

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA: INGENIERÍA DE SISTEMAS:**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO  
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO DE SISTEMAS**

**PROYECTO TÉCNICO:  
DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE  
GESTIÓN Y UNA APLICACIÓN MÓVIL LÚDICA  
INTERACTIVA PARA BRINDAR SOPORTE EN LAS  
VISITAS DE NIÑOS AL MUSEO PUMAPUNGO**

**Autores:**

Jhordy Paúl Arias Espinoza  
Alexis Galo Medina Carrión

**Tutor:**

Ing. Vladimir Espartaco Robles Bykbaev

Cuenca – Ecuador:  
2018

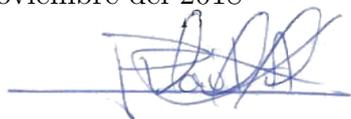
# CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

---

Nosotros Alexis Galo Medina Carrión con C.I.: 190047827-0 y Jhordy Paúl Arias Espinoza con C.I.: 140059731-4, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana, la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación “DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y UNA APLICACIÓN MÓVIL LÚDICA INTERACTIVA PARA BRINDAR SOPORTE EN LAS VISITAS DE NIÑOS AL MUSEO PUMAPUNGO”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores, nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, Noviembre del 2018



---

Jhordy Paúl Arias Espinoza

CI.:1400597314



---

Alexis Galo Medina Carrión

CI.:1900478270

# CERTIFICACIÓN

---

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y UNA APLICACIÓN MÓVIL LÚDICA INTERACTIVA PARA BRINDAR SOPORTE EN LAS VISITAS DE NIÑOS AL MUSEO PUMAPUNGO”, realizado por los autores Jhordy Paul Arias Espinoza y Alexis Galo Medina Carrión, obteniendo el proyecto técnico, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, Noviembre del 2018



---

Ing. Vladimir Espartaco Robles Bykbaev

CI: 0300991817

# DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

---

Nosotros, Alexis Galo Medina Carrión con número de cédula 1900478270 y Jhordy Paúl Arias Espinoza con número de cédula 1400597314, autores del trabajo de titulación “DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN Y UNA APLICACIÓN MÓVIL LÚDICA INTERACTIVA PARA BRINDAR SOPORTE EN LAS VISITAS DE NIÑOS AL MUSEO PUMAPUNGO”; certificamos que el total contenido de este proyecto técnico es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.



---

Jhordy Paúl Arias Espinoza

CI.:1400597314



---

Alexis Galo Medina Carrión

CI.:1900478270

## AGRADECIMIENTOS

---

La culminación de nuestra carrera universitaria se debe a un cúmulo de factores como esfuerzo, constancia, perseverancia y el apoyo de las personas que en este proceso de formación académica nos han tendido su mano para superar las dificultades presentadas en el transcurso del tiempo; es por eso que queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro tutor de tesis Ing. Vladimir Robles quien de manera desinteresada ha estado presente en cada fase de nuestro proyecto aportando con su conocimiento para resolver nuestras dudas y brindándonos la asesoría necesaria para que el resultado del proyecto sea de calidad y sobre todo que esté enfocado a servir a la sociedad.

Queremos expresar nuestra gratitud con la Universidad Politécnica Salesiana la cual nos ha impartido una educación integral de calidad y calidez en donde hemos aprendido que nuestro conocimiento debe estar al servicio de la comunidad, por lo que queremos agradecer a los profesores quienes han aportado en nuestra formación con el sentido de responsabilidad de formar profesionales de excelencia, y a nuestras grandes amistades que hicimos en las aulas haciendo de esta experiencia educativa algo que atesoraremos en nuestras vidas.

Finalmente y no menos importante queremos agradecer a todos quienes forman parte del Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GIIATA) de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca y a la cátedra UNESCO por el apoyo y respaldo durante el proceso investigativo, a la institución Museo Pumapungo por su ayuda en este proceso de desarrollo y haber confiado en nuestra capacidad para llevar a cabo el proyecto tecnológico dentro de sus instalaciones para ofrecer a la comunidad una herramienta de ayuda en el aprendizaje cultural.

**Alexis Medina - Paúl Arias**

## DEDICATORIA

---

Al haber llegado a esta etapa de mi vida he reflexionado que las cosas que logramos no nos pertenecen en su totalidad, porque somos el resultado de situaciones que tuvieron que suceder, que junto a nuestras decisiones y actitud positiva hacia la vida se pueden lograr nuestras metas (sin dañar al prójimo) con perseverancia y constancia teniendo como pensamiento principal creer en uno mismo. Es por eso que quiero dedicar este trabajo y agradecer profundamente a mis padres quienes han sido un pilar fundamental en mi formación como persona brindándome su apoyo incondicional, sacrificando su tiempo y esfuerzo para poder tener una educación de excelencia y que mi obrar esté en pro de la sociedad -porque “un lápiz pesa menos que una pala”-. También a mis hermanos y familia quienes me han brindado generosamente su apoyo y han estado presentes en todo momento de mi vida con sus palabras de aliento haciendo de este proceso algo gratificante.

**Alexis Galo Medina Carrión.**

## VI

Por el presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas. A mis padres Fernando y Miriam quienes gracias a su gran amor, cariño, paciencia y sabiduría me han permitido llegar a cumplir una meta mas de mi vida, nada de esto hubiese sido posible sin su gran apoyo que han brindaron día a día a lo largo de cada paso que he dado, gracias por creer y confiar en mis expectativas.

A mis abuelos Elba y Angel y a mis hermanos, por su gran apoyo incondicional, durante todo este proceso largo y arduo, por nunca dejarme solo en los momentos difíciles, a toda mi familia por sus oraciones, y palabras de aliento para hacer de mi una mejor persona.

A mis amigos que gracias a su apoyo moral me permitieron permanecer con empeño, dedicación y cariño, y a todos quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar con éxito la meta propuesta.

Y por supuesto a mi querida alma máter la Universidad Politécnica Salesiana y a todas las autoridades, que gracias a su paciencia y orientación me permitieron concluir con una etapa más de mi vida.

**Jhordy Paúl Arias Espinoza.**

# Índice general

<b>CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR</b>	<b>I</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>II</b>
<b>DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>V</b>
Lista de figuras	XI
Lista de tablas	XIII
<b>1 RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>2 ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>3 INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>4 OBJETIVOS</b>	<b>6</b>
4.1 General . . . . .	6
4.2 Específicos . . . . .	6
<b>5 TRABAJOS RELACIONADOS</b>	<b>7</b>
<b>6 ARQUITECTURA GENERAL DE LA PROPUESTA</b>	<b>13</b>
6.1 Diseño y Desarrollo de la aplicación móvil y web. . . . .	13
6.1.1 Requerimientos para el desarrollo del sistema. . . . .	13
6.1.2 Diseño y construcción de la arquitectura tecnológica del sistema. . . . .	13
6.1.3 Especificaciones técnicas del Sistema . . . . .	14
6.1.3.1 Especificaciones de hardware . . . . .	14
6.1.3.2 Especificaciones de software . . . . .	14
6.1.4 Herramientas de software elegidas para el desarrollo web y móvil . . . . .	14
6.1.4.1 Java . . . . .	15
6.1.4.2 Python . . . . .	15
6.1.4.3 Numpy . . . . .	16
6.1.4.4 Pandas . . . . .	16
6.1.4.5 Scikit-learn . . . . .	16

6.1.4.6	Matplotlib . . . . .	16
6.1.4.7	PostgreSQL . . . . .	16
6.1.4.8	Eclipse . . . . .	17
6.1.4.9	Wildfly . . . . .	17
6.1.4.10	JBoss Tools . . . . .	17
6.1.4.11	Bootstrap . . . . .	17
6.1.4.12	servlet-api . . . . .	17
6.1.4.13	mail-api . . . . .	18
6.1.4.14	primefaces . . . . .	18
6.1.4.15	jasperreports . . . . .	18
6.1.4.16	Itext . . . . .	18
6.1.4.17	Android Studio . . . . .	19
6.1.4.18	ZXing . . . . .	19
6.1.5	Diagrama de Casos de Uso . . . . .	19
6.1.6	Diagrama Entidad Relación del Sistema . . . . .	27
6.2	Diseño e implementación del módulo central . . . . .	28
6.2.1	User interface layer . . . . .	29
6.2.1.1	Plataforma web . . . . .	29
6.2.1.2	Aplicativo móvil . . . . .	29
6.2.1.3	Comic strip . . . . .	38
6.2.1.4	Realidad aumentada . . . . .	38
6.2.2	Data analysis layer . . . . .	40
6.2.2.1	Education content assembler (Consola de gestión de contenidos)	40
6.2.2.2	Users managment (Administración de usuarios) . . . . .	40
6.2.2.3	Reports generator (Generador de reportes) . . . . .	40
6.2.2.4	Visits monitoring (Monitoreo de visitas) . . . . .	40
6.2.3	Services layer . . . . .	40
6.2.3.1	Data mining analyzer (Análisis de minería de datos) . . . . .	40
6.2.3.2	Statistics and feedback analyzer (Análisis de retroalimentación y estadísticas) . . . . .	42
6.2.3.3	Geographic information module (Módulo de información geográfica) . . . . .	42
6.2.3.4	QR and pattern matcher (QR y patrón de coincidencia) . . . . .	42
6.2.4	Data layer . . . . .	43
6.2.4.1	Educational content (Contenido educativo) . . . . .	43
6.2.4.2	Multimedia resources (Recursos multimedia) . . . . .	43
6.2.4.3	Users profile (Perfiles de usuarios) . . . . .	43
6.2.4.4	Guided visits scripts (Scripts de visitas guiadas) . . . . .	43
6.2.5	Expert system layer . . . . .	44
6.2.5.1	Knowledge base (Base de conocimiento) . . . . .	44
6.2.5.2	Base of rules (Base de reglas) . . . . .	45
6.2.5.3	Natural language processing (Procesamiento de lenguaje natural)	47
6.2.5.4	Analysis of acquired knowledge (Análisis de conocimiento ad- quirido) . . . . .	47
6.2.5.5	Inference engine (Motor de inferencia) . . . . .	48

