bloques de textos extensos. Recomendable, solo títulos.</p> <p>Buena práctica: narración de audio.</p>
-------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ficha 4. Área de experticia: aplicaciones tecnológicas

<p>Relevancia del entrevistado</p>	<p>Se entrevistó al Lcdo. Cifuentes por su involucramiento con el Museo Numismático de Quito. La entrevista se realizó en la Universidad de las Artes. Diciembre 2018.</p>
<p>Nombres y edad</p>	<p>Lcdo. Álex Cifuentes (31 años)</p>
<p>Actividad profesional</p>	<p>Editor, post-productor, desarrollador con tecnología de realidad aumentada y virtual.</p>
<p>Estudios</p>	<p>UDLA, Lcdo. en Animación digital y 3D</p>
<p>Tipo de comunicación realizada</p>	<p>Llamada telefónica a Quito</p>
<p>Nombre del archivo de audio</p>	<p>alex_cifuentes_museo_quito.mp3</p>
<p>Fecha y lugar de la entrevista</p>	<p>Sábado 1 de diciembre. Evento Animática, UArtes. Guayaquil.</p>

RESUMEN POR CONCEPTOS	
Tiempo de desarrollo, prueba y ajustes para desarrollar una aplicación de realidad virtual	Una aplicación de realidad virtual, con modelados 3D y diseño de ambientación, trabajando con 3 tipos de software (dibujo de vectores y 3D), toma alrededor de 4 meses, en solitario y con jornadas diarias de 8 horas.
Cantidad promedio y especialización de profesionales que intervienen en un proyecto de realidad virtual	Con conocimientos adecuados, uno mismo puede empezar a diseñar los fondos, modelados 3D, animación, composición y programación. Aunque esto aumentaría considerablemente tiempo de producción. Con otros profesionales, se necesitaría un diseñador, ilustrador, un modelador, un post-productor.
Costo mínimo del desarrollo de una aplicación para realidad virtual en el mercado.	Cifuentes cobra por 30 segundos de animación, \$500 (min. 2:25).
Requerimientos mínimos técnicos debe tener un teléfono celular para consumir una aplicación de realidad virtual	Debería ser de una gama alta (entre \$300 y \$350), con sensores de giroscopio, acelerómetro y barómetro que permitan el giro virtual del usuario y percibir todo el entorno (min. 2:55). Y de 2 a 4Gb de memoria RAM (min. 07:45).
Tiempo promedio de revisión o mantenimiento de una aplicación para móvil desde su publicación.	Desde Google Play (Android) el costo anual es de \$24. iStore de Apple cobra por el mismo servicio \$140 anual. La revisión es previa. Se hace una revisión técnica de la aplicación (tanto en contenido como en desempeño desde el celular). Una aplicación móvil debe pesar mínimo 100 Mb y máximo 700Mb.

Tiempo promedio de adaptabilidad de una persona a un entorno de realidad virtual.	Según su experiencia, se necesita un tiempo de adaptabilidad inicial de 30 segundos desde el usuario. A partir de los 10 minutos pueden empezar mareos.
Diferencias funcionales entre motores Unity y Unreal	Unreal: Más calidad en realismo. Unity: Este motor presentó para Cifuentes una mejor compatibilidad entre software 3D Blender y Maya (min. 15:15). Además de fácil desarrollo para videojuegos. Renderizado en tiempo real más fluido.

Ficha 5. Área de experticia: Museos

Relevancia del entrevistado	Se entrevistó al Lcdo. Bustamante, director del zoológico de Quito, Ecuador, debido a la implementación de realidad virtual en la exposición Dentro del bosque (Diario El Comercio, 2018b), en febrero del 2018.
Nombres y edad	Lcdo. Martín Bustamante
Actividad profesional	Director del Zoológico de Quito
Contacto	(02) 236 8900 ext. 108
Tipo de comunicación realizada	Llamada telefónica
Nombre del archivo de audio	MartinBustamante_zoo_Quito_nov5_2018
Fecha y lugar de la entrevista	Llamada desde Guayaquil. Noviembre 5 del 2018.

RESUMEN POR CONCEPTOS	
Duración de la exposición/muestra <i>Dentro del Bosque</i>	3 semanas
Cantidad de dispositivos	3 dispositivos (3 visores y 3 celulares)
Duración de la narrativa inmersiva para el usuario	12 minutos, entre imágenes, texto y audio.
Tipo de contenido que se expuso	Videos de la amazonía ecuatoriana, transformados a video panorámico. El contenido fue desarrollado por un tercero.
Conocimiento de empresas que desarrollen este tipo de contenidos en Quito	El Lcdo. Bustamante refiere que no conoce.
Los equipos	Fueron conseguidos mediante préstamo por las mismas personas que propusieron el contenido 360°
Mejoras en cas de implementar esta tecnología nuevamente	Aumentar la cantidad de dispositivos tanto celulares como visores 360°. No condicionarse a contenidos de terceros. Desarrollar contenido propio
Desafíos encontrados al momento de aplicar video panorámico 360°	Carga de equipos: Los celulares consumían su batería muy rápido. Se resolvió generando preámbulos entre tiempos de espera para el uso del dispositivo debido a la gran cantidad de visitantes que generó la implementación.

Ficha 6. Área de experticia: Museos

Relevancia del entrevistado	Se entrevistó a la Lcda. Lombeida debido al conocimiento de la implementación de la aplicación de realidad aumentada Profesor Numis, en el Museo Numismático del Banco Central del Ecuador, en Quito.
Nombres y edad	Lcda. Sandra Lombeida
Actividad profesional	Asistente de dirección en el Museo Numismático del Banco Central del Ecuador, en Quito.
Contacto	Museo Numismático de Quito: 02-3938-600, ext. 3605. Correo: museo@bce.ec
Tipo de comunicación realizada	Lamada telefónica
Nombre del archivo de audio	SandraLombeida_museoNumismatico_Quito_17dic_2018.mp3
Fecha de la entrevista	Diciembre 17 del 2018

RESUMEN POR CONCEPTOS	
Beneficios a corto y mediano plazo en el uso de tecnologías desde los museos.	Las tecnologías en general son consideradas como nuevos aportes hacia la comunidad y permiten un cambio de imagen desde el museo. La información que contiene el museo puede ser compleja para el gran público, pero las tecnologías permiten llegar con contenido más digerible y amigable (Seg. 00:45).
Referencias nacionales de uso de tecnologías en museos ecuatorianos.	La Lcda. Lombeida refiere dos referencias: en el museo de la Mitad del Mundo, y el Museo Nacional con una aplicación descargable a móvil y que funciona como guía de audio durante recorridos (Min. 3:10).
Aceptación del público en el uso de tecnologías	Los visitantes se sienten cómodos e interesados especialmente los niños.

	<p>Porque la implementación se pensó para agregar una experiencia divertida y sencilla para conocer la información que ofrece el museo (Min. 04:40).</p>
<p>Estadísticas en cuanto a respuesta de los visitantes durante implementación de aplicación de realidad aumentada.</p>	<p>El museo realiza análisis de cantidad de visitas mediante revisión de comentarios desde el libro de visitas del museo y mediante encuestas. Todo eso se resume en nivel de satisfacción, cuyo resultado lo maneja el departamento de estadística del museo y cuya documentación debe ser pedida mediante oficio (Min. 07:05).</p>
<p>Imagen institucional del museo al aplicar tecnologías hacia la comunidad</p>	<p>Se genera una imagen que se equipara a los avances tecnológicos actuales. Luego, ocurre una alerta o competencia desde otros museos para crear un nuevo servicio y finalmente se crea un mayor convencimiento hacia lo positivo y moderno de las tecnologías.</p>
<p>Con respecto al trámite de requerimiento de estadísticas en el Museo Numismático.</p>	<p>Se lo pide como un oficio de Recursos de análisis de satisfacción y registro de comentarios, a través de un oficio hacia el museo dirigido a la Ing. Cyndi Vega, Directora de atención al cliente del Banco Central del Ecuador, detallando la razón de ese pedido.</p>

2.4.4 Resumen de resultados de instrumentos de investigación

Instrumento de investigación	Resultados
<p>Entrevista a dos profesionales en prehistoria (arqueólogo y paleontólogo).</p>	<p>No existe evidencia de coexistencia de humanos y megamamíferos en Ecuador. El megaterio fue un herbívoro que vivió en manadas. Su extinción se debió a factores ambientales y biológicos. La teoría del arrastre por cauce de río se propone como la explicación más aceptada en cuanto a muerte del megaterio de Santa Elena.</p>
<p>Entrevista a dos profesionales en desarrollo de aplicaciones de realidad virtual.</p>	<p>El desarrollo de una aplicación para realidad virtual es multidisciplinar y toma alrededor de 4 meses. Un limitante para las empresas culturales en realidad virtual es el costo de desarrollo y equipos. La experiencia de usuario es indispensable para la calidad de una experiencia de realidad virtual.</p>
<p>Entrevista a dos representantes de museos de Ecuador que aplicaron realidad virtual dentro de sus contenidos.</p>	<p>Tecnologías implementadas en museos son consideradas como nuevos aportes y permiten llegar a un público amplio al resumir lo complejo de ciertos contenidos. El uso de tecnologías genera una activación de propuestas entre museos. Una limitante para el uso de realidad virtual en museos es la cantidad de equipos, el costo y el desarrollo de contenidos propios.</p>
<p>Prueba de usabilidad de la aplicación de realidad virtual y focus group (11 estudiantes universitarios de Santa Elena).</p>	<p>No existieron inconformidades visuales y de uso que limiten la utilización de equipo de realidad virtual en los visitantes evaluados.</p>

	<p>Presencia de reacciones adversas típicas de uso de realidad virtual (mareos, borrosidad) en dos de 11 personas. Se redujeron o eliminaron al cambiar la postura de sentado a de pie, limpiar el visor en cada uso e incluso, permitir que aquellos usuarios con lentes los mantengan mientras usan el visor de realidad virtual.</p>
<p>Encuestas a 254 estudiantes en la provincia de Santa Elena.</p>	<p>Incongruencia en las razones para no volver a visitar a un museo cercano a la universidad. Como posible razón, el museo no propone nuevas actividades o contenidos.</p> <p>El alto uso de las tecnologías inmersivas está relacionado con la disponibilidad de contenido en internet.</p> <p>El alto uso de celulares para contenidos de realidad virtual y aumentada se enmarcan en la alta penetración del internet y de celulares.</p>

CAPITULO III

Presentación de la propuesta de intervención

3.1 Descripción del proyecto

La aplicación móvil de realidad virtual, MegaterioVR, explica visualmente y por narración de voz las características de un megamamífero extinto, el ambiente prehistórico en que vivió y una posible teoría de su muerte, ocurrida 17.000 años atrás. Este proyecto tecnológico está basado en información obtenida por profesionales paleontólogos del Museo Paleontológico Megaterio del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena. La aplicación está concebida para que sea usada por visitantes de museos.

Esta aplicación puede complementar una exposición de museo paleontológico, como soporte a la explicación que darán los guías a los visitantes en cuanto a temas como tiempos geológicos, detalles de piezas museísticas y otros contenidos prehistóricos.

En museografía, el contenido de esta aplicación se enmarca en una exposición inmersiva exógena (Ver Imagen 11, p. 24), con integración del visitante en ambientación de tiempo real (Foss, 2010, p.4,5). Eso refiere a la creación de un ambiente con referencias de escala y objetos reales.

El objetivo principal es aportar en las actividades participativas de los visitantes de museo con contenidos museográficos inmersivos. Además del fortalecimiento en la divulgación paleontológica en territorios con alta presencia de fósiles, y con gran variedad de oferta de museos públicos, como por ejemplo, la provincia de Santa Elena en Ecuador (ver Imagen 1, p. 10). También como aporte en la estimulación del interés de la comunidad en su propio patrimonio histórico, y el conocimiento del potencial de estas herramientas desde los museos.

Entre los ambientes virtuales que el usuario podrá acceder están:

- Sitio actual del hallazgo de los fósiles del megaterio,
- Medio ambiente del megaterio (17.000 años atrás) y narración de características del animal y teoría de su muerte.
- El megaterio, su estructura ósea y tamaño real.

Modelados 3D

El trabajo de modelado de la megafauna y ambientación se realizó mediante dos programas, 3D Studio Max 2017 y Mudbox (Autodesk). Se recomienda revisar las especificaciones técnicas para el trabajo con este software (Ver Requerimientos técnicos, p. 92) debido a la carga de procesamiento de 3D, en memoria RAM y en tarjeta de video. Uno de los problemas que se presentan si se usa requerimientos por debajo de lo aconsejado es la demora en el render, y un posible daño del hardware del computador debido a sobrecalentamiento de la tarjeta de video.

Objetos 3D como el megaterio, algunos árboles y arbustos fueron adquiridos mediante pago en el sitio web TurboSquid. Esto permite un ahorro de tiempo considerable al obviar el modelado total del animal y de los árboles, además de pruebas de texturas, morfología, estructura y detalles finos. Sin embargo, todos los modelados adquiridos de esta manera necesitan una revisión en su estructura de polígonos (algunos pueden estar incompletos o mal ubicados si se le añaden animación).

Las referencias en cuando a correcta morfología del megaterio y de la ambientación prehistórica en que vivió se las obtuvo de documentación paleontológica, (la más actualizada, de Fariña, Vizcaíno, De Iuliss, 2013); en entrevistas con expertos en la UPSE (ver p. 69); mediante observación de fósiles del mega animal durante asesoramiento de especialistas del Museo Paleontológico Megaterio; y en visitas al sitio del hallazgo de los fósiles en 2003, en el sitio Tanque-Loma, cantón La Libertad, a unas 10 cuadras de la universidad. Las revisiones y aprobaciones finales las hizo la coordinadora del museo mencionado, Licenciada Shirley de la Cruz.

Luego de una revisión minuciosa de cada modelo 3D (polígonos, superficies, preparación y corrección de estructura para animación, reemplazo de texturas faltantes o incompletas) se procedió a obtener referencias reales del entorno mediante visitas y asesoría (A) luego a partir de eso, se creó una topografía 3D y se probó con diferentes tipos de iluminación (B) para alcanzar realismo y volumen final (C) (en esta etapa, sin el megaterio). El trabajo 3D del mega animal siguió posteriormente.



Imagen 20. Entorno para recreación de ambiente prehistórico

Fuente: Producción en 3D del megaterio. Elaboración propia.

Paralelo al trabajo de ambientación 3D, se revisó esta vez el modelado 3D del megaterio (corrección de polígonos y texturas) y se empezó con un nuevo texturizado exterior. Se fragmentó cada parte del cuerpo del animal de una manera adecuada para que la nueva textura se coloque homogéneamente. Al tener cada parte de la malla del modelado

abierta en un formato 2D, se procede a agregarle texturas. En este caso en particular se usó el software para esculpido digital y texturizado en 3D, Mudbox, de la empresa Autodesk.

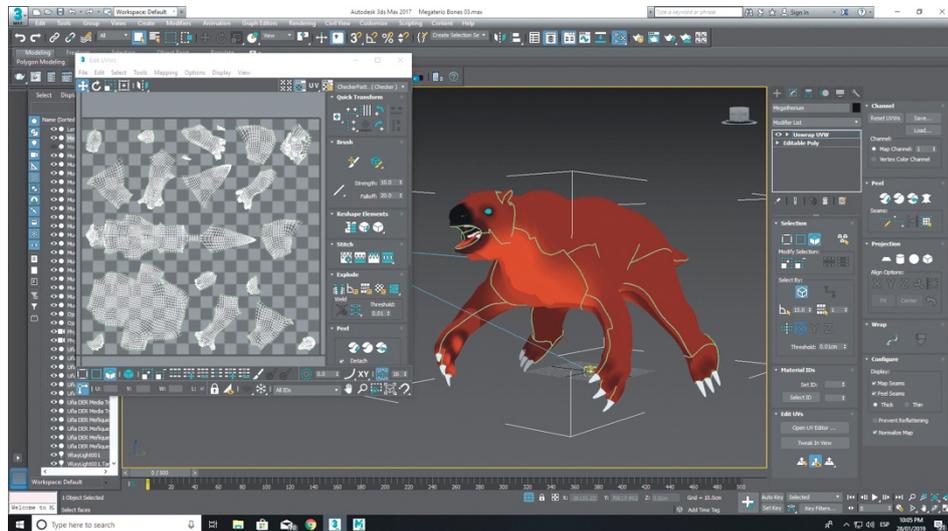


Imagen 21. Proceso de texturizado.

Fuente: Producción en 3D del megaterio. Elaboración propia.

La escena de la imagen 22 es clave puesto que en ella se explicará visualmente una de las teorías acerca de la muerte del megaterio de Santa Elena, ocurrida aproximadamente 11.700 años atrás. Según esta teoría en la que concuerdan los paleontólogos Abella y Lindsey, una posible contaminación con heces de animales ocasionó a mediano plazo el envenenamiento del megaterio, y arrastró sus restos por una leve corriente de agua hacia una ubicación final. En la escena animada, el animal muere en el estanque, y termina finalmente en los huesos fósiles que actualmente conocemos. Los huesos del megaterio se mueven sobre el agua con la ayuda de helpers (objetos que contienen un conjunto de controles y atributos que influenciarán otros objetos) y que tienen asignados controles llamados Surface Constraint (Superficie restringida). Estos permiten colocar uno o varios objetos en una posición en que puedan seguir y mantener la animación de otro objeto. En este caso, varios huesos del megaterio siguieron una animación (el recorrido de los huesos arrastrados por una corriente de agua leve) de un solo objeto, simplificando el proceso.