<b>7 EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS</b>	<b>50</b>
7.0.1 Pruebas . . . . .	50
7.0.1.1 Análisis de Percepción de Contenido . . . . .	50
7.0.1.2 Análisis de Eficiencia . . . . .	51
7.0.1.3 Análisis de Aprendizaje . . . . .	53
7.0.2 Resultados . . . . .	54
<b>8 CONCLUSIONES</b>	<b>59</b>
<b>9 RECOMENDACIONES</b>	<b>60</b>
<b>10 TRABAJO FUTURO</b>	<b>61</b>
<b>11 ANEXOS</b>	<b>65</b>
11.1 Trabajos presentados en congresos de investigación . . . . .	65
11.1.1 e-Pumapunku: an interactive app to teach children the Cañari and Inca indigenous cultures during guided museum visits . . . . .	65
11.1.2 An expert system to recommend contents and guided visits for children: a practical proposal for the Pumapungo Museum of Cuenca, Ecuador . . .	66
11.1.3 An interactive educational tool based on virtual reality, mobile applica- tions and comic strips to teach children the Cañari and Inca cultures in the Ecuadorian context . . . . .	67
11.2 Actas para la elicitación de requerimientos . . . . .	68



# Índice de figuras

Figura 3.1	Hogares que tienen teléfono fijo y celular a nivel nacional [20]. . . . .	3
Figura 3.2	Tendencia del S.O Android en la provincia del Azuay-Ecuador [39] . . . . .	4
Figura 3.3	Tendencia total del sistema operativo Android en el mundo [39] . . . . .	4
Figura 6.1	Casos de Uso del personal administrador . . . . .	20
Figura 6.2	Casos de Uso del usuario . . . . .	21
Figura 6.3	Diagrama Entidad Relación del sistema . . . . .	27
Figura 6.4	Diagrama del sistema . . . . .	28
Figura 6.5	Pantalla de selección de usuario. . . . .	30
Figura 6.6	Pantalla de ingreso al sistema móvil. . . . .	31
Figura 6.7	Formulario para registrar un nuevo usuario. . . . .	32
Figura 6.8	Pantalla principal. . . . .	33
Figura 6.9	Pantalla del perfil del usuario. . . . .	34
Figura 6.10	Pantalla del progreso del recorrido. . . . .	35
Figura 6.11	Pantalla de maqueta Inca. . . . .	35
Figura 6.12	Pantalla de descripción de la maqueta. . . . .	36
Figura 6.13	Pantalla de vitrina Chobshi. . . . .	36
Figura 6.14	Pantalla de descripción de un objeto. . . . .	37
Figura 6.15	Menú desplegable de opciones adicionales. . . . .	37
Figura 6.16	Demo del sistema basado en comic strips. . . . .	38
Figura 6.17	Objetos presentados con realidad aumentada. . . . .	39
Figura 6.18	Algoritmo para el análisis de los conglomerados. . . . .	41
Figura 6.19	Análisis de la curva codo para el caso de estudio. . . . .	42
Figura 6.20	Algoritmo para el reconocimiento de patrones. . . . .	43
Figura 6.21	Base de conocimiento realizado en CLIPS. . . . .	45
Figura 6.22	Base de reglas realizado en CLIPS. . . . .	45
Figura 6.23	Recomendación del sistema experto realizado en CLIPS. . . . .	46
Figura 6.24	Código fuente realizado en Python. . . . .	47
Figura 6.25	Resultado obtenido al ejecutar el algoritmo de procesamiento de lenguaje natural. . . . .	48
Figura 6.26	Estructura del sistema experto. . . . .	49
Figura 7.1	Encuesta proporcionada a través del aplicativo móvil. . . . .	51
Figura 7.2	Modelo del formulario para recabar la información del usuario . . . . .	52
Figura 7.3	Modelo del formulario de ordenación de imágenes para recabar la información del usuario . . . . .	53
Figura 7.4	Distribución de niños de acuerdo a su edad, barrio, escuela y género. . . . .	54

Figura 7.5	Percepción de los niños sobre las imágenes y los videos proporcionados en el aplicativo móvil . . . . .	55
Figura 7.6	Percepción de los niños sobre la información proporcionada en el aplicativo móvil teniendo en cuenta la escuela, género, edad y calidad de percepción . . . . .	56
Figura 7.7	Ejemplo del análisis del clúster realizado por el sistema con las cuatro categorías mencionadas previamente . . . . .	56
Figura 7.8	Puntuaciones logradas por el sistema experto en Concordancia, Eficacia y Criterios de Novedad (según los evaluadores humanos expertos). . . . .	57
Figura 7.9	Ejemplo de un recorrido generado por el Sistema Experto para visitar diferentes salas de exhibición de acuerdo a las preferencias del perfil de usuario. . . . .	57
Figura 7.10	Resultados sobre el análisis de captación de contenido educativo de los niños utilizando el módulo de NLP(Procesamiento de Lenguaje Natural). . . . .	58
Figura 7.11	Resultados sobre la percepción de los niños sobre el caso de uso de esta herramienta. . . . .	58
Figura 11.1	Ejemplo de conglomerados . . . . .	65
Figura 11.2	Estructura y ecuaciones usadas en el sistema experto . . . . .	66
Figura 11.3	Ejemplo de uso de realidad aumentada . . . . .	67
Figura 11.4	Acta 1 . . . . .	68
Figura 11.5	Acta 1 . . . . .	69
Figura 11.6	Acta 2 . . . . .	70
Figura 11.7	Acta 2 . . . . .	71
Figura 11.8	Acta 3 . . . . .	72
Figura 11.9	Acta 3 . . . . .	73
Figura 11.10	Acta 4 . . . . .	74
Figura 11.11	Acta 4 . . . . .	75
Figura 11.12	Acta 5 . . . . .	76
Figura 11.13	Acta 5 . . . . .	77
Figura 11.14	Acta 6 . . . . .	78
Figura 11.15	Acta 7 . . . . .	79
Figura 11.16	Acta 8 . . . . .	80
Figura 11.17	Acta 9 . . . . .	81
Figura 11.18	Acta 10 . . . . .	82
Figura 11.19	Acta 11 . . . . .	83
Figura 11.20	Acta 12 . . . . .	84
Figura 11.21	Acta 13 . . . . .	85
Figura 11.22	Acta 14 . . . . .	86

# Índice de cuadros

Tabla 6.1	Herramientas utilizadas, con su respectiva versión . . . . .	15
Tabla 6.2	Casos de Uso-Ingresar al Sistema . . . . .	21
Tabla 6.3	Casos de Uso-Agregar Administradores . . . . .	22
Tabla 6.4	Casos de Uso-Cambio de clave . . . . .	22
Tabla 6.5	Casos de Uso-Agregar Contenido . . . . .	23
Tabla 6.6	Casos de Uso-Modificar Contenido . . . . .	23
Tabla 6.7	Casos de Uso-Eliminar Contenido . . . . .	24
Tabla 6.8	Casos de Uso-Listar Contenido . . . . .	24
Tabla 6.9	Casos de Uso-Generar Reportes de visitas y estadísticos . . . . .	25
Tabla 6.10	Casos de Uso-Registrar perfil . . . . .	25
Tabla 6.11	Casos de Uso-Ver Contenido . . . . .	25
Tabla 6.12	Casos de Uso-Realizar Encuesta . . . . .	26

## RESUMEN

En la actualidad la tecnología está presente en un sinnúmero de áreas con distintos enfoques debido a la eficiencia en el potenciamiento de procesos educativos y de aprendizaje , los museos no se quedan atrás ya que son instituciones con la misión de dar a conocer al público en general el patrimonio cultural siendo la tecnología una herramienta de soporte que les permite tener un mayor alcance a través de la innovación tecnológica haciendo del aprendizaje cultural una experiencia interactiva.

Gran parte de los museos de nuestro país aún mantienen metodologías tradicionales limitadas en difundir el contenido educativo netamente en un espacio físico en donde el usuario debe visitar el museo para obtener información de determinado tema de manera que las personas que no tengan las facilidades económicas para poder realizar una visita al museo quedan excluidas del conocimiento cultural y de la historia de un país o sociedad. Es por eso que a través de nuestro proyecto se pretende tener un mayor alcance al público en general proyectándonos hacia aprendizaje inclusivo e interactivo en donde la tecnología esté al servicio de la sociedad.

El sistema integral desarrollado está enfocado en proporcionar contenido educativo-cultural detallada sobre las exhibiciones del museo a través de multimedia interactiva como imágenes, videos, audios tanto a los usuarios que puedan realizar la visita guiada en las instalaciones del museo y a quienes no tengan las facilidades de hacerlo, por lo que pueden utilizar el aplicativo móvil desde la comodidad de sus casas, de esta manera el usuario aprende de manera detallada e interactiva sobre nuestro patrimonio cultural mediante el uso bien direccionado de la tecnología. Además de contar un un aplicativo móvil se desarrolló una consola de administración web en donde el usuario administrador del museo puede gestionar el contenido educativo multimedia que se va a presentar en el aplicativo móvil.

Es de suma importancia mencionar que el sistema no solo sirve para proporcionar contenido educativo al usuario, sino que también se ha trabajado sobre minería de datos para analizar la información de todos los usuarios que realizar las visitas al museo a grande escala a través de encuestas cargadas en el aplicativo móvil de modo que se puede determinar la eficiencia del sistema en el campo educativo y sobre los espacios del museo de manera que les permita al personal del museo tomar decisiones sobre qué aspectos deben mejorar para brindar un mejor servicio al visitante. Cabe recalcar que el desarrollo y estructuración de las funcionalidades del sistema junto con el planteamiento de las encuestas y el análisis estadístico se ha logrado gracias a la colaboración de expertos en el área museográfica, psicólogos, analistas, ingenieros en sistemas, diseñadores gráficos y colaboradores del museo Pumapungo.

## ABSTRACT

Currently, technology is present in a number of areas with different approaches due to the efficiency in the enhancement of educational processes and learning, museums are not left behind as they are institutions with the mission to make known to the general public cultural heritage being technology a support tool that allows them to have a greater reach through technological innovation making cultural learning an interactive experience.