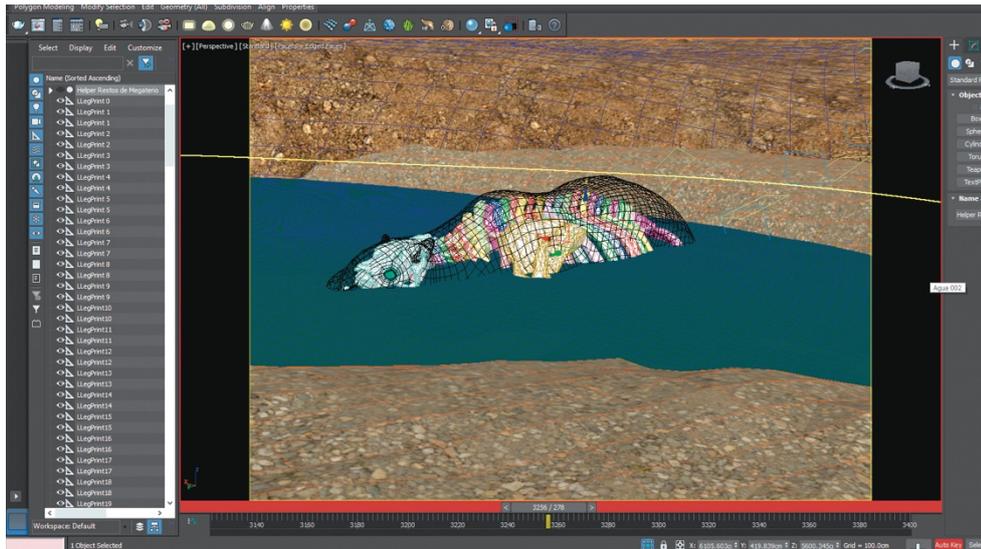


Imagen 22. Animación de muerte de megaterio.

Fuente: Producción en 3D del megaterio. Elaboración propia.

Como contexto, el mayor problema presentado fue la falta de equipos con potencia máxima para gráficos tridimensionales complejos, como objetos 3D y ambientación inmersiva. Ya que el contenido para realidad virtual exige una calidad de imagen muy alta, empezando por las dimensiones de cada imagen, con aproximados de 4K de resolución (una resolución de 4.000 píxeles. Cuatro veces más resolución que un televisor actual). En este caso, durante la producción ocurrió en dos ocasiones un daño en el procesador y memoria RAM, debido a un excesivo uso en tiempo de render y por cambios de voltaje (ocasionados por temporada invernal de lluvias en la Costa). Otro desafío fue la producción con un equipo de dos personas para la realización de un trabajo audiovisual de 3 minutos en el que se contemplan todas las áreas de postproducción (modelado 3D, texturizado, animación, iluminación 3D, post producción, edición, sonorización, etc.) y con 3 meses de ejecución. Según entrevistas con dos desarrolladores (ver Fichas 4 y 5, p. 76) un equipo de profesionales para desarrollo de realidad virtual debería contener más de un colaborador.

3.2 Contexto del visitante de museo

En Ecuador, datos específicos de visitas a museos como edad, sexo o nivel de estudios no están accesibles al público. Una de las razones es que son datos para evaluación interna y otra, que es una consecuencia del presupuesto limitado y falta de logística para obtener datos más granulados.

Este es un problema que ocurre incluso en museos internacionales de gran tradición (De las Heras, 2018), pero que se lo compensa con compendios anuales detallados (Estadística de Museos y Colecciones Museográficas, 2016). En Ecuador, esta falta de datos se evidencia en estadísticas culturales como El Sistema de Ingreso de Visitantes y Estadísticas-IVE, y el Sistema de Información Cultural, todos ellos del Ministerio de Cultura y Patrimonio del Ecuador.

En cuanto a visitas a museos en Ecuador, el dato más reciente es de 313.000 visitas al 2015 (44.700 visitas menos que en 2014) (Ministerio de Cultura, 2015a). Así mismo, en cuanto a visitas en el museo Paleontológico Megaterio en La Libertad, Santa Elena, se tienen que entre enero y septiembre del 2018, los días de alta visita fueron jueves (1.123 visitas) y viernes (1.200 visitas), reduciéndose absolutamente los fines de semana.

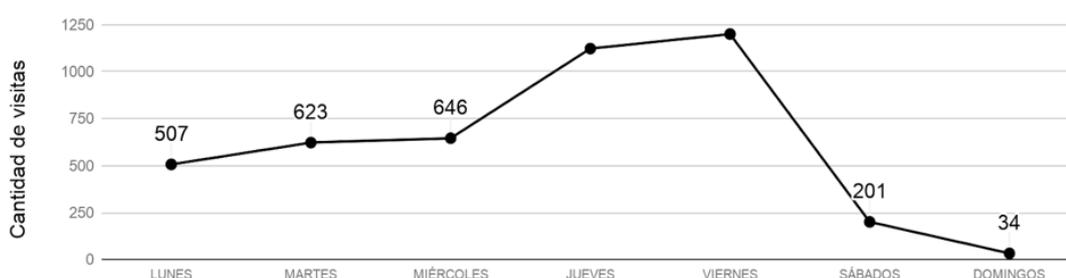


Gráfico 11. Visitas diarias al Museo Paleontológico Megaterio.

Nota: De enero a septiembre del 2018.

Fuente: Museo Paleontológico Megaterio (2018b) Sección Visitas.

Por otro lado, según estadísticas del mismo museo, los meses de mayor pico de visitas coinciden con los feriados y épocas de invierno-verano en el litoral ecuatoriano.

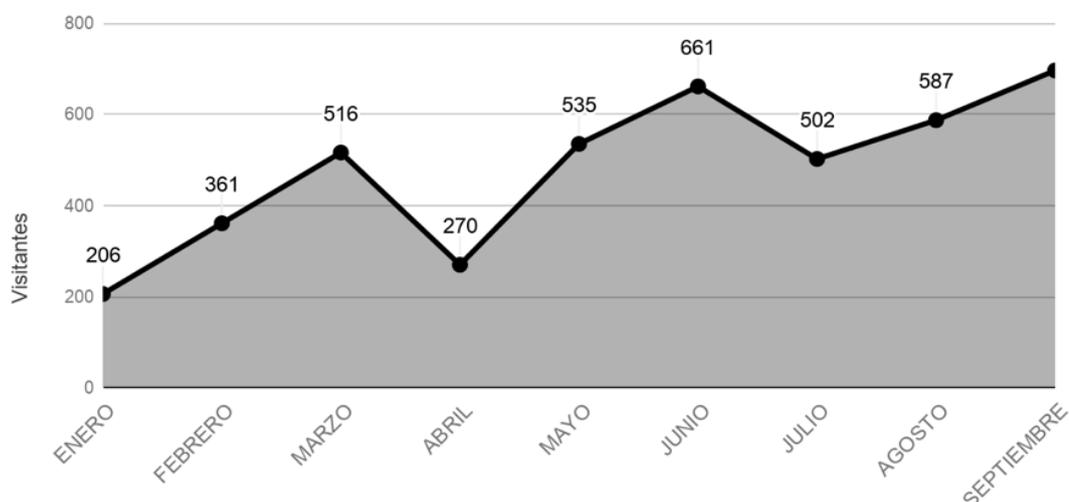


Gráfico 12. Estadísticas de visitas por mes al Museo Paleontológico Megaterio.

Nota: De enero a septiembre (696 visitas) del 2018.

Fuente: Museo Paleontológico Megaterio (2018b) Sección Visitas.

Finalmente, según datos del potencial turístico en la provincia de Santa Elena, se expone que:

Cifra	Contexto
301.000 viajeros	Turistas que llegaron a Santa Elena en el feriado de Carnaval del 2018
20% anual	Incremento anual de turistas en Santa Elena.
22% de turistas	Porcentaje de turistas en Santa Elena, feriado de Carnaval, 2018, con respecto al total nacional. Le siguió Pichincha con 16% y Manabí con el 14% de visitas totales.

Tabla 9. Cifras turísticas en Santa Elena.

Fuente: Diario El Universo (2018a), (2018b)

3.3 Descripción del usuario

Por lo expuesto en el contexto anterior, se definió a los posibles usuarios de la aplicación MegaterioVR con las siguientes características:

Visitantes externos:

- Turistas nacionales e internacionales, hombres y mujeres, entre 12 años de edad o más. Especialmente durante feriados en temporada lluviosa y soleada en la costa (diciembre a mayo) o en temporada seca, con menos precipitaciones en la costa y clima más frío (junio a noviembre) siendo esta última temporada de visitas desde el centro del país.
- Turistas estudiantes, hombres y mujeres durante vacaciones escolares. En la sierra, este periodo comprende de inicios de julio hasta inicios de septiembre (Ministerio de Educación, 2018a, p. 5). Y en la costa, inicios de febrero hasta inicios de abril (Ministerio de Educación, 2018b, p. 3).
- Personas con interés en turismo cultural. Habitantes locales, estudiantes y turistas.

Visitantes internos:

- Habitantes, hombres y mujeres, de los cantones de La Libertad, Salinas y Santa Elena, entre los 10 y 27 años o más, con instrucción escolar, colegial y universitaria. Con intereses en información cultural, científica o similares.

Rango de edades de visitantes internos:

- De entre 10 y 27 años o más
- Tomar en cuenta que la edad de 27 es el promedio en toda la provincia de Santa Elena (INEC, 2010a, p. 8).

Días con mayor potencial de visitas:

- En 2018, los días jueves y viernes fueron los días de mayor afluencia de visitas al museo. Los sábados fueron los días con menor afluencia de visitas.

3.4 Requerimientos técnicos

1. Especificaciones del hardware para el desarrollo de aplicación		
Computador de escritorio		Recomendaciones u observaciones
Procesador	Intel Core I7 4770K (alta gama de 4ta generación, con overclock (personalización de RAM y otros valores para mejor desempeño)	Escogido por su incremento de rendimiento, sobre todo en el apartado de los gráficos integrados. Se debe tener en cuenta que la serie K de procesadores tiene el multiplicador desbloqueado para facilitar las tareas de overclock tanto del procesador como de las memorias RAM.
Memoria RAM	32 GB	Agilita los procesos al trabajar con archivos de imagen de resolución elevada, vídeos de alta resolución y con muchas tareas a la vez.
Disco Duro	5 Terabytes (5.000 Gb)	El proyecto completo de titulación pesa 172 Gb. La información está almacenada en el disco duro interno principal, en uno de respaldo y en servicio de almacenamiento Tecnosmart, técnico responsable de los equipos.
Sistema operativo	Windows 10, 64 Bits	Sistema operativo estable para PC
Tarjeta gráfica	Geforce Gtx-760 (gama media alta)	Otorga fluidez en la imagen incluso con mayor carga gráfica.

2. Especificaciones de software, visor y otros		
Software usado para el desarrollo de la aplicación	Objetivos o funciones	Recomendaciones u observaciones
Unity	Motor de videojuegos con interfaz de aprendizaje rápido y licencia de descarga gratuita. Presenta amplia documentación textual y en videos para aprendizaje. Se lo usó para componer los objetos 3D y el entorno virtual (Digital y el real, de 360 grados) junto con el audio y elementos interactivos.	Se lo escogió por su versatilidad, por ser multiplataforma y por la facilidad de uso al crear contenidos interactivos.
3D Studio Max 2017	Es un Programa utilizado para la creación de gráficos 3D desarrollado por Autodesk. Se lo utilizó para recrear todo el entorno 3D y animación de la APP VR.	Posee una facilidad para configurar los materiales y procesos de render.
Mudbox	Es un programa para esculpir en 3D y texturizado 3D. Fue utilizado para colorear las texturas del personaje principal Megaterio, hojas y troncos.	Compatibilidad con 3d Studio Max ya que los dos pertenecen a Autodesk.
After Effects	Es un programa destinado a la composición, animación y efectos especiales. Fue utilizado para animar 3D, montar el personaje y ciertos gráficos en la escena.	La versión CC de Adobe After Effect contiene plugins de edición de videos 360°, facilitando el proceso de montaje y composición.
Cubase Studio	Es un programa de editor de audio digital. Programa en el cual se editaron las locuciones, sonorizaciones y musicalización de la APP VR	Se requirió la colaboración de un experto para esta área.
3. Especificaciones técnicas de la aplicación	Equipo	Recomendaciones u observaciones
Sistema ejecutable	Visor Oculus Go.	Visor todo-en-uno.

Tamaño de la aplicación (Mb)	363 Mb	
4. Especificaciones técnicas del móvil	Detalles	Recomendaciones u observaciones
Tamaño de pantalla	6 pulgadas diagonal	
Procesadores (Mhz)	Recomendado Quad-core de 1.8 Ghz o más	Ejecución de tareas
Memoria RAM	Mínimo 4Gb a 6Gb.	Rapidez de acceso a la información.
Sensores integrados	Giroscopio, acelerómetro y barómetro	Permite el giro virtual del usuario para así percibir todo el entorno.
5. Especificaciones técnicas del audio	Objetivo	Recomendaciones u observaciones
Narración de voz	Jesús Rangel - Locutor	Colaboración
Ambientación sonora	Realizada por Hugo Véjar	Diseño sonoro estéreo con efecto en post de audio inmersivo (Ambisonics).
Audífonos	Marca recomendada: Shure SE315-K	Es recomendable utilizar audífonos de oído (Earphones), según Hazel Burns, productora musical canadiense y profesora de la Universidad San Francisco de Quito.
6. Especificaciones técnicas del visor de realidad virtual		
Detalles del visor	Objetivos	Recomendaciones u observaciones
Oculus Go	Gafas binoculares que aíslan	Es de un material resistente,

	visualmente al usuario y lo centran dentro del contenido virtual. Son adaptables a la pantalla de un celular. Se las usó para la percepción del entorno virtual durante pruebas y focus group.	contiene graduador de enfoque
7. Especificaciones de ambientaciones virtuales		
Nivel y contenido	Características e interacciones presentes	Recomendaciones u observaciones
Megaterio – Personaje principal	Modelado hiperrealista 3D de 4.746 vértices. Con un Cat Rig (esqueleto para animación) propio de 3ds max. Texturizado en Mudbox (Software de esculpido 3D). El pelaje es un modificador de 3ds max llamado Hair and Fur.	El personaje fue renderizado independientemente del escenario y montado en post producción para ahorrar tiempo de render. El tiempo de animación del personaje es de 00:01:40, es decir, un total de 3000 fps (cuadros por segundo).
Escenario 01 – Presente en el tiempo	Modelado hiperrealista 3D. La superficie del terreno es un displace (método de texturizado con más volumen). La vegetación es variada y está colocada sobre la superficie por medio de partículas, poca vegetación en comparación al escenario 02.	El escenario es una imagen panorámica 360° de 3072 x 1396 píxeles. Como motor de render se utilizó Vray 3.60.03.
Escenario 02 – Pasado histórico	Modelado hiperrealista 3D. La superficie del terreno es un displace en la geometría. La vegetación es variada y robusta, está colocada y montada estratégicamente para ahorrar recursos de la PC y tiempo de render.	El escenario es una imagen panorámica 360° de 3072 x 1396 píxeles Como motor de render se utilizó Vray 3.60.03.

Tabla 10. Alcance técnico. Aplicación de realidad virtual MegaterioVR.

Fuente: Desarrollo de aplicación de realidad virtual.

Se recomienda prestar atención al dispositivo en el que será implementada la aplicación debido al tamaño en megabytes. Es clave buscar las mejores opciones en cuanto a software para los procesos de modelado 3D y composición de los elementos desde motores de videojuego, debido a la alta carga de renderización (incluso para pruebas y ajustes) y la demanda de memoria interna del computador y de la tarjeta gráfica.

Durante el renderizado final de las escenas, es decir, para el procesamiento mediante hardware y software de uno o varios modelados 3D en un acabado realista en iluminación y textura, se necesitó de potente procesamiento gráfico. Se usó una red de cinco computadores (también llamada granja de render) cuyo único objetivo es procesar el acabado final global de toda la ambientación y elementos 3D, incluido el megaterio.

No se presentaron inconvenientes técnicos durante el uso del motor de renderizado V-Ray 3.6 cuando se lo activó en uno solo de los computadores. Pero al instalarlo en cada computador de la granja de render, el software se detuvo totalmente. Esto se debió a una incompatibilidad de la versión de prueba del V-Ray al ser instalado en cada computador. Lo que se solucionó al desconectar los computadores de la internet y usar algunos computadores aislados de la red. A febrero del 2019, el costo del motor de render V-Ray está entre los \$450 anuales o los \$80 mensuales. Todos los precios son licencias para un solo computador. A más licencias, más costo. Se recomienda mantenerse presente durante el renderizado de modelados complejos debido a una posible pausa en la ejecución.

3.5 Funcionalidad

Para el interfaz de la aplicación MegaterioVR se ha elegido una línea gráfica sencilla, sin elementos que distraigan visualmente durante la elección de las escenas. Las razones para esto son el rango de edad del perfil de usuario (mujeres y hombres de 10 a 27 años de edad o más) (Descripción del usuario, p. 91) y para reducir posibles causas de disconformidad en el uso de realidad virtual (Tabla 1, p. 30).

El color elegido para el interfaz es el violeta azulado (bluish violet en inglés). En tecnología, es un color que evoca serenidad visual, pero también descubrimiento y experimentación (por su asociación con el tiempo y tecnología) (Pantone, 2018). Se usó colores planos con degradado diagonal en 45°, sin texturas. Con el objetivo de dar descanso visual al momento de la elección en el menú y como diseño neutral para jóvenes y adultos. La selección del menú dentro del entorno virtual (A), se hará mediante un apuntador manejable desde mando externo.