Many of the museums in our country still maintain traditional methodologies limited in disseminating the educational content clearly in a physical space where the user must visit the museum to obtain information on a certain topic so that people who do not have the economic facilities to be able to Visiting the museum is excluded from cultural knowledge and the history of a country or society. That's why our project aims to have a wider reach to the general public, projecting us towards inclusive and interactive learning where technology is at the service of society.

The integral system developed is focused on providing detailed educational-cultural content about the museum's exhibitions through interactive multimedia such as images, videos, audios to users who can take the guided tour in the museum facilities and those who do not have the facilities. to do so, so they can use the mobile application from the comfort of their homes, in this way the user learns in a detailed and interactive way about our cultural heritage through the well-targeted use of technology. In addition to having a mobile application, a web administration console was developed where the museum administrator can manage the multimedia educational content that will be presented in the mobile application.

It is very important to mention that the system not only serves to provide educational content to the user, but also has worked on data mining to analyze the information of all users who make large-scale visits to the museum through loaded surveys in the mobile application so that the efficiency of the system can be determined in the educational field and on the spaces of the museum in a way that allows museum staff to make decisions about what aspects should improve to provide a better service to the visitor. It should be noted that the development and structuring of the functionalities of the system together with the approach of the surveys and statistical analysis has been achieved thanks to the collaboration of experts in the area of museography, psychologists, analysts, systems engineers, graphic designers and collaborators of the Pumapungo museum.

# INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de los museos es mostrar la transición de la sociedad en el lapso del tiempo, el Consejo Internacional de Museos UNESCO, define al museo como “una institución permanente, sin fines de lucro, al servicio de la sociedad, su desarrollo, que es accesible al público, acopia, conserva, investiga, difunde y expone el patrimonio material e inmaterial de los pueblos y su entorno para que sea estudiado, eduque y deleite al público”, es por esto que las funciones del museo son variadas pero entre las más importantes está el difundir el conocimiento adquirido a la sociedad [11].

Los museos están prestos a difundir la información que tienen, para esto existen muchas maneras, es por esto que realizaremos un extenso estudio para determinar la forma más adecuada de presentar esta información implementando las TIC's en el proceso.

“El uso de los ‘smartphones’ no detiene su crecimiento. En el 2015, 3 084 886 ecuatorianos declararon tener, al menos, un teléfono inteligente; esto es, 5.9 veces más que lo reportado en el 2011, cuando la cifra era de 522 640, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)” [20].

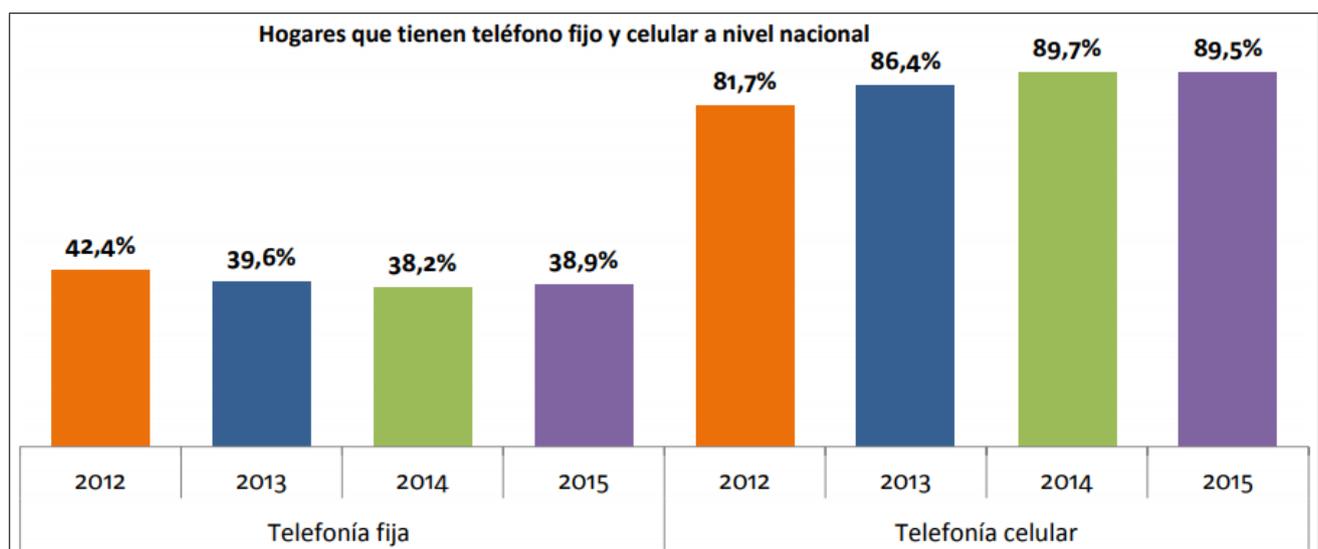


Figura 3.1: Hogares que tienen teléfono fijo y celular a nivel nacional [20].

“Con la información obtenida del INEC se puede deducir que el 89,5% de los hogares

posee al menos un teléfono celular, (7.8) puntos más que lo registrado en el 2012 con respecto al 2015” [20].

Sabiendo estos datos es conveniente presentar la solución al grupo de personas que posean un dispositivo móvil a su alcance, ahora, estos dispositivos móviles cuentan con varios sistemas operativos como: Android, IOS, Windows Phone, etc, es por esto que necesitamos datos estadísticos precisos acerca de cuál es el más comercializado y preferido por los usuarios.

Se realizó una consulta al sitio web “Google Trends” para tener una perspectiva con más precisión de lo que la gente está buscando en internet sobre los sistemas operativos en dispositivos móviles, la siguiente gráfica muestra el volumen global de búsquedas que se han realizado en Google dentro de la provincia del Azuay dentro del periodo de los 3 últimos años.

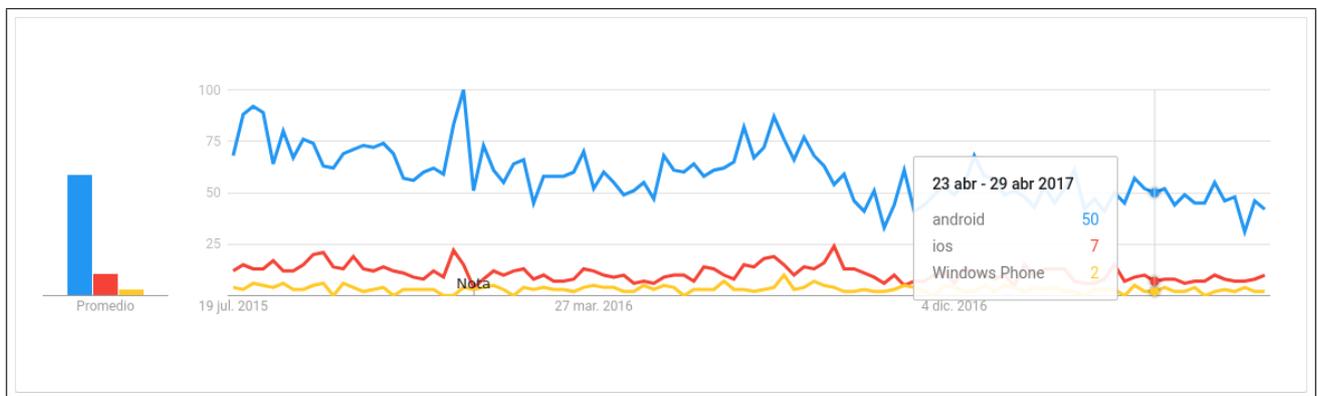


Figura 3.2: Tendencia del S.O operativo Android en la provincia del Azuay-Ecuador [39]

Finalmente, se muestra la gráfica de la tendencia a nivel mundial comparado con otros sistemas operativos de dispositivos móviles, siendo Android el más utilizado.

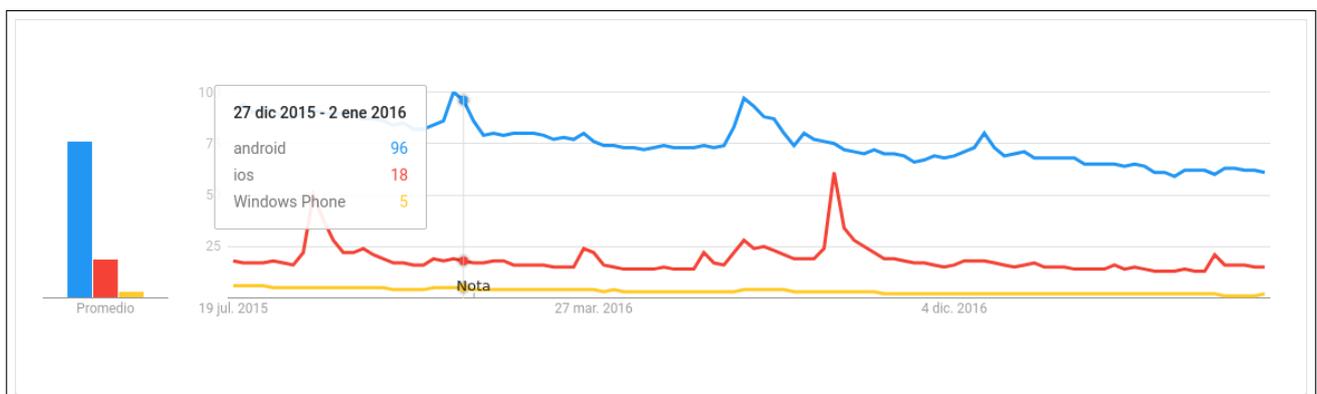


Figura 3.3: Tendencia total del sistema operativo Android en el mundo [39]

Gracias a los datos vistos con anterioridad podemos decir que el sistema operativo Android es el más comercializado a nivel mundial y a sí mismo es el más elegido por los usuarios de la

provincia del Azuay-Ecuador.

En la actualidad el internet es una parte vital de la comunicación entre la sociedad, el mismo que tiene varias maneras de comunicarse, una de ellas es la comunicación inalámbrica, la cual se lleva a cabo sin el uso de cables para la interconexión entre los dispositivos a asociarse.