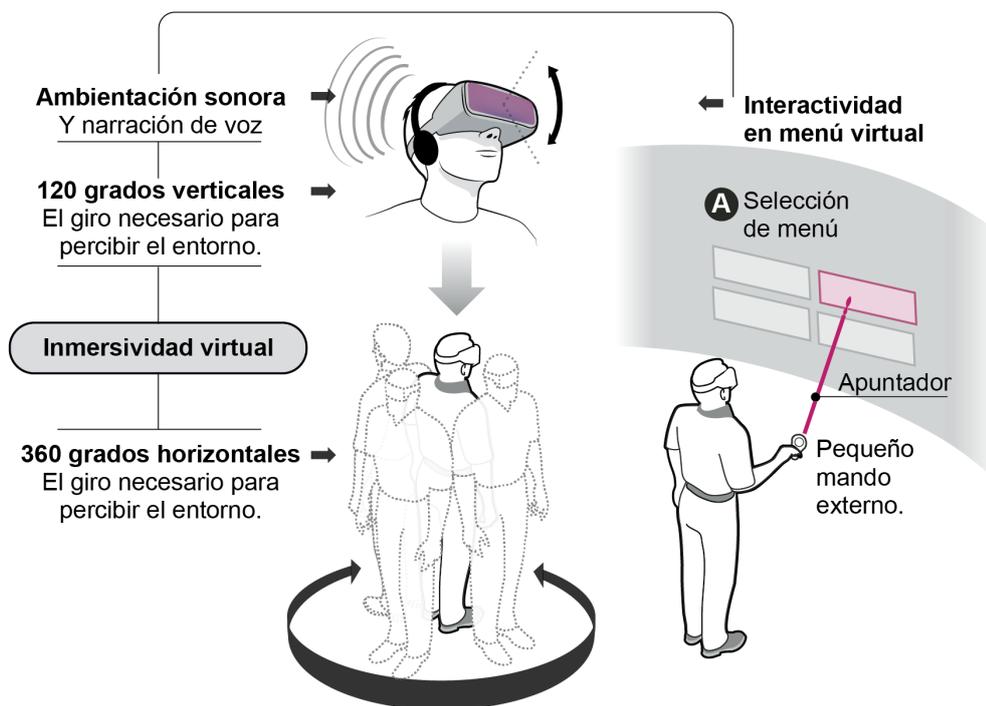


Imagen 23. Interacción con ambientación y menú. App MegaterioVR

Fuente: Desarrollo de aplicación de realidad virtual MegaterioVR. Elaboración propia

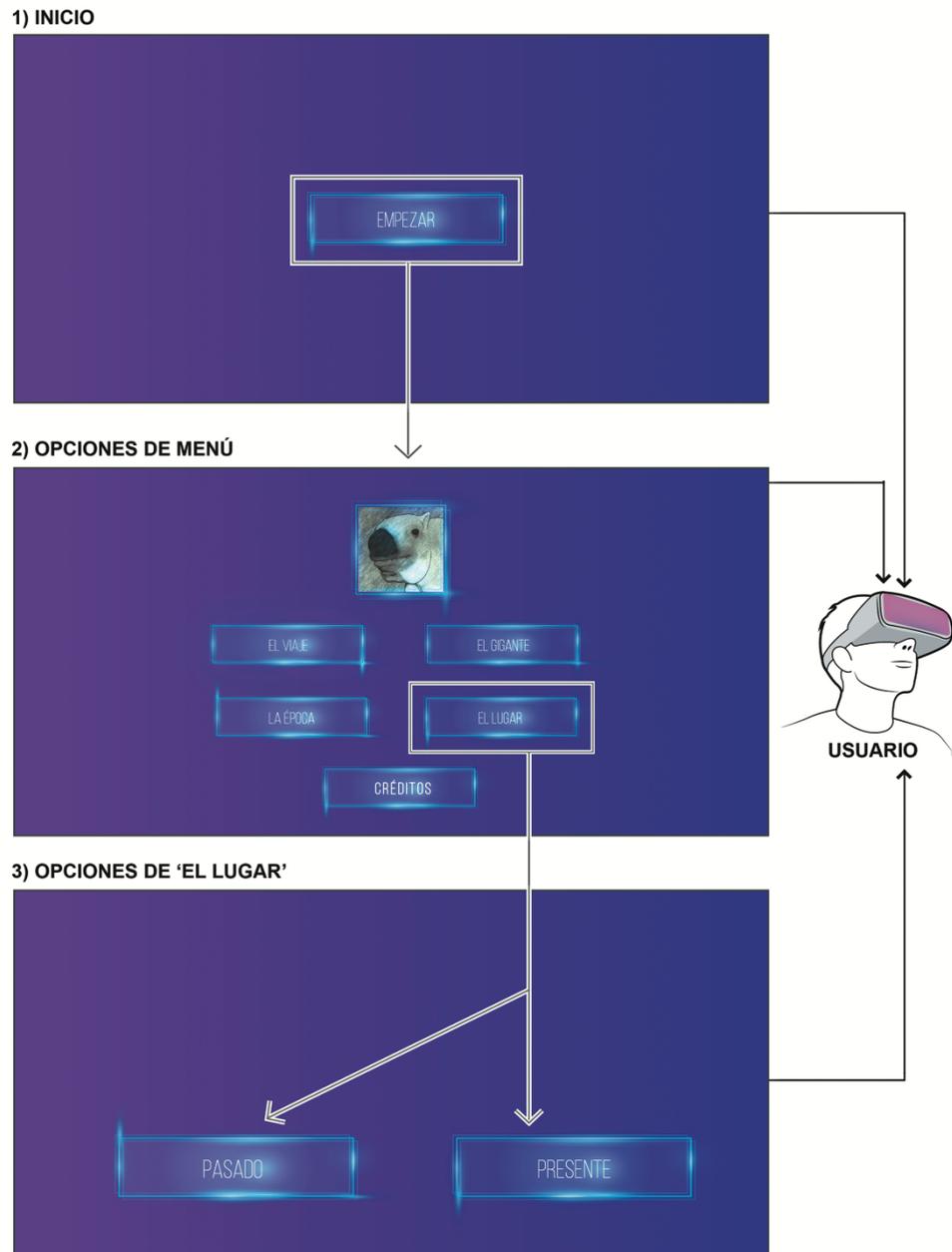


Imagen 24. Interfaces de menú y opciones. Megaterio VR

Elaboración propia.

Una vez dentro de la aplicación, el usuario accede a cuatro opciones del menú, que se detallan a continuación:

- **(A) El viaje:** Contenido inmersivo de 3 minutos donde el usuario será trasladado virtualmente al lugar donde fueron

hallados los restos del megaterio de Santa Elena. El espectador presenciara al mega mamifero en su ambiente natural, de unos 27.000 años atrás. También se mostrara visualmente una teoría que explicaria la muerte del animal. Se aña narración de voz. En este escenario se representa el punto específico en donde fueron encontrados los restos del megaterio, y su posible entorno prehistórico en donde esta especie pudo haber habitado. Todo el escenario fue recreado en 3D Studio Max y renderizado con Vray 3.6

- **(B) El gigante:** Muestra de manera interactiva el esqueleto del megaterio con todos sus huesos y en movimiento de rotación en su propio eje. El esqueleto esculpido en 3D fue una cortesía de Adrian Taboada, artista digital que se especializa en el modelado orgánico en 3D y que utiliza como software principal Z Brush de Pixologic.
- **(C) La época:** Línea de tiempo desde el pleistoceno hasta la actualidad. Con referencias de tiempo y posibles hechos históricos para situar al usuario en una escala temporal sencilla pero veraz. Esta infografía detalla las épocas que rodean la prehistoria y algunos hechos relevantes en cada una.
- **(D) El lugar:** Muestra el territorio de la actual provincia de Santa Elena, comparándolo con una representación digital del pleistoceno (11.700 años atrás). Aquí están los dos escenarios en los que se desarrolla el relato, el presente y el pasado.

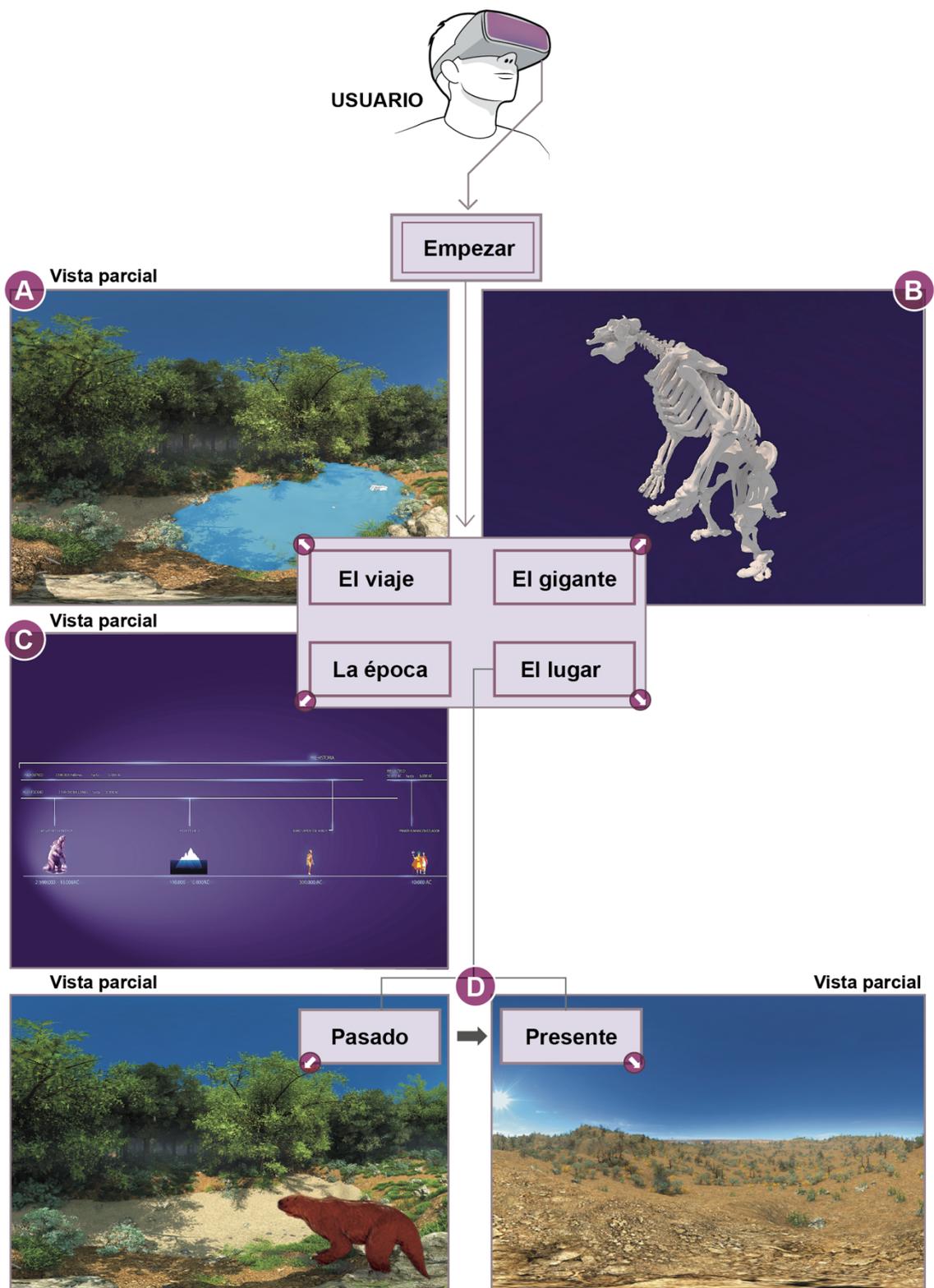


Imagen 25. Esquema de menús y contenido.

Fuente: Desarrollo de aplicación MegaterioVR.

3.7 Factibilidad económica

La cantidad de profesionales involucrados en el desarrollo de cada proyecto en motores de videojuegos dependerá de la complejidad, características especiales y tiempos de entrega.

Para proyectos de gran alcance se requiere de un trabajo colaborativo en las fases de conceptualización del producto, obtención de información (en caso de contenidos específicos como ciencia o historia) bocetos, modelado de objetos 3D, audio, prueba en dispositivo, ajustes y finalmente implementación final (ver Fichas 3 y 4, p. 74).

Involucrar a más profesionales puede elevar los costos. Pero la colaboración múltiple crearía calidad, con atención en cada fase y mayor control. En contenidos museográficos, ese control es el rigor informativo. A los museos les preocupa la trivialización (Katz, 2018) y que la tecnología distraiga al visitante del material real (Sweetman, Hadfield, 2018, p.51).

Para este proyecto, se contó con los siguientes gastos promedios. Debido a que el lugar de implementación (La Libertad, provincia de Santa Elena) queda fuera de la ciudad de Guayaquil, se debe tomar en cuenta los costos de transporte y alimentación durante todo el proceso. No se toman en cuenta aquí: móvil o visor de realidad virtual, colaboraciones de estudio de grabación para voz y postproducción de audio para ambientes inmersivos.

RECURSOS UTILIZADOS	COSTO PROMEDIO (En dólares)
Viáticos durante 4 meses (6 viajes, dos personas -ida y regreso-) en bus interprovincial al cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, sitio del Museo Paleontológico Megaterio).	\$ 140
OBJETOS 3D	
Megaterio, árboles, arbustos, algunas texturas, plugins.	\$ 300

Programador (Se encargó de revisar, corregir y unir componentes 3D en Unity)	\$ 200
PRODUCCIÓN DE CROWDFUNDING	
Video (un viaje, pago a colaborador)	\$ 50
Otros (copias, bebidas, taxi, almuerzos)	\$ 116
TOTAL	\$ 806

Tabla 11. Costos de producción de aplicación MegaterioVR

Fuente: Desarrollo de investigación y producción de MegaterioVR. De octubre del 2018 a febrero del 2019.

3.8 Gestión de comunicación en museos

Según el International Council of Museums (ICOM), el museo se aleja de todo lucro. Está obligado a difundir y socializar conocimiento, investigación y conservación: “comunica y expone el patrimonio (...) con fines de educación, estudio y recreo” (ICOM, 2007). A enero del 2019, la misma ICOM está buscando actualizar esa definición debido a los nuevos contextos tecnológicos y presencia de nuevas audiencias.

Los museos requieren de canales de comunicación para mantener actualizado al público de su oferta cultural, sean estas nuevas exposiciones y contenidos museográficos. Y también para captar nuevo público.

¿Quiénes son el potencial público en un museo? Son aquellas "personas o grupos con los que el museo busca establecer una relación" de cualquier edad y nivel de conocimiento. Esta es una relación de transmisión de nuevo conocimiento cultural. Se dividen en posibles visitantes, visitantes ocasionales y habituales (Valdés Sagüés, 1999. Citado por Celorrio, 2015, p. 19). Basado en esto, se proponen las siguientes estrategias:

- Captación de no visitantes y visitantes
- Captación de visitantes ocasionales

- Fidelización de visitantes habituales (Mateos, 2012. Citado por Celorrio, 2015, p. 19)

El Internet y las redes sociales son “multiplicadores de las acciones del museo” (Mateos, 2012. Citado por Celorrio, 2015, p. 23). También han fortalecido a un consumidor participativo llamado prosumidor (prosumer), más crítico e informado. Con acceso a un canal bidireccional, es decir, en donde recibe un contenido y al mismo tiempo lo valora, critica o incluso le exige cambios. El receptor como individuo pasivo ya no existe.

Sin embargo, autores proponen tres niveles de acercamiento del público con contenidos museográficos. Según Saldaña y Celaya (2013) citados por Celorrio (2015, pp. 21, 22) se diferencian tres etapas que “permiten al público entrar en contacto con la oferta cultural del museo” y según cada una, se determinará el medio de difusión:

- Antes de la visita: “Los públicos pueden acceder a promociones en redes sociales, a diferentes espacios web, descargar aplicaciones para múltiples dispositivos, etcétera”. (Saldaña, Celaya, 2013. Citado por Celorrio, 2015, pp. 21,22).
- Durante la visita: “El público dispone de dispositivos inteligentes, audiovisuales, proyecciones que enriquecen la experiencia individual del visitante” (Saldaña, Celaya, 2013. Citado por Celorrio, 2015, pp. 21,22).
- Tras la visita: “El usuario procede a compartir sus experiencias a través de las múltiples formas que ofrece la red” (Saldaña, Celaya, 2013. Citado por Celorrio, 2015, pp. 21,22).

El aplicativo desarrollado a partir de este trabajo de titulación aportará en la etapa intermedia (Durante la visita) y de captación de visitantes, con el uso de herramientas audiovisuales que añaden valor a la experiencia del público. Siempre que sea posible, es importante que los museos abarquen el resto de etapas de contacto con el público (Antes de la visita y Tras la visita) (Saldaña, Celaya, 2013. Citado por Celorrio, 2015, pp. 21, 22).

3.9 Autofinanciamiento del proyecto

La vigencia del valor social de los museos requiere nuevos modelos de obtención de recursos. Esta necesidad se expuso en la Cumbre Andina de Museos de las Américas con el tema "Financiamiento y sostenibilidad de museos y comunidades: Ideas para la generación de recursos propios" (Consejo Internacional de Museos, 2018). No todos los museos cuentan con una partida de financiamiento fija para nuevas implementaciones. Se presentan aquí dos propuestas para obtención de recursos dirigidos a museos: crowdfunding y patrocinio.

3.9.1 Crowdfunding

Un nuevo modelo es el crowdfunding (financiación colectiva). Se proyectó desde internet en 2008 mediante webs como IndieGogo y Kickstarter. El crowdfunding permite pequeñas contribuciones económicas y públicas, enmarcadas en donaciones, filantropía o patrocinios para todo tipo de proyectos. Los donadores no esperan retorno económico y su apoyo dependerá de su interés en el proyecto (Din, Wu, 2015, p. 277).

No se debe confundir con el crowdsourcing (provisión pública). Tienen en común que se gestionan colectivamente en línea, pero aquí la participación se traduce en actividades directas como aportar ideas a problemas, creación y edición de contenidos (Wikipedia es un ejemplo), entre otros.

El crowdfunding ya está aplicándose para museos. En 2012, el Museo del Louvre (Francia) financió la compra de una estatuilla del siglo XIII con una recaudación de \$654.000, a partir de 2.500 entusiastas contribuidores en internet (Carvajal, 2012). Otros museos que han optado por el crowdfunding son el Instituto Smithsonian en EE. UU (Din, Wu, 2015, p. 278) y en España, el Museo del Prado. En Ecuador, hasta febrero del 2019 no se halló institución museística que haya activado esa estrategia.