La comunicación inalámbrica se divide en los siguientes grupos según su alcance:

- **WPAN** (Wireless Personal Area Network) o Redes inalámbricas de área personal.
- **WLAN** (Wireless Local Area Network) o Redes inalámbricas de área local.
- **WMAN** (Wireless Metropolitan Area Network) o Redes inalámbricas de área metropolitana.
- **WWAN** (Wireless Wide Area Network) o Redes inalámbricas de área extensa.

Para la realización del sistema lúdico interactivo se cubrirán las redes inalámbricas de área personal (WPAN) [26].

“WPAN comprende todas las redes cuya distancia de acción está restringida a unos pocos metros, por lo que son más comúnmente utilizados en espacios pequeños debido su manera de enviar recibir información a través de ondas de radio, este tipo de comunicación trae consigo un grupo de tecnologías que se pueden usar entre las cuales podemos destacar el estándar IEEE 802.15” [36].

El estándar IEEE 802.15 trae consigo varias tecnologías, de las cuales se verá la principal y la que se implementará en el proyecto que es el código QR [5].

El museo Pumapungo no cuenta con este tipo de tecnologías para poder exponer los contenidos de las salas a las personas que lo visitan, es por esta razón que se busca implementar el sistema propuesto dentro del mismo, para poder obtener resultados concretos acerca de los intereses del público y así poder mejorar las formas de aprendizaje dentro del museo.

# OBJETIVOS

## 4.1. General

Diseñar y desarrollar un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte en las visitas de niños al Museo Pumapungo.

## 4.2. Específicos

- Estudiar los principales tipos de aplicaciones para soporte de visitas guiadas en museos.
- Realizar el levantamiento de requerimientos de los dos sistemas.
- Diseñar y desarrollar una aplicación web para gestionar los datos de las visitas y usuarios del museo que implemente los siguientes servicios:
  - Gestión de visitantes y recorridos del museo.
  - Generación de reportes empleando técnicas de minería de datos.
  - Gestión de usuarios administradores que accederán a la plataforma.
  - Gestión de encuestas de satisfacción.
- Diseñar y desarrollar una aplicación móvil lúdica interactiva para el acompañamiento en las visitas del museo. Dicha aplicación implementará los siguientes servicios:
  - Registro de visitantes del museo.
  - Actividades lúdicas de evaluación dirigidas a niños.
  - Sincronización automática de datos con la aplicación web.
  - Reconocimiento de patrones visuales para realizar procesos de interacción con el ambiente.
  - Generación de mensajes y notificaciones que se enviarán a la aplicación móvil.
- Implementar la aplicación web desarrollada en un servidor.
- Diseñar y ejecutar un plan de experimentación que permita validar la propuesta desarrollada.
- Desarrollar manuales técnicos y de usuario del sistema.

## TRABAJOS RELACIONADOS

Al desarrollar un sistema con actividades lúdicas interactivas en visitas guiadas de niños al museo Pumapungo, se pretende dar soporte al guía del museo con el fin de garantizar que el conocimiento impartido en la visita sea fácilmente captado mediante el uso de TIC's. Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) . – Es el uso de herramientas tecnológicas en el proceso educativo de manera que los estudiantes aprendan de una forma dinámica y proactiva a la tradicional. Según la UNESCO “Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tienen un rol fundamental en el acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, la enseñanza y el aprendizaje de calidad, la formación de docentes, y la gestión, dirección y administración más eficientes del sistema educativo” [12] .

La implementación de servicios mediante TICs va tomando terreno en el ámbito educativo, en la publicación de Gómez, Hernández y Palacios en [28] implementan un sistema de multimedia cultural en un museo utilizando TICs, de manera que el usuario durante su recorrido interactúa con las distintas áreas del museo utilizando la tecnología NFC siendo una forma dinámica de utilizar la tecnología para fines educativos. El alcance de tecnologías de información y comunicación en nuestro medio ha cambiado esquemas tradicionales en aspectos de intercambio y transmisión de información, siendo hoy en día la tecnología que facilita el intercambio y desarrollo en distintos aspectos culturales, educativos, sociales, etc. En el ámbito educativo-rama de interés debido al enfoque del tema propuesto- existen un sinnúmero de trabajos relacionados con el uso de TICs las cuales implementadas en el ámbito educativo promueven la interacción y la enseñanza creando un ambiente de trabajo dinámico.

La interacción con el usuario en cualquier tipo de implementación permite crear mayor interés sobre el tema que se esté tratando creando de esta forma un ambiente de trabajo dinámico, en la publicación del trabajo mediante un aplicativo lúdico interactivo. El código QR (Quick Response Code) es el sucesor del código de barras, el mismo que se está quedando obsoleto en la actualidad por su limitado almacenamiento de dígitos y su restringido acceso a los datos guardados ya que se necesita un lector especial, mientras que el código QR puede almacenar varios de miles de dígitos y cualquiera puede acceder a sus datos utilizando la cámara del dispositivo móvil o una webcam, siempre y cuando se cuente con el software adecuado dentro del dispositivo [29]. “Se puede decir que un código QR es una matriz o conjunto de códigos en 2D con una elevada capacidad para almacenar información de diferente naturaleza, el mismo que tiene características importantes como :

- Mayor memoria y con más tipos de datos.
- Menor espacio de impresión.

- Es resistente a daños y manchas.
- Puede ser leído a alta velocidad desde todas las direcciones (en 360°) [27].

Existen varias aplicaciones para las cuales se pueden usar los códigos QR, entre ellas destacaremos las siguientes :

- “Acceder a una URL (página web)
- Obtener un contenido si se sabe la pregunta y respuesta cifrada.
- Enviar un SMS o registrarse en una web.
- Realizar una llamada.
- Enviar un E-mail.
- Acceder a un texto o documento.
- Acceder a un mapa o coordenadas.
- Conocer una promoción activa” [27] .

A continuación se presentan los sistemas operativos de dispositivos móviles y cómo se pueden leer los códigos QR en los mismos:

- **Android:** Se puede leer códigos QR utilizando otras aplicaciones desarrolladas por terceros.
- **Blackberry:** Esta marca de teléfonos cuenta con su propia aplicación para leer códigos QR.
- **IOS:** Apple no cuenta con su propia aplicación, pero existen otras posibilidades en aplicaciones de pago y gratuitas.
- **Windows phone:** Se puede realizar la acción mediante Bing.

El alcance de tecnologías de información y comunicación en nuestro medio ha cambiado esquemas tradicionales en aspectos de intercambio y transmisión de información, siendo hoy en día la tecnología que facilita el intercambio y desarrollo en distintos aspectos culturales, educativos, sociales, etc. En el ámbito educativo-rama de interés debido al enfoque del tema propuesto- existen un sinnúmero de trabajos relacionados con el uso de TICs las cuales implementadas en el ámbito educativo promueven la interacción y la enseñanza creando un ambiente de trabajo dinámico. La interacción con el usuario en cualquier tipo de implementación permite crear mayor interés sobre el tema que se esté tratando creando de esta forma un ambiente de trabajo dinámico, en la publicación del trabajo mediante un aplicativo lúdico interactivo.

En la actualidad el uso de tecnologías enfocadas en el aprendizaje ha incursionado en entornos como museos, bibliotecas, exposiciones botánicas, etc en donde buscan proporcionar

al visitante una experiencia más enriquecedora e interactiva. En la ciudad de Manila en Filipinas en el museo ng Katipunan han desarrollado un aplicativo móvil, el cual utiliza la tecnología de realidad aumentada (AR) y el escaneo de códigos QR proporcionándole al visitante contenido detallado de modelos de artefactos en 3D, pinturas y esculturas. Los investigadores han realizado un estudio para validar la factibilidad de utilizar un aplicativo móvil en el ámbito educativo-cultural en el museo por lo que utilizaron el método de muestreo Purposive debido a la eficiencia y precisión al recabar información, por lo que aplicaron una encuesta a 70 visitantes mediante la escala de Likert para determinar la satisfacción del usuario al utilizar el aplicativo en el proceso educativo teniendo como resultado la aceptación en la experiencia de aprendizaje [25].

Las tecnologías de información y comunicación van de la mano con los nuevos sistemas que se desarrollan día a día, es por esto que la aplicación llamada “MUZZEUM” la misma que utiliza códigos (ARQR) no es más que códigos QR y tarjetas para el funcionamiento de la realidad aumentada en un mismo código que se puede imprimir, este aplicativo está orientado al patrimonio cultural en términos de la museología, y lo presentaron un grupo de activistas en una exposición virtual en el exterior del museo nacional de Serbia como manera de buscar que el museo abra sus puertas después de 10 años de estar inhabilitado para el uso del público en general, sin embargo este proyecto no presento casos de análisis o validación de datos para el mejoramiento de la aplicación o de las salas del museo [30].

Las aplicaciones móviles hoy en día dominan el mercado tecnológico, es por que las empresas deben estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías que están en constante evolución es por esto que “Smart Museum Wolfsoniana” para los visitantes del museo italianano Wolfsoniana de Génova como una guía móvil multimedia con un enfoque turístico-cultural, utilizando la tecnología Near Field Communication (NFC), etiquetas RFID y códigos QR para realizar los recorridos dentro de las salas del museo, dando la posibilidad al usuario final de acceder a contenidos adicionales con su teléfono inteligente. Se realizaron análisis de datos a partir de cuestionarios textuales durante la ejecución de las tareas asignando grados de seriedad a cada problema para así minimizar los problemas de usabilidad en la interfaz de usuario de la aplicación móvil [22].

Gracias al gran avance de los smartphones y las tecnologías que usan existe a oportunidad de una mayor sofisticación en términos de interactividad en la percepción de lo cultural al implementar un aplicación móvil usando la tecnología de códigos QR la misma que decodifica información en un tiempo muy corto, ya que con los avances tecnológico en los teléfonos inteligentes se puede presentar un gran cantidad de información en espacios pequeños, expandiendo la oportunidad de mejorar la experiencia de los usuarios de museos y galerías de arte al traer más vida a sus exposiciones. Asimismo, demuestran que el uso de teléfonos inteligentes y tablets aumentan la duración de la estancia de niños en una media de 4 a 5 veces más en los museos, señalando así la necesidad de incluir la tecnología dentro de museos y galerías [24].