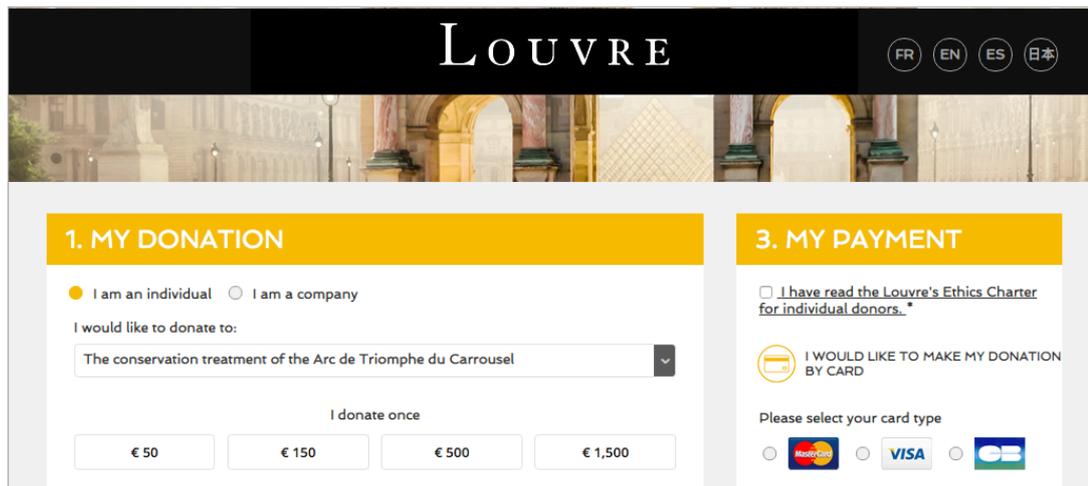


Imagen 27. Plataforma de crowdfunding del Museo del Louvre.

Nota: El sitio permite escoger el objeto museístico o exposición en el que se donará dinero.

Fuente: <https://donate.louvre.fr/particuliers/~my-donation>



Imagen 28. Plataforma de crowdfunding del Museo del Prado.

Nota: Imagen de finalización de las donaciones para la compra del cuadro Retrato de niña con paloma, de Simon Vouet (siglo XVII). El museo recaudó 200.000 euros.

Fuente: <https://www.museodelprado.es/bicentenario/micromecenazgo>

Por todo lo expuesto, desde este trabajo de titulación se ensayó el uso de la estrategia crowdfunding a través del sitio web IndieGogo para la aplicación MegaterioVR. El objetivo de la campaña fue obtener dinero para adquirir visores y celulares para al menos 15 visitantes al museo Paleontológico Megaterio de La Libertad, Santa Elena. Se escogió esa cantidad debido a que, durante 8 meses del 2018, la cantidad promedio de visitas fue de 516 personas por mes. Esto dio un diario de 15 visitantes. Aunque en meses de alta visitas como septiembre (696 visitas) el promedio diario sube a 22 personas (Museo Paleontológico Megaterio, 2018b).

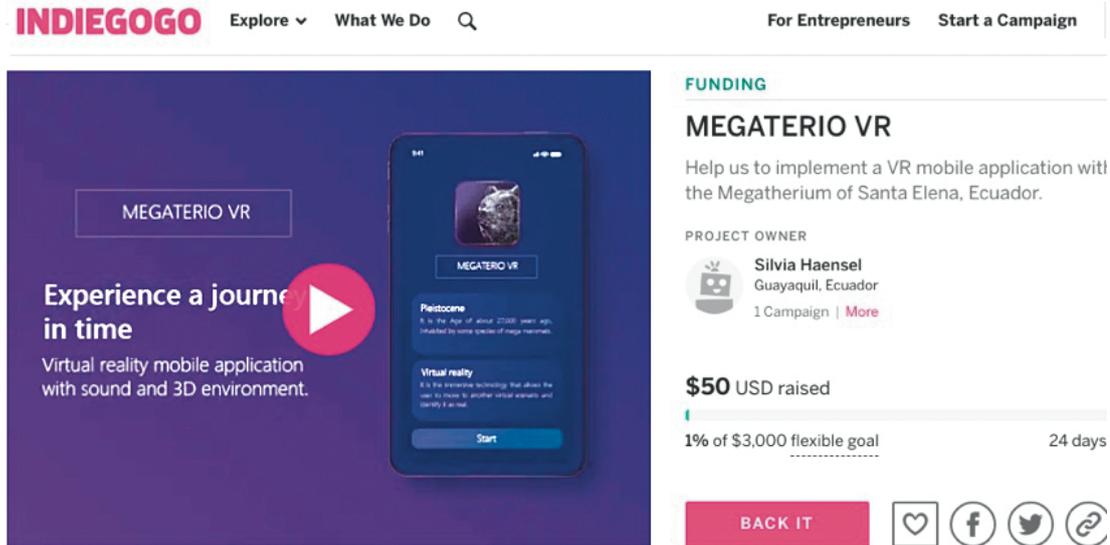


Imagen 29. Imagen tomada de la campaña de MegaterioVR.

Fuente: <https://www.indiegogo.com/projects/megaterio-vr> - /

Adicional a los contenidos textuales en la página mencionada, se presentó un video para conocimiento más detallado del proyecto. Los videos explicativos son clave para conexión con los intereses de los posibles donantes (Tello Larrea, Romero Cuervo, Jaramillo Jimbo, 2017, p. 58).

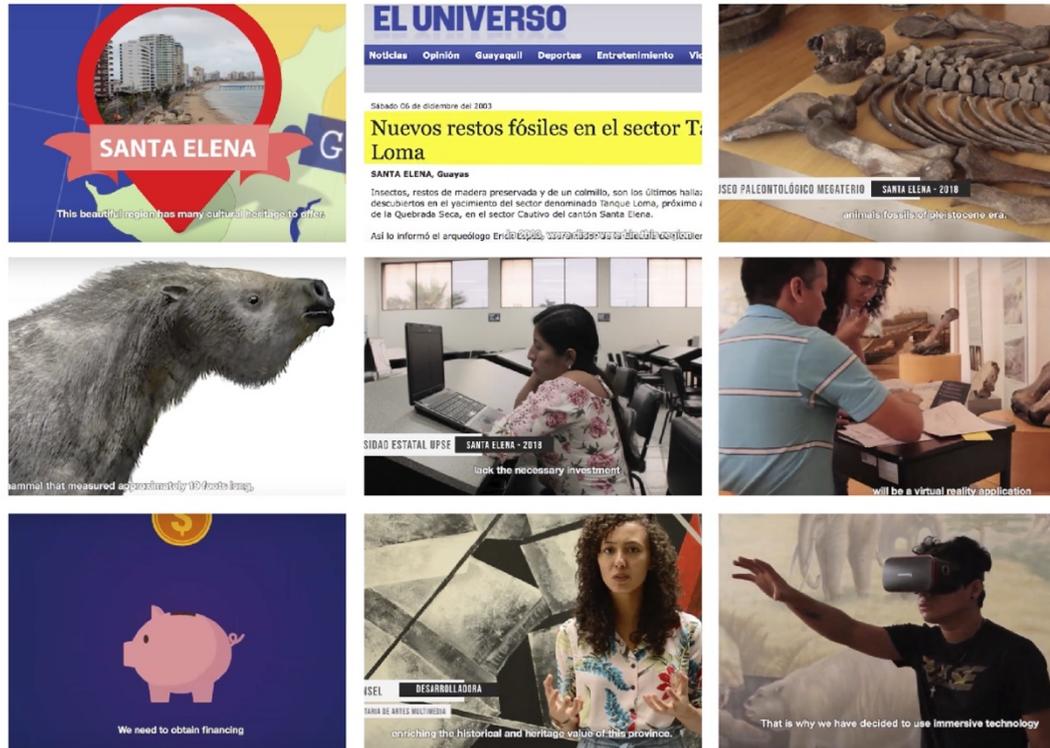


Imagen 30. Fragmentos del video para campaña de MegaterioVR.

Fuente: <https://www.indiegogo.com/projects/megaterio-vr> - /

A manera de contexto, en una investigación llamada “Las campañas de crowdfunding y su impacto en el financiamiento de proyectos lucrativos y no lucrativos en Ecuador” (Tello Larrea, Romero Cuervo, Jaramillo Jimbo, 2017, p. 60) los autores tomaron como base 42 campañas nacionales de crowdfunding de entre tres sitios web, también locales: Catapultados, Hazvaca y Acolítame. Los proyectos se enmarcan en lo cultural y producciones audiovisuales. De esto se extraen las siguientes conclusiones:

- "La duración media para campañas fue de 55 días a 64 días"
- "El 86 % de los aportes están por debajo de los \$100"
- "En cuanto al número de aportantes, se ha observado un rango que va desde 4 hasta 100 financistas por proyecto"
- "Solo 5 (12%) de 42 proyectos lograron recaudar los montos planificados" (Tello Larrea, Romero Cuervo, Jaramillo Jimbo, 2017, p. 60).

3.9.2 El patrocinio de empresas a instituciones culturales sin lucro

Esta es una estrategia que otorga apoyo económico a cambio de exponer una marca, para "beneficio indirecto al asociar con ella su imagen corporativa o de marca, sus productos o servicios" (Capriotti, 2007. Citado por Antoine, 2010, p. 164). Este patrocinio busca dar notoriedad a las marcas, con lucro a mediano plazo (Costa-Ruiz, Armijos-Buitrón, Paladines-Benitez, Martínez-Fernández, 2015, p. 396). La diferencia con el mecenazgo es que no busca beneficio de lucro.

El experto C. Antoine propone al patrocinio cultural por sobre la publicidad, debido a que esta última tiene "una crisis de veracidad y de sintonía con las audiencias" (Roig, 2011). Esta crisis podría explicarse desde la saturación de mensajes publicitarios, mucho más con la existencia de un público crítico (Roig, 2011). Otro objetivo de las empresas al apoyar a la cultura son los descuentos o beneficios fiscales por pago de impuestos.

En Ecuador, según la Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno, art. 36, literal d, los "beneficiarios de donaciones" y transferencias a "sociedades, instituciones sin fines de lucro (...)" menores a \$71.970 no pagan impuesto (SRI, 2019, p.4). En Latinoamérica se tiene a Chile con la Ley de Donaciones Culturales o Ley Valdés; en Argentina, con la Ley Santilli y el Régimen de Promoción Cultural; en Brasil, con la Ley Rouanet y México con algunos intentos desde el Programa Nacional de Cultura (Antoine, 2010, pp. 169,179). Aparte de esto, local y regionalmente las normativas de beneficios fiscales por patrocinio cultural son insuficientes, deben actualizarse o son poco claras.

Otro marco para el apoyo de empresas a proyectos culturales es la Responsabilidad Social Corporativa (RSC). El experto en marketing Michael E. Porter la definió como creación de valor compartido mediante oportunidades de progreso social (Porter, Kramer, 2006, pp. 5,8). La RSC tiene dinámica circular constante: complementa a la comunidad, y esta a su vez, a la empresa.

Basado en todo lo expuesto, para este proyecto tecnológico se ensayó una propuesta de patrocinio. Se creó un video de divulgación y diapositivas para exposición del proyecto ante potenciales patrocinadores. En estas se detallan beneficios, alcances y costos de ubicación de marca en dispositivo de realidad virtual (exposición externa) y dentro de la aplicación virtual (exposición interna). Esta propuesta se desarrolló en tres pasos.

Primero, se determinó aleatoriamente a 19 potenciales marcas patrocinadoras basados en tres categorías: cultura o educación, vinculación con proyectos sociales y jóvenes. Los contactos con el personal relacionado con esas empresas (especialmente de las secciones de mercadeo, publicidad, ventas o coordinaciones de esas áreas) se hicieron a través de redes sociales como Facebook y LinkedIn, en donde inicialmente se comunicó mediante un breve texto el deseo de mantener una reunión para presentar el proyecto. En la siguiente tabla de los 11 contactos resultantes se ocultaron nombres, e-mails y números debido a que no se tiene autorización de su divulgación.

Criterio de elección y empresa		
Bebidas dirigidas a público joven	Responsable y cargo	Contacto
V220	Ronald V.	__@cbc.co
VOLT	Andrea T.	__@ajegroup.com
Tesalia	Maricruz O.	__@cbc.co
Empresas relacionadas a cultura o educación	Responsable y cargo	Contacto
Super Paco	Nelson H. Coordinador de Promoción Escolar	__@pa-co.com
Papelesa	Marketing	Depto. Marketing: 2100355
Mr. Book		__@mrbooks.com
Editorial Don Bosco	P. F. C.	__@Ins.com.ec

Red de Universidades Cedia		__@cedia.org.ec
Banco de Guayaquil	E. R. Gerente de mercadeo	__@bancoguayaquil.com
Instituciones bancarias vinculadas a proyectos sociales	Responsable y cargo	Contacto
Banco del Pichincha	María A. T. Gerente de publicidad y Promoción	__@pichincha.com
Pacificard/Banco del Pacifico	Laura A. P. Jefe de Publicidad y Marketing	__@pacifico.fin.ec.

Posteriormente se diseñaron hojas de presentación o de contacto (Imagen 31) para ser enviadas mediante e-mail a los contactos resultantes. En estos se detalla brevemente el proyecto y se invita a una reunión.

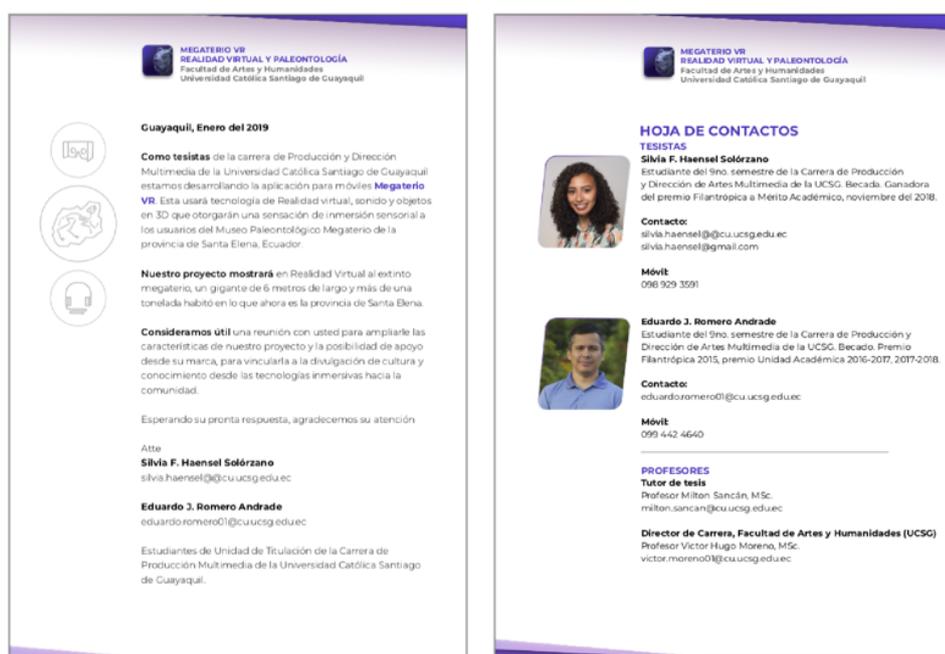


Imagen 31. Hojas de contacto para patrocinadores

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se diseñaron 13 diapositivas de presentación (Imagen 32) en donde se exponen característica del proyecto MegaterioVR, estadísticas que apoyen involucramiento de empresas, conceptos de responsabilidad corporativa, patrocinio cultural y tres rangos de exposición de marca y su costo.



Imagen 32. Parte de las diapositivas para exposición a posibles patrocinadores

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Una vez finalizada la investigación y el desarrollo, se tuvo como resultado la aplicación de realidad virtual MegaterioVR, la cual reúne todo el asesoramiento útil obtenido para este proyecto de titulación.

En la investigación de las características ambientales y morfológicas del megaterio, se obtuvo información de documentación especializada y entrevistas con dos profesionales en prehistoria, el paleontólogo y profesor español Juan Abella, PhD. y Erick López Reyes, MSc., arqueólogo responsable de la recuperación y estudio de los fósiles de megaterio hallados en 2003. Con toda la información recaudada se concluye que el Ecuador contiene un patrimonio paleontológico de gran valor museográfico y potencialmente disponible para ser contado mediante el uso de tecnologías inmersivas como la realidad virtual.

Para el análisis de los requerimientos técnicos en equipos y desarrollo de realidad virtual se obtuvo información desde entrevistas con dos profesionales en desarrollo multimedia y realidad virtual, el Lcdo. Álex Cifuentes y el Ing. Edison Pereira Bustos. De esto se concluye que los museos están empezando a demandar tecnologías inmersivas como realidad virtual y videos 360°, sin embargo, los costos de desarrollo suelen ser una limitante, pero debido a existir ya una necesidad, concluimos que se debe de invertir tiempo y trabajo en estrategias de marketing y mecenazgo cultural para el financiamiento íntegro de este tipo de proyectos.

En cuanto al equipo (hardware y software) necesario para el desarrollo de realidad virtual para museos, se concluye en este trabajo de titulación que los visores especializados en realidad virtual (no requieren del celular) como el Oculus Go o el VR Shinecon (Ver Anexo 18, p. 153) u otros como el HTC Vive son las opciones más recomendadas por su capacidad de almacenamiento y procesamiento de tareas. Por su bajo costo y alto rendimiento se concluyó que MegaterioVR sea exportado para el equipo de realidad virtual Oculus Go.

Desde las encuestas realizadas a 254 estudiantes de entre 18 y 29 años de edad se deja establecido en este trabajo de titulación que, si los museos no proponen nuevos contenidos museográficos, la necesidad de volver por parte del público se limitaría a una obligación académica, científica, o simplemente no habría ningún motivo para visitar nuevamente el museo. La Lcda. Sandra Lombeida, representante del Museo Numismático Nacional en Quito, concuerda en que las tecnologías inmersivas son consideradas como nuevos aportes para exponer la historia, en donde las “implementaciones han creado un cambio en la imagen del museo, incrementando el interés y la atención del público por sus contenidos” (Ver Ficha 6, p. 80).

Desde el testeo de usabilidad a 11 personas, se obtuvo efectos como la expectativa, novedad del contenido puesto en escena, asombro del realismo dado en la ambientación prehistórica y una ausencia de inconformidades visuales y físicas durante el uso de la aplicación, concluyendo con esto que no existieron limitantes en cuanto a la implementación de la aplicación de realidad virtual. Sin embargo, la presencia de reacciones adversas típicas, como el mareo, al utilizar realidad virtual se presentaron en 2 de 11 evaluados (18%). Esto permite concluir también que se debe mantener la atención en los aspectos de diseño, sonorización y composición para reducir al mínimo posibles inconformidades y crear estímulos sensoriales positivos en los usuarios.

Un hecho importante en cuanto a la tecnología inmersiva y estímulos sensoriales que se obtuvo en la evaluación fue que las percepciones que intensifican la sensación de realidad en el cerebro podrían despertar o engañar otros sentidos. Una usuaria de la aplicación MegaterioVR dijo haber escuchado ambiente sonoro como, viento, pájaros y movimiento de ramas durante la visualización del entorno prehistórico, pero el prototipo con el que se evaluó solo tenía locución de voz, aun no contenía efectos de sonido. Un caso similar se documentó en Inglaterra con la aplicación VikingsVR (Schofield, et al., 2018, p.9), donde varios usuarios admitieron haber olfateado aromas relacionados con el entorno virtual, casas de madera, árboles, fuego, etc. Se cree que esto ocurrió porque los visores de realidad

virtual eran de madera o por el realismo de las escenas. Este es un hecho importante, que hasta el momento requiere de más investigación, acerca de los efectos al estimular los sentidos con tecnologías inmersivas.

Aún no existen estadísticas globales que demuestren de manera precisa la eficacia que las tecnologías inmersivas podrían otorgar a los museos. Según los ejemplos presentados en este documento, la aceptación por parte del público es positiva debido al realismo virtual de un entorno histórico, por lo novedoso de esta tecnología y por ser una experiencia que estimula los sentidos. Se concluye que son necesarias más propuestas e implementaciones a corto plazo en museos ecuatorianos, para así seguir evaluando la eficacia y resultados que otorgan las tecnologías inmersivas.

RECOMENDACIONES

En la aplicación MegaterioVR se recomienda agregar más fauna prehistórica que habitó la región junto con el megaterio en la era del pleistoceno para incrementar el realismo virtual e importancia de la época.

En cuanto a la aplicación Megaterio VR se recomienda añadir al interfaz una evaluación del contenido paleontológico que se expone en el producto tecnológico y una evaluación de la usabilidad de la aplicación para poder determinar o medir la retención de la información expuesta por este medio y ciertas disconformidades técnicas de haber el caso.

En el Ecuador aún se desconoce la tecnología de realidad virtual como herramienta educativa, por lo que se recomienda implementar más contenidos museográficos inmersivos que despierte el interés del usuario por el patrimonio, y así evaluar factores de eficacia que estas tecnologías emergentes podrían otorgar.

Se recomienda a desarrolladores de contenidos multimedia y 3D mantener contacto con instituciones de investigación histórica, estar al tanto de nuevos hallazgos y así proponer innovaciones.

Se recomienda que contenidos de rigor investigativo relacionados con la museografía mantengan canales de comunicación abierta entre profesionales científicos y desarrolladores multimedia.

Respecto al equipamiento para desarrollo y creación de contenidos con realidad virtual, se recomienda utilizar computadoras de alta gama: Mínimo 32GB de memoria RAM, procesadores de última generación como Intel i9 y tarjeta gráfica con al menos 2Gb de RAM.

Se recomienda evaluar la usabilidad de tecnologías inmersivas en personas mayores a 35 años de edad y en personas con condiciones leves de astigmatismo o miopía para incrementar o corroborar las recomendaciones y advertencias que en este trabajo de titulación se han expuesto (p. 30).

BIBLIOGRAFÍA

Antoine, C. (2010). Mapa del Mecenazgo Cultural en América Latina. Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Humanidades. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/3212/321227216007/>

Arcotel (2018). Estadísticas. Servicio móvil avanzado. Densidad de líneas activas y participación de mercado. Recuperado de http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2019/01/1.1.1-Lineas-activas-por-servicio_y_Densidad_Nov-2018_C.xlsx

Arnheim, R. (1976). El pensamiento visual, EUDEBA, Buenos Aires, 1976

Atarama-Rojas, Tomás, & Menacho-Girón, Natalie. (2018). Narrativa transmedia y mundos transmediales: Una propuesta metodológica para el análisis de un ecosistema mediático, caso Civil War. Revista de Comunicación, 17(1), 34-56. Recuperado en 05 de noviembre de 2018, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-09332018000100003&lng=es&tlng=es.

Bandai Namco (2017). VR Zone portal: The Big Fear of Heights Experience. Recuperado de <http://www.bandainamco-am.co.uk/virtual-reality/vr-zone-portal/the-big-fear-of-heights-experience/>

Brandt, L. (2005). El sistema visual en lactantes y niños. Revista Imagen óptica, año 7, vol. 7. México 2005. Recuperado de <http://www.imagenoptica.com.mx/pdf/revista39/Sistema.pdf>

Booch, Jacobson, Rumbaugh (2007). Object-Oriented Analysis and Design with Applications. The Addison-Wesley Object Technology Series. 3ra edición. Recuperado de https://www.amazon.com/dp/B00MBQAIXK/ref=rdr_kindle_ext_tmb

Boldyreva, N. (2018). EXPLOITING THE POTENTIAL OF VIRTUAL REALITY: INNOVATIVE PRACTICES IN MUSEUMS. LASALLE College of the Arts. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/325063808_Exploiting_the_potential_of_Virtual_Reality_Innovative_Practices_in_Museums

Cabero, J. & Barroso, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality. Journal of New Approaches in Educational Research, 5(1), 44-50. doi: 10.7821/naer.2016.1.140. Recuperado de <https://naerjournal.ua.es/article/view/v5n1-7>

Capriotti, P. (2007). El Patrocinio Como Expresión de la Responsabilidad Social Corporativa de una organización". Razón y Palabra 56.

Carnegie, K., Rhee, T. (2015). Reducing Visual Discomfort with HMDs Using Dynamic Depth of Field. Revista de IEEE Computer Society, septiembre-octubre. Recuperado de <http://computergraphics.ac.nz/assets/research/CGA2015.pdf>

Carreras, C. (2005). Los proyectos de educación en museos a través de las nuevas tecnologías. Mus-A 5: 34-38.

Carvajal, D. (2012). In Need, French Museums Turn to Masses, Chapeaux in Hand. The New York Times. Recuperado de <https://www.nytimes.com/2012/12/24/arts/design/french-arts-institutions-turn-to-crowdfunding.html?mtrref=www.google.com&qwh=357C0932A23AA26B210A7AA58A7A192E&gwt=pay>

Cagigal, P. (2017). Los museos como mediadores de la memoria en la era digital. Revista de Arte Contemporáneo INDEX #03, junio, 2017 Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/indexpuce/n3/2477-9199-indexpuce-03-00022.pdf>

Ceballos, F.J (2011). Microsoft C#. Curso. 2da Edición. Ra-Ma. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=EK8-DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=C%23&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjz9e2Skc7eAhVF2VMKHXUHDHk4ChDoAQgzMAI#v=onepage&q=C%23&f=false>

Celorrío, Irene M. (2015). La difusión del museo en el entorno digital: Nuevos recursos tecnológicos y online. Tesis de grado. Universidad de Valladolid. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/14103/1/TFG-N.331.pdf>

Centro Nacional de Memoria Histórica (2018) "Espacios inmersivos de memoria": realidad virtual y 360°. Recuperado de <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/noticias/calendario-de-eventos/262-espacios-inmersivos-de-memoria-realidad-virtual-y-360>

Cerezo Y., Peñalba O., Caballero R. (2007). Iniciación a la programación en C#. Delta Publicaciones. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=RISjyT8ts7QC&pg=PP1&lpg=PP1&dq=Cerezo%2BIniciaci%C3%B3n+a+la+programaci%C3%B3n+en+C%23&source=bl&ots=dzDZ45Hfpa&sig=>

[XEw5cxtBUXjcp2v1qQMDSdcXZ0E&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi57Mrgk9zfAhUxo1kKHZAzCWUQ6AEwBXoECAUQAQ#v=onepage&q&f=false](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16995/Chen_Hao.pdf)

Chen, Hao (2010). Comparative Study of C, C++, C# and Java Programming Languages. University of Applied Sciences. Finlandia. Recuperado de http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16995/Chen_Hao.pdf

Cobo, F. (2017) Desarrollo de una aplicación móvil de realidad virtual para el aprendizaje en las aulas. Facultad de Ciencias, Universidad de Cantabria, España. Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/12264/Cobo%20Fernandez%20Guillermo.pdf?sequence=1>

Consejo Internacional de Museos (2018). Cumbre Andina de Museos de las Américas. Sección Noticias. Recuperado de <https://www.icom-ce.org/evento/cumbre-andina-de-museos-de-las-americas/>

Cristín, Perrilliat (2011). Las colecciones científicas y la protección del patrimonio paleontológico. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. ISSN 1405-3322. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222011000300004

Christopoulou, E., Xinogalos, S. (2017). Overview and Comparative Analysis of Game Engines for Desktop and Mobile Devices. University of Macedonia, Grecia. International Journal of Serious Games. Volume 4, Issue 4, December 2017. Recuperado de http://journal.seriousgamesociety.org/index.php/IJSG/article/view/194/pdf_104

Consumo Cultural (2016). DANE. Colombia. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/eccultural/bole_ecc_2016.pdf

Costa-Ruiz, M., Armijos-Buitrón, V., Paladines-Benitez, J., Martínez-Fernández, V. (2015). El patrocinio y mecenazgo como herramientas emergentes en la gestión de la comunicación corporativa y comercial de las empresas de Ecuador. XESCOM.

De las Heras, R. (18 de mayo, 2018). Conocer mejor a sus visitantes, la asignatura pendiente de los museos. Diario El País. España. Recuperado de https://elpais.com/cultura/2018/05/17/actualidad/1526567351_201331.html

Diamond, S. (2010) Redefining Reality: Psychology, Science and Solipsism. Psychology Today. Recuperado de <https://www.psychologytoday.com/us/blog/evil-deeds/201001/redefining-reality-psychology-science-and-solipsism>

Diario El Comercio (2017a). Desde ahora podrás visitar de manera virtual los grandes museos del Perú en 3D. Actualidad. Perú. Recuperado de <https://elcomercio.pe/tecnologia/actualidad/puedes-recorrer-museos-peru-3d-425226>

Diario El Comercio (2018b). Una sala de realidad virtual abierta en el Zoológico de Quito hasta el 25 de febrero. Sección Actualidad. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/actualidad/sala-realidadvirtual-zoologico-quito-amazonia.html>

Diario El País (2018a). Colombia pone a prueba su museo de la Memoria. Sección Cultura. España. Recuperado de https://elpais.com/cultura/2018/04/28/actualidad/1524944416_547704.html

Diario El País (2018b) 2018 cierra con una excelente cosecha de visitas para los museos. Recuperado de https://elpais.com/cultura/2019/01/02/actualidad/1546437871_913210.html

Diario El Telégrafo. (2016, 13 de diciembre). 20 modernistas experimentan con la realidad aumentada. Sección Cultura. Ecuador. Recuperado de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/cultura/1/20-modernistas-experimentan-con-la-realidad-aumentada>

Diario Expreso. (2017, 29 de enero). El museo donde las piezas son virtuales. Sección Arte y Cultura. Ecuador. Recuperado de <https://www.expreso.ec/actualidad/el-museo-donde-las-piezas-son-virtuales-DA1046665>

Diario La Hora. (2018, 3 de octubre). La realidad aumentada cambia los recorridos por el Museo Numismático. Noticias Quito. Ecuador. Recuperado de <https://www.lahora.com.ec/noticia/1102190684/la-realidad-aumentada-cambia-los-recorridos-por-el-museo-numismatico->

Diario El Universo (2003). Fósiles serán parte de un centro de interpretación. Gran Guayaquil. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/2003/11/23/0001/18/6E92AFD42FBC4FC59DB7ACF86761CAD1.html>

Diario El Universo (2018a). Santa Elena marcó récord de visitantes. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/02/23/nota/6635383/santa-elena-marco-record-visitantes>

Diario El Universo (2018b). Santa Elena fue la provincia más visitada en este feriado de carnaval 2018. Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/02/14/nota/6623653/santa-elena-fue-provincia-mas-visitada-este-feriado-carnaval-2018>

Din, H., Wu, S. (2015). Digital Heritage and Culture: Strategy And Implementation. World Scientific Publishing. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=kj-7CgAAQBAJ&pg=PA290&lpg=PA290&dq=In+need.+French+museums+turn+to+masses,+Chapeaux+in+Hand&source=bl&ots=L8-svXgT3p&sig=ACfU3U3yUrORk_bNKZVA6qqiorf5SU_GZQ&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiVm4jz4ITgAhUFk1kKHbqsCzgQ6AEwCXoECAUQAQ#v=onepage&q&f=false

Don Norman (2018). The definition of User Experience (UX) NN group. [Video de YouTube]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=9BdtGjoIN4E&feature=youtu.be>

Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22. doi:10.1007/s10956-008-9119-1

El Yamri, M. (2018) Hola UniVRso: Realidad virtual para oradores. Máster en Ingeniería Informática. Facultad de Informática Universidad Complutense de Madrid. España. Recuperado de https://eprints.ucm.es/48788/1/HolaUniVRso_MeriemEiyamri_TFMCORRECCI%C3%93NATORIZADANARCISO.pdf

Estadística de Museos y Colecciones Museográficas (2016). Subdirección General de Estadística y Estudios, Secretaría General Técnica Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. España. Recuperado de <http://www.rmiberoamericanos.org/Documentos/3c143e3e-d3ce-ebc0-2505-96a91334974a.PDF>

Espinoza, F. (2017). La cultura valdivia y su inserción como conocimiento social en sujetos del bachillerato ecuatoriano. Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/321712492_LA_CULTURA_VALDIVIA_Y_SU_INSERTION_COMO_CONOCIMIENTO_SOCIAL_EN_SUJETOS_DEL_BACHILLERATO_ECUATORIANO

ICOM (2007). Asamblea General de Viena. International Council of Museums . Recuperado de <https://icom.museum/es/actividades/normas-y-directrices/definicion-del-museo/>

Fariña, R., Vizcaíno, S., De Iuliss, G. (2013). Megafauna: giant beasts of Pleistocene South America. Indiana University Press

Fiallos, B. (2015) E-COMUNICACIÓN Y CONTENIDOS DIGITALES EN LOS MUSEOS DE ARTE DEL SIGLO XXI. tsantsa. Revista de investigaciones artísticas. Universidad de Cuenca. Recuperado de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/tsantsa/article/view/976>

Foss, M. (2010) Museographic Transposition: The Development of a Museum Exhibit on Animal Adaptations to Darkness. Éducation et didactique. Éducation et didactique [Online], vol. 4 - n°1. Recuperado de <https://journals.openedition.org/educationdidactique/763>

Fombona C., Javier y Pascual Sevillano, M^a Ángeles (2017). La producción científica sobre Realidad Aumentada, un análisis de la situación educativa desde la perspectiva SCOPUS. EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC, 6(1), 39-61. Recuperado de https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/14451/Edmetic_vol_6_n_1_5.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gómez de Silva, G. (2009). Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Española. Fondo de Cultura Económica. México.

Google (2016). Works with Google Cardboard Guidelines and Best Practices. Recuperado de <https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/en//get/cardboard/downloads/wgcbestpractices.pdf>

Gregory, Jason (2015). Game Engine Architecture, Second Edition. CRC Press.
Recuperado de <http://ce.eng.usc.ac.ir/files/1511334027376.pdf>

H. Congreso Nacional del Ecuador (2004). Ley de Patrimonio Cultural. Registro Oficial Suplemento 465 del 19 de Noviembre del 2004. Recuperado de http://www.unesco.org/culture/natlaws/media/pdf/ecuador/ec_codificacion_27_ley_de_patrimonio_cultural_spaorof.pdf

Hein, H. S. (2000). The Museum in Transition: A Philosophical Perspective. Washington: Smithsonian Books.

Hernández, Fernández, Baptista (2014). Metodología de la investigación. 6ta edición. McGraw Hill Education.