La tecnología de etiquetado como QR (Quick Response) ha sido implementada en distintos campos educativos debido a su facilidad de uso y el bajo costo de producción. Investigadores han realizado un estudio sobre la factibilidad de utilizar los códigos QR como alternativa para proporcionar contenido digital en museos en comparación de otras tecnologías tales

como RFID (Radio Frequency Identification), iBeacons o GPS. La investigación fue realizada con la metodología basada en el diseño, ya que permite analizar la injerencia tecnológica en entornos de la vida real mediante el uso de un framework llamado IDL el cual es usado en el campo mejorado de aprendizaje teniendo como objetivo principal mejorar las prácticas efectivas de aprendizaje en diferentes campos de aplicación. El análisis lo realizaron con un grupo de 200 personas en donde 100 interactuaron con un panel táctil y la otras 100 utilizaron los códigos QR presentándoles los mismos contenidos multimedia en ambos casos.

Los resultados del estudio establecieron que el uso de códigos QR no interfiere en la experiencia del usuario con las exhibiciones del museo, debido a que la calidad de la experiencia no está influenciada por la forma en la que la información es impartida. Las calificaciones dadas por los usuarios sobre los contenidos en ambos casos son similares independientemente de la metodología utilizada para impartirla, no obstante determinaron un déficit de atención sobre el contenido audiovisual y mayor atención en el contenido textual mediante el uso de códigos QR por lo tanto el uso de ésta tecnología es factible teniendo en cuenta los pro y contras ya que facilita el consumo de multimedia siendo el aprendizaje interactivo y lúdico [34].

El uso de tecnologías móviles ha generado un sinnúmero de estudios sobre la injerencia tecnológica en la sociedad en el ámbito educativo como lo han realizado investigadores en un estudio realizado en dos instituciones las cuales tienen implementado el uso de códigos QR con dos enfoques distintos, la primera es una biblioteca en la Universidad Ryerson y el otro en el Museo de Arte Inuit en donde realizaron 56 entrevistas a visitantes, además complementaron el estudio con un análisis basado en la observación para recabar información etnográfica y conductual del usuario con la tecnología, contando con antecedentes valiosos del grupo de personas a analizar para obtener datos sobre el uso, conocimiento de la tecnología, percepción y expectativas.

Los resultados del estudio detallan que el uso de los códigos QR es bajo pero cuenta con un alto potencial de uso y tiene alrededor del 50% de aceptación, además determinaron que los jóvenes y las personas que poseen teléfonos inteligentes se acoplan mucho mejor al uso de esta tecnología teniendo un 81% de aceptación sobre la incursión tecnológica en el área de aprendizaje, siendo una herramienta rentable y poderosa la cual antes de ser aplicada debe adaptarse a las necesidades de los usuarios mediante encuestas para una mejor aceptación [38].

El uso de tecnologías en pro de la sociedad ha incrementado considerablemente debido a la necesidad de potenciar el aprendizaje en distintas áreas de modo que las metodologías utilizadas se actualizan enriqueciendo la experiencia del usuario. Un grupo de investigadores [33] desarrollaron una ontología basada en un sistema experto en una exhibición de arte llamada *Aestheticism Awakens* en el Museo de Arte Moderno de la Universidad de Asia organizando el conocimiento de más de 100 obras de arte de 7 artistas de diferentes épocas y estilos en una ontología para dividir en tres principales grupos a través de reglas empleando CLIPS de manera que relacionan datos como artista, obra y conceptos (inspiración, trabajo, premios, estilos) para proporcionarle al usuario un concepto detallado de la historia del arte trascendiendo el hecho de que sean solo un par de cuadros expuestos en una exhibición haciendo que las visitas al museo sean significativas y educativas. La investigación no presenta un estudio sobre la percepción del usuario con este tipo de tecnología.

La implementación de sistemas expertos en el aprendizaje ha tomado fuerza en donde el usuario pueda interactuar con el contenido y aprender de acuerdo a sus intereses, como lo han realizado en el museo moderno de la Universidad de Asia a través de un aplicativo móvil utilizando la tecnología iBeacon para determinar la ubicación del usuario y presentar contenido multimedia personalizado de acuerdo al área que se encuentre en el museo. No obstante, recopilaron la información relevante de cada sitio del museo y a través de un sistema llamado CLIPS crearon una ontología basada en reglas teniendo en cuenta conceptos tales como( período, tipo de arte, datos de artistas) relacionando la información de las obras de arte de cada sitio permitiéndole al usuario consultar información sobre el vínculo entre las diferentes obras de arte proporcionándole al usuario una guía personalizada. El proyecto mencionado no cuenta con un estudio que determine la eficacia de la implementación de un sistema experto en el ámbito cultural [23].

A medida que la tecnología avanza ha surgido la necesidad de mejorar la eficiencia al proporcionar información al usuario por lo que han innovado las metodologías utilizadas haciendo del aprendizaje un proceso íntegro, lúdico e interactivo. En el Museo Nacional de Bargello investigadores [31] desarrollaron un sistema experto llamado MNEMOSYNE el cual es un proyecto de tres años de investigación que mediante la observación de los visitantes han creado perfiles de interés para recomendar contenido multimedia personalizado al usuario según sus preferencias, dejando atrás la tradicional metodología del “the museum monologue” en un “a user-centred information dialog” entre el museo y los visitantes de modo que cambia el formato de proporcionar información estandarizada para usuarios promedio por una personalizada. Para validar la aceptación sobre la percepción del usuario hacia el sistema realizaron una encuesta dirigida a 24 personas entre 20 y 55 años los cuales debían puntuar cada pregunta de 0 a 100 siendo el promedio general de 73.5 teniendo como resultado la apreciación satisfactoria de los visitantes hacia un sistema enfocado en el aprendizaje cultural en una visita dentro de un museo.

La incursión de la tecnología en el ámbito educativo en los últimos tiempos ha tomado impulso en un sinnúmero de entornos de manera que ha alentado a investigadores a realizar estudios sobre el impacto en la educación. Investigadores de la Universidad de Pennsylvania realizaron un estudio en el The Franklin institute science Museum en donde aplicaron a 374 estudiantes jóvenes quienes interactuaron con dos dispositivos que a través de realidad aumentada (AR) les proporcionaban al usuario contenido informativo de las exposiciones. Los investigadores recabaron los datos necesarios para su estudio a través de encuestas, entrevistas y videos observativos concluyendo que la implementación de este tipo de tecnología ayudaba a los estudiantes a comprender de mejor manera lúdica e interactiva el contenido que se les presentaba en las exposiciones [40].

Los museos en los últimos tiempos han extendido su alcance al público a través de la tecnología haciendo del aprendizaje un entorno versátil e interactivo; como lo realizaron en el Museo Sangiran en Indonesia en donde implementaron un innovador sistema de realidad aumentada utilizando Vuforia, en el cual el marcador de reconocimiento es el mismo objeto arqueológico a diferencia de los patrones visuales comúnmente utilizados proporcionando al visitante contenido multimedia como texto informativo, audio e imágenes en 3D. Cabe recalcar que es de suma importancia el ángulo y la iluminación para facilitar el reconocimiento de

los objetos. Para validar los resultados del estudio realizaron una encuesta a los visitantes para determinar la aceptación de la aplicación como herramienta de soporte en el aprendizaje cultural teniendo un coeficiente de 0.97 del alfa de Cronbach en el desarrollo de las preguntas en la encuesta en donde analizaron cinco criterios como: interés en el uso del aplicativo con un 93 %, facilidad de obtener información con 97 %, facilidad de navegación con 100 %, interactividad con 94 % e innovación con 97 % determinando así la aceptación del aplicativo como herramienta de utilidad en el aprendizaje de cultura dentro del museo [35].

El avance de las tecnologías aplicadas al campo cultural han obtenido gran acogida por sus excelentes resultados didácticos en lo que se refiere al conocimiento y difusión de sus contenidos, es por esto que la realidad aumentada a dado un gran paso en esta área, logrando con su tecnología combinar el mundo virtual con el mundo físico para crear ambientes de gran realismo para sus usuarios, además de ser una herramienta con grandes posibilidades para su interpretación. El proyecto ARCHEOGUIDE, una abreviación de Augmented Reality-Based Cultural Heritage On-Site Guide, es uno de los pioneros en poner en marcha esta tecnología en el campo del Patrimonio Cultural aplicándola sobre yacimientos arqueológicos de Olimpia en Grecia, permitiendo a sus usuarios el utilizar un sistema para realizar visitas guiadas mediante el uso de dispositivos móviles, y así poder observar la reconstrucción virtual en 3D de los yacimientos junto con información adicional como audios y textos [37].

# ARQUITECTURA GENERAL DE LA PROPUESTA

## 6.1. Diseño y Desarrollo de la aplicación móvil y web.

### 6.1.1. Requerimientos para el desarrollo del sistema.

Teniendo en cuenta que el aplicativo móvil va a ser utilizado por niños de 8 a 10 años ha sido pertinente el apoyo de profesionales de áreas como Ingeniería en Sistemas, Psicología Educativa, Diseño Gráfico y Museología; de este modo, gracias al aporte de varias disciplinas se tomaron en cuenta aspectos como diseño, usabilidad y contenido educativo. El trabajo en conjunto fue de suma importancia para poder estructurar un sistema sólido teniendo en cuenta el propósito del museo de dar a conocer al visitante el legado patrimonial tanto local como nacional, de forma que el usuario aprenda de manera lúdica e interactiva mediante el aplicativo móvil; y, por otro lado, que el sistema sea escalable y de fácil administración para el personal del museo.

### 6.1.2. Diseño y construcción de la arquitectura tecnológica del sistema.

El sistema está formado por dos plataformas (móvil y web), puesto que se cuenta con dos tipos de usuarios, los administrativos quienes utilizarán el aplicativo web para cargar el contenido educativo y los usuarios visitantes quienes realizarán la visita guiada en el museo a través del aplicativo móvil el cual mediante el servicio web REST consume la multimedia cargada en el servidor principal de esta manera se cumple el requerimiento de un sistema escalable y administrable.

En la parte del servidor para el back-end se utilizó Wildfly 10.1.0 en donde se utilizó Java EE ya que es una potente plataforma para el desarrollo de software de aplicaciones, para el front-end se optó por utilizar el framework JSF debido a su simplicidad para desarrollar interfaces de usuario para aplicaciones Java, además se complementó utilizando Javascript, JQuery, XHTML y Bootstrap.

En el servidor para la parte de minería de datos se utilizó Python ya que es un lenguaje de programación versátil multiplataforma de código abierto con funcionalidades como orientación a objetos y tipado dinámico de manera que facilita la implementación de un potente sistema gracias a plugins como K-means el cual es un método de agrupamiento que permite simplificar procesos mejorando la eficiencia del mismo.

“La base de datos utilizada en el sistema es PostgreSQL dado que cumple las características principales de la triada de seguridad informática como son la confidencialidad, integridad y disponibilidad, siendo el fuerte del sistema la gestión de bases de datos relacional orientado a objetos” [15].

### 6.1.3. Especificaciones técnicas del Sistema

#### 6.1.3.1. Especificaciones de hardware

El servidor ha sido implementado en un ordenador personal que cuenta con:

- **Procesador:** Intel Core I7
- **Memoria RAM:** 16GB
- **Disco Duro:** 1TB

El aplicativo móvil se implementó en un teléfono inteligente android con:

- **Procesador:** Qualcomm Snapdragon 410
- **Memoria RAM:** 1.5 GB
- **Espacio disponible almacenamiento:** 1 GB

#### 6.1.3.2. Especificaciones de software

El software que se ha utilizado para el servidor es el siguiente:

- **Sistema Operativo:** Ubuntu 16.04  
Se ha elegido esta distribución de Linux debido a su eficiencia en la utilización de los recursos de hardware además por su gestión de paquetes y licencia GPL.

Además el software en el que va a correr el aplicativo móvil es el siguiente:

- **Sistema Operativo:** Android Marshmallow  
Versión del sistema operativo Android.

### 6.1.4. Herramientas de software elegidas para el desarrollo web y móvil

El desarrollo del software ha sido complementado por varias herramientas las cuales de detallarán a continuación:

Herramienta	Versión	Link de Descarga
Ubuntu	16.04	<a href="https://www.ubuntu.com/download/desktop">https://www.ubuntu.com/download/desktop</a>
Java	8.181	<a href="https://www.java.com/es/download/">https://www.java.com/es/download/</a>
Python	3.7.0	<a href="https://www.python.org/downloads/">https://www.python.org/downloads/</a>
Numpy	1.14.3	<a href="http://www.numpy.org/">http://www.numpy.org/</a>

Pandas	0.23.0	<a href="https://pandas.pydata.org/">https://pandas.pydata.org/</a>
Scikit-learn	0.19.2	<a href="http://scikit-learn.org/stable/">http://scikit-learn.org/stable/</a>
Matplotlib	2.2.2	<a href="https://matplotlib.org/">https://matplotlib.org/</a>
PostgreSQL	9.5	<a href="https://www.postgresql.org/download/">https://www.postgresql.org/download/</a>
Eclipse	4.7.3	<a href="https://www.eclipse.org/downloads/packages/release-photon/r/eclipse-java-photon-r">https://www.eclipse.org/downloads/packages/release-photon/r/eclipse-java-photon-r</a>
Wildfly	10.1.0.Final	<a href="http://wildfly.org/downloads/">http://wildfly.org/downloads/</a>
JBoss Tools	4.5.3.Final	<a href="http://marketplace.eclipse.org/content/jboss-tools?mpc=true&amp;mpc_state=">http://marketplace.eclipse.org/content/jboss-tools?mpc=true&amp;mpc_state=</a>
Bootstrap	4.0.0	<a href="https://getbootstrap.com/docs/4.0/getting-started/download/">https://getbootstrap.com/docs/4.0/getting-started/download/</a>
servlet-api	4.0.0	<a href="https://mvnrepository.com/artifact/javax.servlet/javax.servlet-api">https://mvnrepository.com/artifact/javax.servlet/javax.servlet-api</a>
mail-api	1.5.6	<a href="https://mvnrepository.com/artifact/javax.mail/javax.mail-api">https://mvnrepository.com/artifact/javax.mail/javax.mail-api</a>
primefaces	6.0	<a href="https://mvnrepository.com/artifact/org.primefaces/primefaces">https://mvnrepository.com/artifact/org.primefaces/primefaces</a>
jasperreports	5.5.0	<a href="https://mvnrepository.com/artifact/net.sf.jasperreports/jasperreports">https://mvnrepository.com/artifact/net.sf.jasperreports/jasperreports</a>
itext	2.1.7	<a href="https://mvnrepository.com/artifact/com.lowagie/itext">https://mvnrepository.com/artifact/com.lowagie/itext</a>
Android Studio	3.1	<a href="https://developer.android.com/studio/">https://developer.android.com/studio/</a>
ZXing	3.3.3	<a href="https://github.com/zxing/zxing">https://github.com/zxing/zxing</a>

Cuadro 6.1: Herramientas utilizadas, con su respectiva versión

#### 6.1.4.1. Java

“Java es un lenguaje de programación con el que podemos realizar cualquier tipo de programa. En la actualidad es un lenguaje muy extendido y cada vez cobra más importancia tanto en el ámbito de Internet como en la informática en general. Está desarrollado por la compañía Sun Microsystems con gran dedicación y siempre enfocado a cubrir las necesidades tecnológicas más punteras” [18].

Todo el proyecto fue realizado en este lenguaje de programación gracias a su robustez, flexibilidad y convergencia con otras plataformas, es por esto que se lo eligió como el ideal para realizar la aplicación y la consola web.

#### 6.1.4.2. Python

Este lenguaje fue crucial en la implementación de la minería de datos ya que se utilizó funcionalidades como la programación orientada a objetos y sobre todo la facilidad de acoplar librerías que facilitaron el análisis de datos.

### 6.1.4.3. Numpy

“NumPy es el paquete fundamental para la informática científica con Python. Contiene, entre otras cosas:

- Un poderoso objeto de matriz N-dimensional.
- Funciones sofisticadas (difusión).
- Herramientas para integrar el código C / C ++ y Fortran.
- Álgebra lineal útil, transformada de Fourier y capacidades de números aleatorios” [14].

En este proyecto, numpy fue una de las librerías más utilizadas gracias a sus arreglos y funciones matemáticas que se utilizaron para realizar todos los cálculos necesarios.

### 6.1.4.4. Pandas

“Es una biblioteca de código abierto con licencia de BSD que proporciona estructuras de datos y herramientas de análisis de datos de alto rendimiento y fácil de usar para el lenguaje de programación Python” [17].

Esta librería de python nos facilitó la importación de la base de datos, con poco esfuerzo nos permite traer todos los datos de las encuestas realizadas hacia el sistema para poder analizarlos y tener resultados más óptimos.

### 6.1.4.5. Scikit-learn

“Herramientas simples y eficientes para la minería de datos y el análisis de datos” [19].

Gracias a que esta librería es de código abierto podemos utilizar uno de sus apartados como la clusterización para formar grupos de usuarios según sus preferencias dentro de las salas analizadas.

### 6.1.4.6. Matplotlib

“Es una biblioteca de trazado 2D de Python que produce figuras de calidad de publicación en una variedad de formatos impresos y entornos interactivos en todas las plataformas” [13].

Se usó esta librería para realizar todas las gráficas necesarias y poderlas mostrar en la consola web administrativa, como un apartado que realza el beneficio de estas tecnologías.

### 6.1.4.7. PostgreSQL

“PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos y libre, publicado bajo la licencia PostgreSQL,1 similar a la BSD o la MIT” [15].

Se ha utilizado en el sistema para almacenar la multimedia (vídeos, imágenes, audios) junto con la información del contenido educativo y los datos de los usuarios cargados por el personal administrativo del museo.

#### 6.1.4.8. Eclipse

“Eclipse es una plataforma de software compuesto por un conjunto de herramientas de programación de código abierto multiplataforma para desarrollar lo que el proyecto llama Aplicaciones de Cliente Enriquecido, opuesto a las aplicaciones Cliente-liviano basadas en navegadores” [3].

Este software se utilizó como plataforma de desarrollo tanto para el back-end y el front-end, además se incorporaron plugins y frameworks que facilitaron el desarrollo del sistema sirviendo de complementos para estructurar un producto final sólido y eficiente.

#### 6.1.4.9. Wildfly

“Es un servidor de aplicaciones Java EE de código abierto implementado en Java puro, más concretamente la especificación Java EE. Al estar basado en Java, JBoss puede ser utilizado en cualquier sistema operativo para el que esté disponible la máquina virtual de Java” [21].

El back-end del sistema es ejecutado en este servidor debido a su versatilidad y disponibilidad, dado que al contar con varios usuarios concurrentes haciendo uso eficiente al momento de utilizar los recursos de hardware sobre el dispositivo que está funcionando.

#### 6.1.4.10. JBoss Tools

“JBoss Tools es un proyecto paraguas para un conjunto de complementos de Eclipse que incluye soporte para JBoss y tecnologías relacionadas, como Hibernate, JBoss AS / WildFly, CDI, OpenShift, Apache Camel, Red Hat JBoss Fuse, Docker, JSF, (X) HTML , Maven, y más” [10].

Las funcionalidades de este complemento nos sirvieron para integrar las funcionalidades desarrolladas en Java EE para utilizar con la base de datos y poder almacenar y obtener la información, además que facilita el uso mediante JSF para trabajar sobre el sistema de datos.

#### 6.1.4.11. Bootstrap

“Bootstrap es un framework web o conjunto de herramientas de código abierto para diseño de sitios y aplicaciones web. Contiene plantillas de diseño con tipografía, formularios, botones, cuadros, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como extensiones de JavaScript adicionales. A diferencia de muchos frameworks web, solo se ocupa del desarrollo front-end” [2].