Hernández, J. (2016). Octava Semana de la Comunicación. HAGAMOS MEMORIA. Facultad de Comunicación de la Unipanamericana. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/326450250_La_realidad_virtual_aplicada_en_el_patrimonio_cultural_bogotano_una_nueva_apuesta_al_futuro

ICOFOM (2018). Definir los museos del siglo XXI: experiencias plurales. Comité Internacional para la Museología. Recuperado de http://network.icom.museum/fileadmin/user_upload/minisites/icofom/images/Icofom_mono_Museo_version_numerique_02.pdf

INEC (2010a). Resultado del censo 2010. Fascículo Provincial Santa Elena. Recuperado de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/santa_elena.pdf

INEC (2010b). ¿Cómo crecerá la población en Ecuador?. Recuperado de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Proyecciones_Poblacionales/presentacion.pdf

Infobae (2017). Museos de Buenos Aires: el 41% de los visitantes tiene menos de 30 años. Cultura. Recuperado de <https://www.infobae.com/cultura/2017/08/02/museos-de-buenos-aires-el-41-de-los-visitantes-tiene-menos-de-30-anos/>

Jakob Nielsen, H. (2006). Prioritizing Web Usability. New Riders Press, Berkeley CA

Jerald, J. (2015). The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. ACM.
Recuperado de https://www.amazon.com/VR-Book-Human-Centered-Virtual-Reality/dp/1970001151/ref=olp_product_details?encoding=UTF8&me=

Jie G., Dongdong W., Henry Been-Lirn D., Yue L., Yongtian W. (2017). Effects of using HMDs on visual fatigue in virtual environments. IEEE Xplore Digital Library. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/7892270>

Julie I., Mohammed H., Saeid N. (2018). A Review on Ocular Biomechanic Models for Assessing Visual Fatigue in Virtual Reality. IEEE Xplore Digital Library. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8318891>

Jürgs, A. (Marzo del 2017). CUANDO RESUCITAN LOS DINOSAURIOS. Goethe Institut. Recuperado de <https://www.goethe.de/ins/pe/es/kul/mag/20949031.html>

Katz, M. (2018, 23 de abril). Augmented Reality is transforming museums. Wired. Recuperado de <https://www.wired.com/story/augmented-reality-art-museums/>

Kurzban, R. (2010). Why everyone is a hypocrite. Princeton University Press.
Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=JZVYEUB0Tq0C&printsec=frontcover&source=gbs_g_e_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Kye, B., & Kim, Y. (2008). Investigation of the relationships between media characteristics, presence, flow, and learning effects in augmented reality based learning augmented reality. International Journal, 2(1), 4-14.

LaValle, Steven, M. (2016). Virtual Reality. University of Illinois. Cambridge U. Press.
Recuperado de <http://vr.cs.uiuc.edu/vrbook.pdf>

Lau, F., Hayward, R. (2000). Building a virtual network in a community health research training program. The journal of the American Medical Association Information

Lewin, K. (2017) Principles of Topological Psychology. Publicaciones de psicología.
Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=IUh8CgAAQBAJ&pg=PT190&dq=psychology%2Breal%2Bity&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjUr4P81uneAhVDUt8KHRWMD-wQ6AEIJzAA#v=onepage&q=reality&f=false>

Ley Orgánica de Cultura (2016). Registro Oficial No. 913. Función Legislativa. Ecuador.
Recuperado de <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/wp->

<content/uploads/downloads/2017/01/Ley-Organica-de-Cultura-APROBADA-Y-PUBLICADA.pdf>

López, Erick X. (2003). Informe preliminar del hallazgo casual de restos de megafauna en el sector Tanque Loma. UPSE. Recuperado de https://www.academia.edu/7639763/Informe_del_hallazgo_de_restos_de_Megafauna_pleistoc%C3%A9nica_en_Tanque_Loma._La_Libertad_Noviembre_2003

López, B. (2013). La Museografía de los Museos de Arte: un Modelo en Proceso de Cambio. Departamento de Didáctica de las Ciencias sociales Universidad de Barcelona. Recuperado de <https://revistas.ucm.es/index.php/ANHA/article/viewFile/41928/39941>

Li, A., Fessenden, T. (2016). Augmented Reality: What Does It Mean for UX?. Articles. NN(g Nielsen Norman Group. Recuperado de <https://www.nngroup.com/articles/augmented-reality-ux/>

Lindsey, E.L., López R., E.X. (2014). Tanque Loma, a new late-Pleistocene megafaunal tar seep locality from southwest Ecuador, Journal of South American Earth Sciences. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2014.11.003>

Lindsey, E. (2018). Rancho La Brea: Treasure of the Tar Pits. Tercera edición. Los Angeles County Museum of Natural History Foundation. EE.UU.

Liu, C., Uang, S. (2015). Effects of depth-perception cues and display types on presence and cybersickness in the elderly within a 3D virtual store. Journal of Ambient Intelligence Humanized Computing 7(6), 763-755.

Luursema J., Vorstenbosch M., and Kooloos J. (2017). Stereopsis, Visuospatial Ability, and Virtual Reality in Anatomy Learning. US National Library of Medicine. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5471569/pdf/ARI2017-1493135.pdf>

Maceira, L. (2009). El museo: espacio educativo potente en el mundo contemporáneo. Revista Electrónica Sinéctica, núm. 32, enero-junio, 2009, pp. 1-17. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente Jalisco, México. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/998/99812141007.pdf>

Mairesse, F., et al. (2010). Conceptos claves de la museología. Armand Colin. Recuperado de https://issuu.com/mvzulia/docs/museologie_espagnol_bd/55

Mateos, S. (2012). Manual de comunicación para museos y atractivos patrimoniales.

Maya Guide (2004). About Rendering. Alias. Recuperado de <https://courses.cs.washington.edu/courses/cse459/06wi/help/mayaguide/Complete/Rendering.pdf>

Mekni, M., Lemieux, A. (2014). Augmented Reality: Applications, Challenges and Future Trends. World Scientific and Engineering Academy and Society. Recuperado de <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2014/Malaysia/ACACOS/ACACOS-29.pdf>

Ministerio de Cultura (2012). Plataforma de Información Cultural. Indicadores culturales. Gasto de los hogares en cultura. Recuperado de <http://picultural.culturaypatrimonio.gob.ec/>

Ministerio de Cultura (2015a). Plataforma de Información Cultural. Indicadores culturales. Visitantes a salas de exposiciones de los museos. Recuperado de <http://picultural.culturaypatrimonio.gob.ec/>

Ministerio de Cultura (2014b). Plataforma de Información Cultural. Indicadores culturales. Empresas culturales. Recuperado de <http://picultural.culturaypatrimonio.gob.ec/>

Ministerio de Cultura (2015c). Plataforma de Información Cultural. Indicadores culturales. Educación superior en formación cultural. Recuperado de <http://picultural.culturaypatrimonio.gob.ec/>

Ministerio de Cultura y Patrimonio (2019a). Directorio Red Ecuatoriana de Museos 2018. Recuperado de <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2019/01/Directorio-Nacional-de-Museos-2019.pdf>

Ministerio de Cultura y Patrimonio (2019b). Tour Virtual 3D Interactivo. Museos nacionales en 3D. Recuperado de <http://museos3d.culturaypatrimonio.gob.ec/index.html>

Ministerio de Educación (2015). Reporte bianual de indicadores educativos del Ministerio de Educación. Ecuador. Recuperado de https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/Publicaciones/PUB_EstadisticaEducativaVol1_mar2015.pdf

Ministerio de Educación (2018a). Cronograma Escolar Régimen Sierra, 2018-2018. Recuperado de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/cronograma-sierra-amazonia.pdf>

Ministerio de Educación (2018b). Cronograma escolar régimen Costa, 2018-2019. Recuperado de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/Cronograma-escolar-2018-2019-costa.pdf>

Miller, A., Slattery, K. (2016) Case Study: VR Experience in THE MUSEUM, Kitchener-Waterloo. Recuperado de <https://www.radicalvr.ca/case-study-museum/>

Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishino F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality Continuum. ATR Communication Systems Research Laboratories. Recuperado de http://etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/SPIE94/SPIE94.full.html

Monroe, J., Pozo, M., Wicander, R. (2008). Geología, dinámica y evolución de la tierra. Paraninfo, 4ta Edición. España. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=z54Pu6w_UwAC&pg=PA674&dq=cuaternario%2Bpleistoceno&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwje_9Pj0IzeAhWKylkKHJMB74Q6AEIMzAD#v=onepage&q=cuaternario%2Bpleistoceno&f=false

Molina-Cordova, J., Ronquillo I., Flores F., Vera, D., Ruiz-Sánchez, F., Abella, J. (2015). Descripción de las primeras faunas fósiles del Oligoceno de Ecuador (Montañita, Santa Elena, Ecuador). XXXIX Jornadas Nacionales de Biología. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/284283456_Descripcion_de_las_primeras_faunas_fosiles_del_Oligoceno_de_Ecuador_Montanita_Santa_Elena_Ecuador

Mullen, T. (2012). Realidad aumentada. Crea tus propias aplicaciones. Madrid: Anaya.

Museos en España (2018). Ministerio de Cultura y deporte. Cifras de visitantes de los Museos Estatales. Recuperado de http://www.mcu.es/visitantemuseo/buscarMuseos.do;jsessionid=7326AEA3E6ED6620E01811DBDCF2F542?action=busquedaInicial&ultimoAnio=2018&POS=20&TOTAL=21&prev_layout=visitantemuseo&layout=visitantemuseo&language=es

Museo Paleontológico Megaterio (2018a). Catálogo de especies. Recuperado de http://www.upse.edu.ec/museo/index.php?option=com_sppagebuilder&view=page&id=12&Itemid=197

Museo Paleontológico Megaterio (2018b). Sección Visitas. Recuperado de <https://www.upse.edu.ec/museo/images/2018/visitas/visitas%202018/ESTADISTICAS%20VISITAS%20WEB%202018.pdf>

Nueva Museología (2016, 14 de junio). La realidad virtual llega a los museos de Argentina. Argentina. Recuperado de <https://nuevamuseologia.net/la-realidad-virtual-llega-a-los-museos-de-argentina/>

Nguyen, M, Tran, H., Le, H. (2017). Exploration of the 3D World on the Internet Using Commodity Virtual Reality Devices. School of Engineering, Computer & Mathematical Sciences, Auckland University of Technology. Multimodal Technology and Interaction. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2414-4088/1/3/15>

Oculus (2017). Oculus Go Fact Sheet. Recuperado de https://www.ilssole24ore.com/pdf2010/Editrice/ILSOLE24ORE/ILSOLE24ORE/Online/_Oggetti_Embedded/Documenti/2018/05/01/Oculus%20Go%20Fact%20Sheet.pdf

OEI (2013) Encuesta latinoamericana de hábitos y prácticas culturales. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Recuperado de <http://fundaciontelefonica.com.ec/2018/09/11/la-gestion-de-los-museos-y-su-desarrollo-se-debatieron-en-quito/>

Olsson, M. (2009). A Comparison of C++, C#, Java, and PHP in the context of e-learning. Royal Institute of Technology. Recuperado de <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:510502/FULLTEXT01.pdf>

Ortiz, J. E., Cipagauta R. (2005). Un Museo Virtual de Arte. Revista Ingeniería e Investigación Vol. 26 No.3, Diciembre De 2006 (78-84). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v26n3/v26n3a09.pdf>

Páez, R. (1960). Cronistas Coloniales. La Crónica del Perú nuevamente escrita por Pedro de Cieza de León. Capítulo LII. Ecuador. Recuperado de http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/cronistas-coloniales-segunda-parte--/html/00011b3c-82b2-11df-acc7-002185ce6064_4.html

Pantone (2018). Announcing Pantone 18-3838 Ultra Violet, Pantone® Color Of The Year 2018. Recuperado de <https://www.pantone.com/color-intelligence/color-of-the-year/color-of-the-year-2018>

Patrasitidecha, A. (2015). Comparison and evaluation of 3D mobile game engines. Chalmers University of Technology. Suecia. Recuperado de <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/193979/193979.pdf>

Peterson S. M., Furuichi E., Ferris D. P. (2018). Effects of virtual reality high heights exposure during beam-walking on physiological stress and cognitive loading. PLoS ONE 13(7): e0200306. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200306>

Pons Parra, R. (Julio del 2015). Aprender en el museo: El aprendizaje en los museos. Unidad de Innovación, Universidad de Murcia. España [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=AuXgRxHcvKI>

Porter, M., Kramer, M. (2006). Harvard Business Review: Strategy & Society. The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility. Recuperado de https://www.sharedvalue.org/sites/default/files/resource-files/Strategy_and_Society.pdf

Qualcomm (2016) Snapdragon 821 processor. Recuperado de <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/snapdragon-821-processor-product-brief.pdf>

Ramírez-Acosta, K. (2017). Interfaz y experiencia de usuario: parámetros importantes para un diseño efectivo. Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial, Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. Recuperado de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30s1/0379-3982-tem-30-s1-49.pdf>

Ramírez Galicia, A. (2016). Notas sobre los estudios de la prehistoria de América: poblamiento del continente, del Pleistoceno al Holoceno. *Signos históricos*, 18(36), 8-43. Recuperado en 31 de octubre de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-44202016000200008&lng=es&tlng=es.

Rahman, H. (2006). Social impact of virtual networking. Encyclopedia of Virtual Communities and Technologies. Idea Group. Recuperado de <https://www.igi-global.com/viewtitlesample.aspx?id=18114&ptid=371&t=Social%20Impact%20of%20Virtual%20Networking>

Rodríguez, L. (2018). Economía creativa en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://publications.iadb.org/handle/11319/9111?locale-attribute=es&>

Roginska, A., Geluso, P. (2018). Immersive Sound: The art and science of Binaural and Multi-Channel Audio. Audio Engineering Society Press. Routledge. Recuperado de https://www.amazon.com/Immersive-Sound-Binaural-Multi-Channel-Engineering/dp/1138900001/ref=sr_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1541429480&sr=1-1&keywords=immersive+technology

Roig, J. (2011). Patrocinio cultural corporativo: llegando a las audiencias con mensajes más complejos. Recuperado de <https://mba.americaeconomia.com/articulos/entrevistas/patrocinio-cultural-corporativo-llegando-las-audiencias-con-mensajes-mas-compl>

Román, J.L. (2011). La Paleontología en el Ecuador; Historia y perspectivas. Museo de Historia Natural Gustavo Orcés. Repositorio digital Escuela Politécnica Nacional. Recuperado de http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3849/1/icbio_paleontologia_ecuador.pdf

Rico, J. C. (2006). Manual práctico de museología, museografía y técnicas expositivas. Editorial Silex. España. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=2A679PVK7xYC&printsec=frontcover&dq=museograf%C3%ADa&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjB7NzK4bPeAhUF7IMKHfaGCQIQ6AEILjAB#v=onepage&q=museograf%C3%ADa&f=false>

Rubio-Tamayo J. L., Gertrudix, M., García, F. (2017). Immersive Environments and Virtual Reality: Systematic Review and Advances in Communication, Interaction and Simulation. Multimodal technologies and Interaction. Multimodal Technologies and Interact. 2017, 1, 21; doi:10.3390/mti1040021. Recuperado de <http://www.mdpi.com/2414-4088/1/4/21/pdf>

Sweetman, R., Hadfield, A. (2018) Artefact or art? Perceiving objects via object-viewing, object-handling, and virtual reality. UNIVERSITY MUSEUMS AND COLLECTIONS JOURNAL. VOLUME 10 2018. Recuperado de <http://umac.icom.museum/wp-content/uploads/2018/12/3-Sweetman-Hadfield.pdf>

Sánchez Lázaro, A. (Julio 2015). Museos y comunidad: La función social en el museo. Unidad de Innovación, Universidad de Murcia. España. [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=wUeKy13UVv4&feature=youtu.be>

Schofield, G., et al. (2018) Viking VR: Designing a Virtual Reality Experience for a Museum. University of York, UK. Recuperado de http://eprints.whiterose.ac.uk/129158/1/vikingvr_preprint.pdf

Santacana, J., Llonch, N. (2012). Manual de didáctica del objeto en el museo. Ediciones Trea. España. Recuperado de http://biblioteca.diputados.gob.mx/janium/bv/lxii/2mandid_objmus.pdf

Santacana, J. (2006) Bases para una Museografía Didáctica en los Museos de Arte. Enseñanza de las Ciencias Sociales, núm. 5, 2006, pp. 125-133 Universitat de Barcelona. España. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3241/324127625012.pdf>

Salerno, V. (2018). Testimonios que nos da la tierra. Apropiación de objetos arqueológicos en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista Panorámicas. Universidad de Buenos Aires. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/antpo/n31/1900-5407-antpo-31-00089.pdf>

Saldaña, I., Celaya, J. (2013). Los museos en la era digital. DOSDOCE, pp. 1-29. Recuperado en: <http://www.igartubeitibaserrria.eus/es/files/los-museos-en-la-era-digital>

Senplades (2017). Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida. Ecuador. Recuperado de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf

Senescyt (2018). Oferta académica de las instituciones de educación superior. Segundo semestre del 2018. Ecuador. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1r4hF-7PM0wgs6SFVU8vh1-zmsLUXHwKN/view>

Šmíd, A. (2017). Comparison of Unity and Unreal Engine. Faculty of Electrical Engineering. Czech Technical University in Prague. Recuperado de <http://dcgi.felk.cvut.cz/projects/pacman-benchmark/thesis-compressed.pdf>

SRI (2019). Extracto del Art. 36 Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno. Recuperado de <http://www.sri.gob.ec/DocumentosAlfrescoPortlet/descargar/965e2307-b7ef-4205-b49c-c66b4bf587cc/Art.+36+Tarifas+IR+de+personas+naturales+y+sucesiones+indivisas.pdf>

Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. J. Commun. 1992, 42, 73–93.

Tello Larrea, A., Romero Cuervo, A., Jaramillo Jimbo, C. (2017). Las campañas de crowdfunding y su impacto en el financiamiento de proyectos lucrativos y no lucrativos en Ecuador. Universidad Estatal de Bolívar. Recuperado de <http://www.ueb.edu.ec/app/talentos/images/PDF/REVISTA-TALENTOS/VOLUMEN-IV-2/ARTICULOS/LAS-CAMPA%C3%91AS-DE-CROWDFUNDING-Y-SU-IMPACTO-EN-EL-FINANCIAMIENTO.pdf>

Tiobe (2018). Index. Recuperado de <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

Torres, Ruiz D. (Enero-junio 2012). La realidad aumentada: un nuevo recurso dentro de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para los museos del siglo xxi. Revista Intervención, Año 3. Núm. 5, 39-43. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/inter/v3n5/v3n5a6.pdf>

Tiir, A. (2018). Effect of Visual Realism on Cybersickness in Virtual Reality. Tesis de Maestría. University of Oulu. Finlandia. Recuperado de <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201802091218.pdf>

Unesco (2004). Háblame del Patrimonio Mundial. Ediciones UNESCO. 2002. París. Recuperado de <http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/UNESCOPatrimonio.pdf>

Unesco (2014). Indicadores Unesco de Cultura para el Desarrollo. Manual Metodológico. Sección Patrimonio. Recuperado de https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/iucd_manual_metodologico_1.pdf

Unity (2018a). Make games- not tools. White Paper. Recuperado de <https://unity3d.com/es/whitepapers/adopting-unity>

Unity (2018b). Store. Recuperado de https://store.unity.com/?_ga=2.101927813.560546809.1541803094-1249539989.1538606444

Valdés Sagüés, M. C. (1999). La difusión cultural en el museo: servicios destinados al gran público. Gijón, España: Trea.