El uso de este framework está implementado en todo en front-end ya que facilitó en desarrollo de la consola web para el usuario administrador del sistema de gestión de contenido, además de hacer que la página web sea accesible y responsivo.

#### 6.1.4.12. servlet-api

“El servlet es una clase en el lenguaje de programación Java, utilizada para ampliar las capacidades de un servidor. Aunque los servlets pueden responder a cualquier tipo de solicitudes, estos son utilizados comúnmente para extender las aplicaciones alojadas por

servidores web, de tal manera que pueden ser vistos como applets de Java que se ejecutan en servidores en vez de navegadores web” [8].

A través de este lenguaje de programación se ha implementado en funcionalidades del sistema como en lo es la generación de reportes en donde fue de utilidad para exportar a PDF, además sirvió de complemento para trabajar en funciones de almacenamiento de imágenes y visualizar en JSF.

#### **6.1.4.13. mail-api**

“Es una API Java que facilita el envío y recepción de e-mail desde código java a través de protocolos SMTP, POP3 y IMAP. JavaMail está integrado en la plataforma Java EE, pero también proporciona un paquete opcional para su uso en Java SE” [9].

<https://es.wikipedia.org/wiki/JavaMail>

Mediante esta librería se ha implementado la recuperación de la contraseña del usuario administrador quien está encargado de la gestión del contenido educativo del sistema a quien se le envía un mail en donde se incluye una contraseña temporal para que el usuario pueda ingresar al sistema y cambiar la contraseña por una nueva.

#### **6.1.4.14. primefaces**

“PrimeFaces es una biblioteca de componentes para JavaServer Faces (JSF) de código abierto que cuenta con un conjunto de componentes enriquecidos que facilitan la creación de las aplicaciones web. Primefaces está bajo la licencia de Apache License V2. Una de las ventajas de utilizar Primefaces, es que permite la integración con otros componentes como por ejemplo RichFaces” [16].

Mediante Primefaces se ha ampliado las funcionalidades de la consola web de manera que le facilite al usuario administrador realizar las tareas de gestión de contenido de manera intuitiva.

#### **6.1.4.15. jasperreports**

“JasperReports es una biblioteca de creación de informes que tiene la habilidad de entregar contenido enriquecido al monitor, a la impresora o a ficheros PDF, HTML, XLS, CSV y XML” [7].

Esta biblioteca de Java ha sido de suma importancia para la generación de los reportes en donde el usuario administrador dispone de un resumen mensual de las visitas que los usuarios realizan en el museo mediante el aplicativo móvil.

#### **6.1.4.16. Itext**

“IText es una biblioteca Open Source para crear y manipular archivos PDF, RTF, y HTML en Java. Fue escrita por Bruno Lowagie, Paulo Soares, y otros; está distribuida bajo la Affero General Public License” [6].

Esta librería se utilizó en el sistema en complemento con jasperReports para la generación de PDFs en los reportes presentados al usuario administrador del sistema de gestión.

#### 6.1.4.17. Android Studio

“Android Studio es el IDE oficial para el desarrollo de Android e incluye todo lo que necesita para crear aplicaciones de Android” [1].

Android studio fue la herramienta en la que se programó el aplicativo móvil, ya que permite la compilación de archivos mediante el SDK que se lo puede descargar fácilmente desde esta herramienta, y así poder probarla hasta que finalice el proyecto.

#### 6.1.4.18. ZXing

“ZXing (paso de cebras) es una biblioteca de procesamiento de imágenes de código de barras 1D / 2D de código abierto y multiformato” [4].

Dentro del desarrollo Android se utilizó esta librería, la cual permite realizar el procesamiento de códigos QR y transformarlos a su forma base para poder trabajar con los mismos.

### 6.1.5. Diagrama de Casos de Uso

Para el desarrollo de los casos de uso se tuvo presente que se cuenta con dos tipos de usuarios, los primeros son quienes harán uso del aplicativo móvil para realizar la visita guiada en el museo proporcionándoles contenido educativo y multimedia; el otro tipo de usuarios son los administradores quienes forman parte del personal del museo cargando a través de la web contenido educativo que va a ser visualizado a través del aplicativo móvil.

**Personal Administrativo:** es quien se encarga de gestionar el contenido educativo al sistema y controlar los perfiles de administración. Sus funciones principales se enfocan en el mantenimiento de las tablas de datos como leer, agregar, eliminar, y modificar; además, la generación de los reportes y estadísticas de uso sobre las visitas realizadas por los usuarios en el museo.

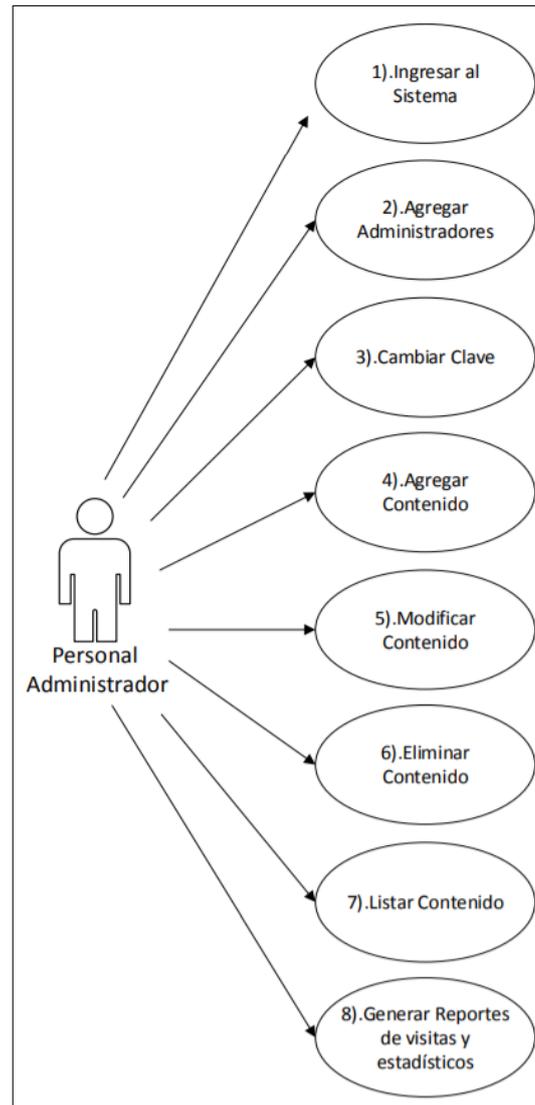


Figura 6.1: Casos de Uso del personal administrador

**Usuarios:** son quienes hacen uso de la plataforma móvil para el consumo de contenido educativo y multimedia. Las funciones que puede realizar es el de registrarse en el sistema con sus datos personales los cuales también va a poder modificarlos, además puede resolver una encuesta enfocada en la percepción del sistema.

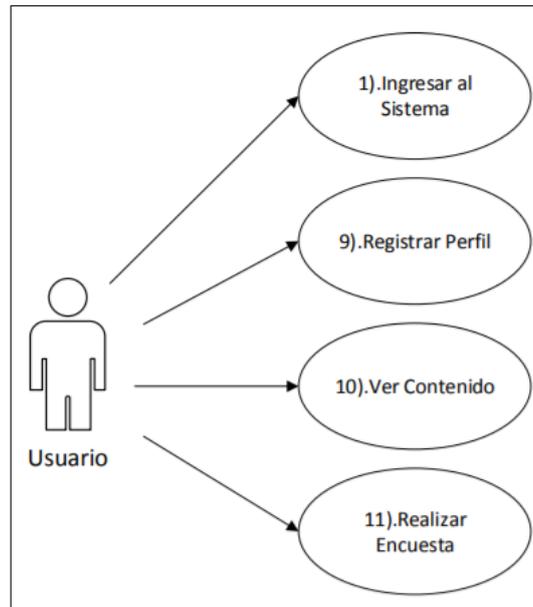


Figura 6.2: Casos de Uso del usuario

<b>Nombre</b>	1.Ingresar al Sistema
<b>Actor</b>	Personal Administrador o Usuarios
<b>Descripción</b>	A través de esta opción el usuario puede acceder a las funcionalidades del sistema.
<b>Precondiciones</b>	El actor debe loguearse con su cuenta de usuario.
<b>Flujo Normal</b>	1) Actor no ha ingresado al sistema 2) Se ubica en la interface de logueo o registro 3) Ingresa los datos solicitados. 4) Guarda y le debe aparecer un mensaje de confirmación.
<b>Flujo Alternativo</b>	1) El actor ya se encuentra dentro del sistema.
<b>Post condición</b>	Acceso exitoso

Cuadro 6.2: Casos de Uso-Ingresa al Sistema

<b>Nombre</b>	2. Agregar Administradores
<b>Actor</b>	Personal Administrador
<b>Descripción</b>	A través de esta opción el usuario administrador puede agregar más usuarios administradores
<b>Precondiciones</b>	El actor debe ser administrador.
<b>Flujo Normal</b>	1) Actor accede a la página principal 2) Ingresa sus credenciales de logueo 3) Si las credenciales son válidas, el usuario ingresa al sistema de acuerdo con el rol especificado para su perfil
<b>Flujo Alternativo</b>	
<b>Post condición</b>	Registro exitoso

Cuadro 6.3: Casos de Uso-Agregar Administradores

<b>Nombre</b>	3. Cambiar Clave
<b>Actor</b>	Personal Administrador
<b>Descripción</b>	A través de esta opción el usuario administrador puede cambiar la clave de acceso de dicho perfil de administración.
<b>Precondiciones</b>	El actor debe ser administrador.
<b>Flujo Normal</b>	1) Actor accede a la página principal 2) Ingresa sus credenciales de logueo 3) Si las credenciales son válidas, el usuario ingresa al sistema de acuerdo con el rol especificado para su perfil 4) Accede al perfil de usuario
<b>Flujo Alternativo</b>	
<b>Post condición</b>	Cambio de clave exitoso

Cuadro 6.4: Casos de Uso-Cambio de clave

<b>Nombre</b>	4. Agregar Contenido
<b>Actor</b>	Personal Administrador
<b>Descripción</b>	A través de esta opción el usuario administrador puede agregar contenido educativo y multimedia.
<b>Precondiciones</b>	El actor debe ser administrador.
<b>Flujo Normal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Actor accede a la página principal</li> <li>2) Ingresa sus credenciales de logueo</li> <li>3) Si las credenciales son válidas, el usuario ingresa al sistema de acuerdo con el rol especificado para su perfil</li> <li>4) Se dirige a la opción de agregar contenido dependiendo si es sala, mesa o maqueta.</li> <li>5) Ingresa los datos solicitados por el formulario de registro.</li> <li>6) Guarda la información ingresada.</li> </ol>
<b>Flujo Alternativo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Actor ya se encuentra dentro del sistema</li> <li>2) Se dirige a la opción de agregar contenido dependiendo si es sala, mesa o maqueta.</li> <li>3) Ingresa los datos solicitados por el formulario de registro.</li> <li>4) Guarda la información ingresada.</li> </ol>
<b>Post condición</b>	Se ha agregado contenido con éxito.