Weill, M., Chenglay, J., Li, J., Kapur, P., Zheng, T (2017). Immersive Reality: Emerging Technology Executive Briefing. Emerging Technology Executive. Recuperado de https://www.amazon.com/Immersive-Reality-Emerging-Technology-Executive-ebook/dp/B077RG791Y/ref=sr_1_2?s=books&ie=UTF8&qid=1541429480&sr=1-2&keywords=immersive+technology

Worcester Polytechnic Institute (2006) Museum Virtual Tour Design Guide. Centre Of accessible environments. Recuperado de <https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042306-111209/unrestricted/MuseumVirtualTourDesignGuide.pdf>

Youngblut, C., Johnston, R., Nash, S., Wienclaw, R., Will, C. (1996). Review of Virtual Environment Interface Technology. Institute for Defense Analyses.

Yuan J., Mansouri B., H. Pettey, J., Farukhi Ahmed S., Khaderi S.K. (2018). The Visual Effects Associated with Head-Mounted Displays. International Journal of Ophthalmology and Clinical Research. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/17fe/7b8dbfbb0f18c2d6269e356856c8daab97a6.pdf>

Zeman, Nicholas B. (2015). Essential Skills for 3D Modeling, Rendering, and Animation. CRC Press. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=tS7cBQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=3D+graphics&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjondO94sjeAhVFu1MKHe8vCys4ChDoAQg1MAI#v=onepage&q=3D%20graphics&f=false>

ANEXOS

Anexo 1: El museo Paleontológico Megaterio



Visita al museo Paleontológico Megaterio en La Libertad, Santa Elena. Los autores de este proyecto, estudiantes Eduardo Romero y Silvia Haensel, junto a la coordinadora del museo, Lcda. Shirley de la Cruz. Al fondo, los restos fósiles del megaterio y vista parcial del interior del museo.



Primer plano de los fósiles del megaterio en el Museo Paleontológico de La Libertad, Santa Elena. Este conjunto de restos es una combinación de otros restos de megamamíferos de la misma especie. No corresponden a un solo individuo.

Anexo 2: Científicos entrevistados



Los tesisas Eduardo Romero Andrade y Silvia Haensel, durante entrevista con el profesor Juan Abella. Biólogo y PhD. español en paleontología, en su oficina en la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), en el cantón La Libertad.



El profesor, arqueólogo Lcdo. Erick X. López Reyes durante entrevista en su oficina del campus Samarina de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena. López fue el coordinador principal en la recuperación de fósiles en Tanque-Loma en 2003.

Anexo 3: Visita al sitio del hallazgo en Tanque-Loma, La Libertad.



La tesista Silvia Haensel con el paleontólogo Juan Abella, profesor de la UPSE, en el sitio Tanque-Loma, lugar del hallazgo en 2003 de los fósiles de animales del pleistoceno tardío (aproximadamente 17.000 años de antigüedad).



Ubicación (flecha) del sitio exacto del hallazgo de los fósiles de animales del pleistoceno, incluido el megaterio, en el sitio Tanque-Loma, cantón La Libertad.



El sitio Tanque-Loma está ubicado a 1.5 km (unas 10 cuadras) de distancia de la UPSE (zona urbana de La Libertad). Y a treinta minutos de caminata en terreno agreste seco, siempre que no haya lluvia. El lugar colinda con terrenos de Petro-Península.

Anexo 4: Plantilla de encuesta

o del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
GUAYAQUIL - ECUADOR

ENCUESTA

Esta obtención de datos complementará al proyecto de titulación Realidad virtual para divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano, de estudiantes de la carrera de Producción y Dirección de Artes Multimedia de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Edad

Hombre

Mujer

Seleccione con un visto

1) ¿Conoce algún museo cercano a este punto?

Si
No

2) ¿Ha visitado usted uno de esos museos?

Si
No

3) Si su respuesta es sí. ¿Hace qué tiempo visitó esos museos?

Hace 6 meses
Hace un año
Hace más de un año

4) Si su respuesta fue 'Hace un año' o 'Hace más de un año', a que se debió?

Desinterés del tema específico del museo Ambiente monótono
Falta de herramientas didácticas Falta de interacción con la información
Acceso a la misma información por otros medios Distancia o falta de tiempo

5) Reconoce usted alguno de los siguientes conceptos tecnológicos?

Realidad Virtual (RV)
Realidad Aumentada (RA)
Desconozco esos conceptos

6) Si su respuesta es RA o RV: Con qué dispositivo usó estos contenidos?

Teléfono celular
Tablet
Videojuegos
Visores 3D
Internet

7) Si un museo contara con RA o RV, asistiría usted a ese museo?

SI
NO
No me interesa la tecnología

Anexo 5: Charlas para encuesta



Charlas previo a encuestas en algunas de las aulas de la UPSE (La Libertad, Santa Elena). Se entregó el vínculo web al presidente de cada curso para que distribuya el formulario a los estudiantes. Al fondo, el tesista Eduardo Romero Andrade.

Anexo 6: Plantilla de focus group

GUÍA PARA SESIÓN DE FOCUS GROUP

Conductores del Focus group: Silvia Haensel. Eduardo J. Romero Andrade	Lugar y fecha: Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad. Enero del 2019
Cantidad de focus group: 6 personas	Soporte de evidencia: Video

Este focus group complementará el levantamiento de información del proyecto de titulación denominado Realidad virtual para divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano, desarrollado por estudiantes de la carrera de Producción y Dirección de Artes Multimedia de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

OBJETIVO DE LA SESIÓN

Determinar la calidad de la experiencia de usuarios al usar la aplicación MegaterioVR

1. PREVIO AL USO DE LA APLICACIÓN POR EL USUARIO

- Saludos y agradecimiento por participar en prueba
 - Aclaración: No se evaluará habilidades del usuario. Solo la experiencia virtual
 - Visita del grupo al Museo Megaterio
 - Ir a sala de pruebas
 - Definición breve de realidad virtual
 - Explicar y evaluar el uso del dispositivo y opciones básicas de interacción
 - Colocar el dispositivo al usuario
 - Empezar el proceso de prueba
-

2. POSTERIOR AL USO DE LA APLICACIÓN POR EL USUARIO

Guía de preguntas:

- 1) Les agradó el recorrido virtual?
 - 2) Qué fue lo que más les gustó de la aplicación
 - 3) Qué información respecto al megaterio agregarían?
 - 4) Existió alguna incomodidad durante el uso de la aplicación?
 - 5) Qué recomiendan para mejorar su uso?
 - 6) Qué características fueron las más novedosas y atractivas de la aplicación?
-Qué cambiarían? -Qué añadirían? -Qué mantendrían?
 - 7) Tienen algún comentario adicional con respecto a la aplicación?
-

Anexo 7: Plantilla de encuesta para focus group

2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
GUAYAQUIL - ECUADOR

ENCUESTA DE APOYO AL FOCUS GROUP (POSTERIOR AL USO DE LA APLICACIÓN)
 Esta obtención de datos complementará al proyecto de titulación Realidad virtual para divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano, de estudiantes de la carrera de Producción y Dirección de Artes Multimedia de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
 IMPORTANTE: NO SE ESTÁ EVALUANDO LAS HABILIDADES DEL USUARIO

Escriba su edad **Seleccione con un visto**

Edad Hombre Mujer

Seleccione con un visto

1) En los últimos meses ha tenido usted contacto con algún tipo de interacción en:
(Puede elegir más de uno)

Consola de videojuegos Otros
 Realidad virtual Ninguno de los anteriores

2) Encontró usted algún tipo de incomodidad al momento de usar la aplicación de realidad virtual

Si
 No

3) Si su respuesta fue afirmativa, llene el siguiente ítem:

Ponga un visto en la palabra que más se le acerca a la incomodidad presentada.
(Puede elegir más de uno)

Fatiga visual Vértigo
 Dificultad de enfocar objetos Dolor de cabeza
 Mareos Otros*

En caso de señalar el casillero Otros. Describa cada incomodidad en sus propias palabras.

Incomodidad A:.....

Incomodidad B:.....

4) Con respecto al contenido de la aplicación de realidad virtual

Fue fácil de entenderla Me faltó más tiempo para entenderlo
 Demoré en entenderla La duración del contenido fue la adecuada
 Me gustaría cambiar algo Lo recomendaría a otras personas

5) Si los museos aplicaran este tipo de herramientas. ¿Incrementaría su interés en asistir?

SI
 NO

Anexo 8: Contactos para aprobación de encuesta y focus group



EDUARDO JAVIER ROMERO ANDRADE
Fri 1/18, 1:30 PM
rectorado@upse.edu.ec; museo_paleontologico@upse.edu.ec; silvia.haensel@gmail.com

You forwarded this message on 1/21/2019 10:07 AM

 Focus Group_2.pdf 76 KB
 Encuesta_megaterioVR ... 65 KB
 Focus Group_megaterio... 87 KB

Show all 4 attachments (461 KB) Download all Save all to OneDrive - Universidad Catolica Santiago de Guayaquil

Lcda. Margarita Lamas, PhD.
Rectora de la Universidad Estatal Península de Santa Elena
La Libertad, Santa Elena

Lcda. Lamas, nos es grato saludarle.
Como tesis de la carrera de Producción Multimedia de la Facultad de Artes y Humanidades de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, estamos preparando un proyecto de tesis.

El tema es: Realidad virtual para divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano. Este proyecto consiste en una aplicación para dispositivos móviles, con información en 3D del megaterio de La Libertad, Santa Elena.

Actualmente estamos en el proceso de finalizar la aplicación. Pero seguido a eso necesitamos evaluarla en potenciales usuarios del Museo Megaterio. Añadimos aquí en [link](#) del video preliminar de la aplicación. (No es el definitivo. Únicamente para revisión privada).

Entre las funciones de la aplicación, están que el usuario podrá interactuar con el entorno virtual. A manera de prueba, deslize por favor con el cursor o el dedo sobre la pantalla mientras el video se muestra.

La razón de este mail es pedirle muy respetuosamente a usted nos permita realizar las siguientes actividades en la UPSE, con estudiantes de su institución:

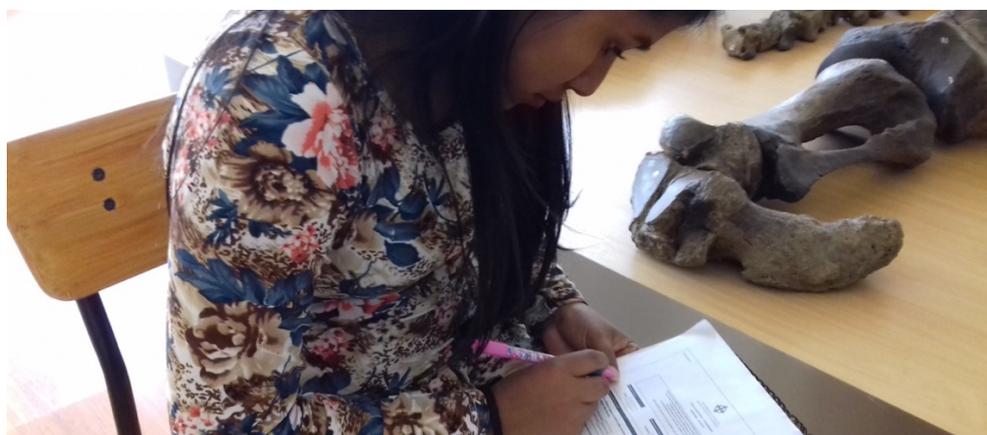
Actividad A (adjuntamos plantilla):
Focus group: Tres grupos de 6 personas cada uno. Esta actividad consistirá en:
- Explicación breve de uso de la aplicación.
- Visita al Museo Megaterio para recorrido normal
- Uso de aplicación de realidad virtual
- Toma de resultados y charla acerca de apreciaciones de estudiantes.

Actividad B (Adjuntamos plantilla):
Encuesta: A 150 personas.

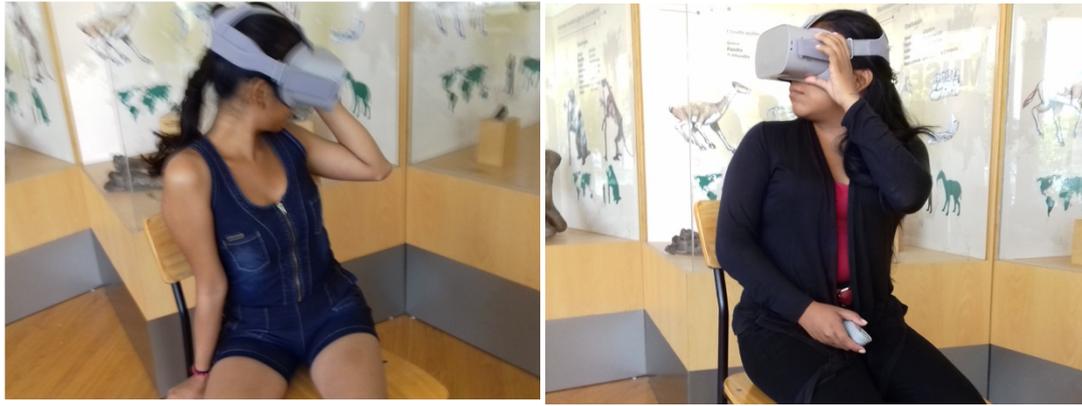
Anexo 9: Evaluación de uso



El viernes 1 de febrero del 2019 se realizó una evaluación de usabilidad de la aplicación de realidad virtual MegaterioVR a un conjunto de 12 estudiantes de la UPSE (de entre 18 y 26 años de edad), para la evaluación de usabilidad y posibles disconformidades de un prototipo de la aplicación móvil MegaterioVR.



Para contrastar los comentarios de la experiencia en los estudiantes, se añadió una encuesta de focus group posterior al uso de la aplicación (Plantilla en Anexo 7).



Inicialmente se les facilitó una silla a los estudiantes durante el uso de la aplicación de realidad virtual. Sin embargo, durante las primeras pruebas ellos necesitaron acomodar la posición de su cuerpo varias veces, debido a que el entorno es un continuo visual animado de 360° y no únicamente una imagen central. Arriba, dos de las participantes.



En el siguiente grupo de 6 estudiantes se eliminó el uso de la silla. Aquí no se aplicó lo que propuso Yuan, et al. (2018, pp. 13,14) para reducir incomformidad postural. Al contrario, mantenerse de pie otorgó mayor libertad de postura a los estudiantes durante la prueba. En las fotos, dos de los participantes en diferentes posturas durante el uso de la aplicación de realidad virtual.



Durante la toma de comentarios con los estudiantes, se expuso por parte de tres de ellos (quienes usaban lentes) la presencia de desenfoque durante el uso de la aplicación virtual (en la prueba no se les permitió usar lentes). Se repitió el ejercicio pidiéndole a cada uno que los mantenga durante el uso del visor. La nitidez y enfoque del contenido virtual mejoró. En las imágenes, las tres estudiantes.



Anexo 10: Focus group posterior a evaluación



El viernes 1 de febrero del 2019 se realizaron dos focus group (un grupo de 6 y otro de 5 estudiantes de entre 18 y 26 años de edad), para la evaluación de usabilidad y posibles disconformidades de un prototipo de la aplicación móvil MegaterioVR. Arriba, imagen del video. Para mejor contraste de comentarios se le realizó a cada evaluado una encuesta de focus group para usabilidad (ver Anexo 7, p. 141).

Anexo 11: Aprobación del rectorado UPSE

21/1/2019 Correo - rectorado@upse.edu.ec

Pedido de autorización para encuesta y focus group - Tesis Realidad Virtual - Museo Megaterio

OK
12/28/19
13/1/19

EDUARDO JAVIER ROMERO ANDRADE <eduardo.romero01@cu.ucsg.edu.ec>

lun 21/01/2019 10:07

Para: Rectorado UPSE <rectorado@upse.edu.ec>;
Cc: Museo Paleontológico Megaterio <museo_paleontologico@upse.edu.ec>;

4 archivos adjuntos (462 KB)
Focus Group_2.pdf; Encuesta_megaterioVR - Sheet1.pdf; Focus Group_megaterioVR - Sheet1.pdf; Fah_UPSE.pdf;

From: EDUARDO JAVIER ROMERO ANDRADE
Sent: Friday, January 18, 2019 1:30 PM
To: rectorado@upse.edu.ec
Cc: museo_paleontologico@upse.edu.ec; silvia.haensel@gmail.com
Subject: Pedido de autorización para encuesta y focus group - Tesis Realidad Virtual - Museo Megaterio

Lcda. Margarita Lamas, PhD.
Rectora de la Universidad Estatal Península de Santa Elena
La Libertad, Santa Elena

Lcda. Lamas, nos es grato saludarle.
Como tesis de la carrera de Producción Multimedia de la Facultad de Artes y Humanidades de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, estamos preparando un proyecto de tesis.

El tema es: **Realidad virtual para divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano.** Este proyecto consiste en una aplicación para dispositivos móviles, con información en 3D del megaterio de La Libertad, Santa Elena.

Actualmente estamos en el proceso de finalizar la aplicación. Pero seguido a eso necesitamos evaluarla en potenciales usuarios del Museo Megaterio. Añadimos aquí en [link](#) del video preliminar de la aplicación. **(No es el definitivo. Únicamente para revisión privada).**

Entre las funciones de la aplicación, están que el usuario podrá interactuar con el entorno virtual. A manera de prueba, deslize por favor con el cursor o el dedo sobre la pantalla mientras el video se muestra.

La razón de este mail es pedirle muy respetuosamente a usted nos permita realizar las siguientes actividades en la UPSE, con estudiantes de su institución:

Actividad A (adjuntamos plantilla):
Focus group: Tres grupos de 6 personas cada uno. Esta actividad consistirá en:
Explicación breve de uso de la aplicación.
Visita al Museo Megaterio para recorrido normal
Uso de aplicación de realidad virtual

UPSE
MUSEO PALEONTOLOGICO
MEGATERIO
CELINDO

12/28 23 ENE 2019
S. Lamas

outlook.office.com/owa/?realm=upse.edu.ec&exsvurl=1&ll-cc=3082&modurl=0&path=/mail/junkemail

1/2

Anexo 12: Primer contacto con el Museo Megaterio de Santa Elena

Contacto Director Museo | Investigación UCSG

 Museo Paleontológico Megaterio <museo_paleontologico@upse.edu.ec>
Thu 10/11/2018, 10:16 AM

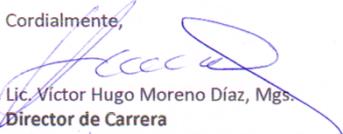
Buenas tardes estimado Eduardo Romero.
Mi nombre es Shirley De La Cruz, Coordinadora Administrativa del Museo Paleontológico Megaterio. La proxima semana no voy a estar en la institución por lo cual le sugiero podamos reunirnos un día de la semana del 22 al 26 de octubre . Usted me indicaría el día y la hora que pueda visitarnos para coordinar también la presencia de un experto en el tema de mi institución y poder determinar si es posible desarrollar su propuesta.
Saludos cordiales.

Nota: Le sugiero traernos su solicitud en un documento impreso.

De: EDUARDO JAVIER ROMERO ANDRADE <eduardo.romero01@cu.ucsg.edu.ec>
Enviado: lunes, 1 de octubre de 2018 21:40:49
Para: Museo Paleontológico Megaterio
Asunto: Contacto Director Museo | Investigación UCSG

Mi nombre es Eduardo J. Romero Andrade. Soy estudiante de la U. Católica Santiago de Guayaquil, de la carrera de producción multimedia. Deseo el contacto con algún profesional de su respetada institución para coordinar dentro de las siguientes semanas una reunión. El objetivo de esta es presentarle nuestra propuesta de tesis de grado (uso realidad virtual con contenido museístico) y determinar si es aplicable en su institución.
Esperando su respuesta, le agradezco de antemano.
Atte
Eduardo J. Romero Andrade
Guayaquil

Anexo 13: Contacto formal de la Facultad de Artes y Humanidades con coordinadora del Museo Megaterio de Santa Elena

 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL</p>	<p>FAH-CAM-126-2018</p>
 <p>FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES</p>	<p>Guayaquil, 22 de octubre de 2018</p>
	<p>Señores Paola Peralta Mendoza, MSc. Directora C-GDT – UPSE Shirley de la Cruz Coordinadora administrativa del museo Douglas Contreras Guevara Mediador Educativo Museo Paleontológico Megaterio</p>
	<p>De mi consideración:</p>
	<p>Me es grato saludarle y a la vez solicitarle le conceda a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Producción y Dirección en Artes Multimedia que se detallan a continuación, quienes se encuentran realizando su trabajo de titulación denominado “Recreación en realidad virtual de restos paleontológicos ecuatorianos dirigidos a la enseñanza”, su autorización para el la investigación, desarrollo y aplicación del proyecto en este importante museo.</p>
	<p>Romero Andrade Eduardo Javier C.I. 0918437302 Haensel Solórzano Silvia Fátima C.I. 0926359381</p>
	<p>Agradezco su gentil atención, no sin antes reiterarle mis sentimientos de consideración y estima</p>
	<p>Cordialmente,  Lic. Victor Hugo Moreno Díaz, Mgs. Director de Carrera Producción y Dirección en Artes Multimedia</p>
	<p>Norma</p>
 <p>Certificado N°. CTS-2014-631</p>  <p>Edificio Principal 3er. piso TEL: 042-206950 Ext. 2709-2859 www.ucsg.edu.ec</p>	

Anexo 14: Cálculo de costos de producción

Simulación de gastos para desarrollo de una aplicación de realidad virtual, desarrollado por dos profesionales durante dos meses. No se añadió compra de computadores (se asumió que cada profesional ya cuenta con uno con características técnicas necesarias) (Ver Requerimientos técnicos, p. 92). Se tomó en cuenta valores actuales.

Tiempo de desarrollo	60 días
Profesionales involucrados en el desarrollo	2
Costo unidad / Almuerzo	2.50
Costo unidad / pasaje bus	0.30

Costo hora desarrollo (sueldo básico 2019) -\$394- Jornada de ocho horas diarias.	\$1.60
----------------------------------------------------------------------------------------------	---------------

Costos	Bimensual	
Alquiler de oficina sencilla -\$250- (por dos meses)	\$500	
Alimentación		
Almuerzos \$75 (dos personas, dos meses)	\$150.00	
Uso mensual de oficina		
Agua \$10 (por dos meses)	\$20.00	
Luz \$25 (por dos meses)	\$50.00	
Pueden variar según ubicación del proyecto o empresa.	Transporte mensual dos personas -\$18-	
	(dos personas) (Ida y retorno a oficina, dos meses)	\$36.00
Sueldo básico -\$394-		
Dos personas (por dos meses)	\$1,536.00	
Sobretiempo (A ser utilizado cuando sea necesario)		
Bono Sobretiempo -25% del mensual para almuerzo- Por dos meses	\$75.00	
Pueden variar según complejidad del proyecto o empresa.	Extra equipo	
	Compra de algún requerimiento técnico (memoria, tarjeta de sonido, monitor)	\$300.00
*Se incluyen en costos del visor, impuestos de Aduana por compra en exterior.	Equipo y licencias	
	*Visor para pruebas -será entregado al cliente-	\$500.00
	Licencia software	\$150.00
	Modelados	\$200.00
Total gastos de producción		
	\$3,517.00	

Anexo 15: Precio de venta según porcentaje de ganancia

De acuerdo con el total de costo de producción expuesto en el Anexo 14, (\$2.768,20) se tienen los siguientes precios de venta de la aplicación según dos porcentajes de ganancias: De la tercera parte del total del costo (35%) y de la cuarta parte del total del costo (25%).

Total gastos de producción	\$3,517.00
Precio de venta con 35% de ganancia	
La ganancia del 35% es	\$1,230.95
IVA	\$569.75
Total precio de venta al cliente	\$5,317.70
Precio de venta con 25% de ganancia	
La ganancia del 25% es	\$879.25
IVA	\$527.55
Total precio de venta al cliente	\$4,923.80

Anexo 16: Precio de venta según sueldo de desarrolladores

De acuerdo con el total de costos de producción (Anexo 14) se proponen tres escenarios de sueldos a dos desarrolladores durante dos meses de producción de la aplicación virtual, en jornadas diarias de 8 horas.

PRECIO DE VENTA AL CLIENTE SEGÚN COSTO HORA DE DESARROLLO*			
	Sueldo Básico. -\$394-. Jornada de 8 horas. Costo de hora: \$1,64	Sueldo -\$788-. Jornada de 8 horas. Costo de hora: \$3,2	Sueldo -\$1.182-. Jornada de 8 horas. Costo de hora: \$4,29
Precio de venta final de aplicación	\$5.375	\$7.640	\$9.222

*Sumado una ganancia del 35%

Anexo 17: Precios de visores para realidad virtual (A)

A febrero del 2019 se obtuvieron precios de dos marcas de visores. Su característica es la memoria interna (entre 32Gb y 64Gb) y el procesamiento (2.4 Ghz Quad Core para Oculus Go, y 2.0 Ghz octacore para Shinecon). Estas propiedades eliminan el uso de un celular. El tiempo de carga de los visores (usan batería interna no extraíble) es de 3 horas, y de duración, entre 2.5 y 3 horas. El precio dependerá de si la compra se realizó dentro o fuera del país. Para el segundo caso, una referencia es la Calculadora de importación de la empresa Club Buzzon, en línea. Todos los costos son aproximados.

Equipo	Visor realidad virtual	Visor realidad virtual
Nombre comercial del equipo	Oculus Go Standalone Virtual Reality Headset - 32GB	Oculus Go Standalone Virtual Reality Headset - 32GB
Imagen		
Características técnicas	Inalámbrico. Recargable. Procesador: Qualcomm Snapdragon 821. Incluido control de navegación. Resolución de 1280 x 1440 por ojo	Inalámbrico. Recargable. Procesador: Qualcomm Snapdragon 821. Incluido control de navegación. Resolución de 1280 x 1440 por ojo
Característica diferenciadora	32Gb de capacidad interna.	
Condición	Nuevo	Nuevo
Tienda en línea	Amazon (EEUU)	Mercado Libre (vendedor en Guayaquil)
Costo por unidad	\$199	\$350
Costo por envíos a Ecuador		
De sitio web a casillero postal extranjero	\$20.00	
De casillero postal extranjero a Ecuador	\$55.00	
Impuestos Aduana: IVA (12%) + \$3.50 + Flete (\$10) + Derecho arancelario (10%) + Fondo INFA (10%) + Seguro (\$3)+Transporte internacional (\$54) + Trámite aduanero (\$15) + Traslado (\$15)	\$135.28	
Total aproximado por unidad	\$429.28	\$350.00

Anexo 18: Precios de visores para realidad virtual (B)

Equipo	Visor realidad virtual	Visor realidad virtual
Nombre comercial del equipo	VR Shinecon	Oculus Go Standalone Virtual Reality Headset - 32GB
Imagen		
Características técnicas	Inalámbrico. Recargable. Procesador: Quad Core ARM Cortex H4 up to 1.3GHz. Control de navegación en el visor. Resolución de 1280 x 720 por ojo.	Inalámbrico. Recargable. Procesador: Qualcomm Snapdragon 821. Incluido control de navegación. Resolución de 1280 x 1440 por ojo
Característica diferenciadora	3gb interno. Ampliable a 64Gb con tarjeta	32Gb de capacidad interna.
Condición	Nuevo	Usado
Tienda en línea	Sitio Ali Baba (CHINA)	Ebay (EEUU)
Costo por unidad	\$100	\$150
Costo por envíos a Ecuador		
De sitio web a casillero postal extranjero	\$20.00	\$20.00
De casillero postal extranjero a Ecuador	\$55.00	\$55.00
Impuestos Aduana: IVA (12%) + \$3.50 + Flete (\$10) + Derecho arancelario (10%) + Fondo INFA (10%) + Seguro (\$3)+Transporte internacional (\$54) + Trámite aduanero (\$15) + Traslado (\$15)	\$123.50	\$139.50
Total aproximado por unidad	\$298.50	\$364.50

Anexo 19: Precios de celulares con capacidad para realidad virtual

A diciembre del 2018 se obtuvieron precios de tres marcas con capacidad para contenidos de realidad virtual. A diferencia de los visores con capacidad interna, los celulares deben compartir su memoria y procesamiento con otras aplicaciones en tiempo real, lo que merma su disponibilidad de procesamiento extra. Según consultas, la mejor opción es el equipo B: Xioami Pocophone, por tener el procesador más actualizado: Snapdragon 845. (Comparar con visor Oculus Go. Anexo 18, p.153) y memoria RAM de 6Gb.

A)

Modelo	Huawey Mate P20 Lite
SO	Android 8.0
Procesadores	Kirin 659 (4 de 2,3 Ghz y 4 de 1,7 Ghz)
RAM	4 Gb
Memoria Interna	35 Gb
Giroscopio	Solo Serie ANE-LX3 / ANE-LX2J
Magnetrónomo	
Acelerómetro	
Precio	\$320

B)

Modelo	Xioami Pocophone F1
SO	Android 8.1
Procesadores	Qualcomm Snapdragon 845. 4 de 2.8 GHz y 4 de 1.8 GHz (Kryo 385)
RAM	6 Gb
Memoria Interna	64 Gb
Giroscopio	Si
Magnetrónomo	
Acelerómetro	
Precio	\$380

C)

Modelo	Xiami MI-A2
SO	Android One
Procesadores	Qualcomm® Snapdragon 660
RAM	4Gb
Memoria Interna	64Gb
Giroscopio	SI
Magnetrónomo	
Acelerómetro	
Precio	\$260

D)

Modelo	Samsung J4 Plus
SO	Android 8.1
Procesadores	4 de 1.4 Ghz
RAM	2 Gb
Memoria Interna	32 Gb
Giroscopio	Si
Magnetrónomo	
Acelerómetro	
Precio	\$274

Anexo 20: Patrimonio fósil según Ley de Patrimonio Cultural del Ecuador

Los fósiles prehistóricos, contenidos en museos ecuatorianos como el Museo Megaterio de la Península de Santa Elena, tienen valor patrimonial y público. Según Art. 7, literal i de la Ley de Patrimonio del Ecuador. Este declara como Patrimonio Cultural del Estado a:

i) “Las obras de la naturaleza, cuyas características o valores hayan sido resaltados por la intervención del hombre o que tengan interés científico para el estudio de la flora, la fauna y la paleontología; (...)” (H. Congreso Nacional del Ecuador, 2004, pp. 2,3).

En la misma Ley, en la sección Convención sobre las medidas que deben adoptarse para prohibir e impedir la importación, exportación y transferencia de propiedad ilícita de bienes culturales, se considera como Bien Cultural, según el art. 1, literal (a), a todo objeto de interés paleontológico (H. Congreso Nacional del Ecuador, 2004, p. 58).

Finalmente, desde el Plan Toda una vida 2017-2021, en la sección De los derechos colectivos. El objetivo 2 propone fortalecer:

“(...) propuestas a través de la promoción de la actividad y la producción artística, cultural y audiovisual; la circulación de las artes, culturas, memorias y patrimonios tangibles e intangibles (...)” (Senplades, 2017, p. 60). Y el objetivo 5.6 establece como política de Estado promover la innovación vinculando los sectores públicos y universidades (Senplades, 2017, p. 83).

Finalmente, documentos como la Ley Orgánica de Cultura del Ecuador protegen los restos fósiles incluso si su hallazgo es inesperado o accidental, como ocurrió con los del megaterio en el sector de Tanque-Loma, La Libertad, en el 2003. Se resumen aquí los literales h, i, j, del capítulo 9, art. 85, en donde establece:

- Informar del hallazgo de restos fósiles o arqueológicos al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. Aún si son descubrimientos

fortuitos. Esto aplica si el descubrimiento ocurrió por trabajos como remoción de tierras.

- Se evitará desvincular o alterar el ambiente en donde esos restos fueron hallados (Ley Orgánica de Cultura, 2016, p. 16).

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Haensel Solórzano, Silvia Fátima**, con C.C: # **0926359381** autor/a del trabajo de titulación: **Aplicación para Oculus Go basada en fósil de megafauna prehistórica como soporte a la divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano** previo a la obtención del título de **Licenciatura en Producción y Dirección en Artes Multimedia** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 18 de marzo del 2019

f. _____

Nombre: **Haensel Solórzano, Silvia Fátima**

C.I: **0926359381**

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Romero Andrade, Eduardo Javier**, con C.C: # **0918437302** autor del trabajo de titulación: **Aplicación para Oculus Go basada en fósil de megafauna prehistórica como soporte a la divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano** previo a la obtención del título de **Ingeniería en Producción y Dirección en Artes Multimedia** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 18 de marzo del 2019

f. _____

Nombre: **Romero Andrade, Eduardo Javier**

C.I: **0918437302**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Aplicación para Oculus Go basada en fósil de megafauna prehistórica como soporte a la divulgación del patrimonio paleontológico ecuatoriano		
AUTOR(ES)	Haensel Solórzano, Silvia Fátima Romero Andrade, Eduardo Javier		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Lcdo. Sancán Lapo, Milton Elías, Mgs.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Artes y Humanidades		
CARRERA:	Producción y Dirección Multimedia		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Producción y Dirección Multimedia		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 de marzo de 2019	No. DE PÁGINAS:	180
ÁREAS TEMÁTICAS:	Realidad virtual, museografía inmersiva		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Patrimonio, paleontología, Megaterio, Realidad virtual, museografía inmersiva.		

RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): Megaterio VR es una aplicación de realidad virtual para Oculus Go (visor de realidad virtual), sirve como herramienta de apoyo en el museo paleontológico de Santa Elena para uso de los visitantes. La aplicación contiene información inmersiva del megaterio, un mamífero gigante extinto 11.700 años atrás, cuyos restos fueron hallados en el 2003 en Santa Elena.

Los museos presentan obstáculos que pueden ser omitidos por varias razones, como la falta de fondos económicos. Algunos de los métodos para presentar la información continúan siendo estáticos y sin interacción con el usuario. Esto ocasiona desinterés del público y posiblemente disminución de asistencia al museo.

El internet facilita al usuario a acceder a información semejante a la que contienen los museos, dando como resultado una disminución de visitas. Estos exponentes dan pauta a la creación de este producto tecnológico con el fin de que el usuario pueda interactuar con la información que contiene el museo mediante tecnología inmersiva y así despertar el interés y asistencia del público.

Megaterio VR busca vincular contenido paleontológico de hace miles de años atrás con las nuevas tecnologías inmersivas, para ampliar los estímulos de percepción basándose en información fidedigna que el museo ha recopilado hasta el momento. Se aplicó un enfoque mixto de investigación con preponderancia cualitativa y se testeó el producto con jóvenes visitantes del museo.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 994424640 +593 989293591	E-mail: duduromeroa@gmail.com silvia.haensel@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Veloz Arce, Alonso Eduardo	
	Teléfono: +593-9-94170604	
	E-mail: alonso.veloz@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		