Cuadro 6.5: Casos de Uso-Agregar Contenido

<b>Nombre</b>	5.Modificar Contenido
<b>Actor</b>	Personal Administrador
<b>Descripción</b>	A través de esta opción el usuario administrador puede modificar contenido educativo y multimedia.
<b>Precondiciones</b>	El actor debe ser administrador.
<b>Flujo Normal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Actor accede a la página principal</li> <li>2) Ingresa sus credenciales de logueo</li> <li>3) Si las credenciales son válidas, el usuario ingresa al sistema de acuerdo con el rol especificado para su perfil</li> <li>4) Se dirige a la opción de modificar contenido dependiendo si es sala, mesa o maqueta.</li> <li>5) Modifica los datos solicitados por el formulario de registro.</li> <li>6) Guarda la información modificada.</li> </ol>
<b>Flujo Alternativo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Actor ya se encuentra dentro del sistema</li> <li>2) Se dirige a la opción de modificar contenido dependiendo si es sala, mesa o maqueta.</li> <li>3) Modifica los datos solicitados por el formulario de registro.</li> <li>4) Guarda la información modificada.</li> </ol>
<b>Post condición</b>	Se ha modificado contenido con éxito.

Cuadro 6.6: Casos de Uso-Modificar Contenido

<b>Nombre</b>	6.Eliminar Contenido
<b>Actor</b>	Personal Administrador
<b>Descripción</b>	A través de esta opción el usuario administrador puede eliminar contenido educativo y multimedia.
<b>Precondiciones</b>	El actor debe ser administrador.
<b>Flujo Normal</b>	1)Actor accede a la página principal 2)Ingresa sus credenciales de logueo 3)Si las credenciales son válidas, el usuario ingresa al sistema de acuerdo con el rol especificado para su perfil 4)Se dirige a la opción de listar contenido dependiendo si es sala, mesa o maqueta . 5) Elimina la fila del contenido listado.
<b>Flujo Alternativo</b>	1)Actor ya se encuentra dentro del sistema 2)Se dirige a la opción de listar contenido dependiendo si es sala, mesa o maqueta . 3) Elimina la fila del contenido listado.
<b>Post condición</b>	Se ha eliminado registro con éxito.

Cuadro 6.7: Casos de Uso-Eliminar Contenido

<b>Nombre</b>	7.Listar Contenido
<b>Actor</b>	Personal Administrador
<b>Descripción</b>	A través de esta opción el usuario administrador puede listar contenido educativo y multimedia.
<b>Precondiciones</b>	El actor debe ser administrador.
<b>Flujo Normal</b>	1)Actor accede a la página principal 2)Ingresa sus credenciales de logueo 3)Si las credenciales son válidas, el usuario ingresa al sistema de acuerdo con el rol especificado para su perfil 4)Se dirige a la opción de listar contenido dependiendo si es sala, mesa o maqueta .
<b>Flujo Alternativo</b>	1)Actor ya se encuentra dentro del sistema 2)Se dirige a la opción de listar contenido dependiendo si es sala, mesa o maqueta .
<b>Post condición</b>	Listado de contenido educativo y multimedia.

Cuadro 6.8: Casos de Uso-Listar Contenido

<b>Nombre</b>	8.Generar Reportes de visitas y estadísticos.
<b>Actor</b>	Personal Administrador
<b>Descripción</b>	A través de esta opción el usuario administrador puede generar reportes de visitas y estadísticas de minería de datos.
<b>Precondiciones</b>	El actor debe ser administrador.
<b>Flujo Normal</b>	1)Actor accede a la página principal 2)Ingresa sus credenciales de logueo 3)Si las credenciales son válidas, el usuario ingresa al sistema de acuerdo con el rol especificado para su perfil 4)Se dirige a la opción de generar reporte de visitas o generar reporte de estadísticas
<b>Flujo Alternativo</b>	1)Actor ya se encuentra dentro del sistema 2)Se dirige a la opción de generar reporte de visitas o generar reporte de estadísticas
<b>Post condición</b>	Se descarga un archivo en PDF con el reporte.

Cuadro 6.9: Casos de Uso-Generar Reportes de visitas y estadísticos

<b>Nombre</b>	9.Registrar perfil
<b>Actor</b>	Usuarios
<b>Descripción</b>	A través de esta opción el usuario puede registrarse en el sistema.
<b>Precondiciones</b>	Entrar en la aplicación
<b>Flujo Normal</b>	1) Actor no ha ingresado al sistema 2) Se ubica en la interface de logueo o registro 3)Ingresa los datos solicitados. 4) Guarda y le debe aparecer un mensaje de confirmación.
<b>Flujo Alternativo</b>	1) El actor ya se encuentra dentro del sistema.
<b>Post condición</b>	Registro del perfil exitoso

Cuadro 6.10: Casos de Uso-Registrar perfil

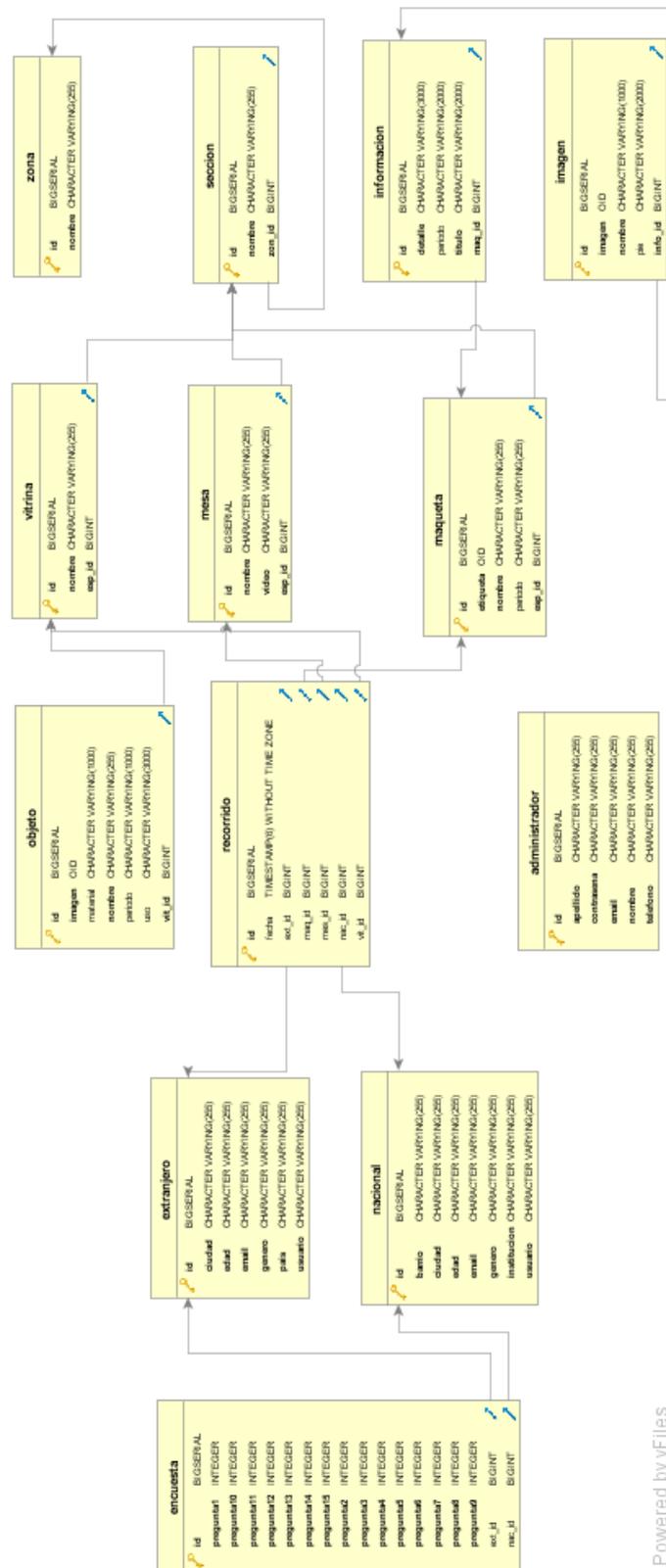
<b>Nombre</b>	10.Ver contenido
<b>Actor</b>	Usuarios
<b>Descripción</b>	A través de esta opción el usuario puede acceder al contenido multimedia.
<b>Precondiciones</b>	El actor debe loguearse con su cuenta de usuario.
<b>Flujo Normal</b>	1) Actor no ha ingresado al sistema 2) Se ubica en la interface de logueo o registro 3) Ingresa los datos solicitados. 4) Accede a la aplicación. 5) Interactúa con la aplicación y los códigos QR 6) Visualiza el contenido multimedia
<b>Flujo Alternativo</b>	1) El actor ya se encuentra dentro del sistema.
<b>Post condición</b>	Acceso al contenido multimedia del sistema.

Cuadro 6.11: Casos de Uso-Ver Contenido

<b>Nombre</b>	11.Realizar encuesta
<b>Actor</b>	Usuarios
<b>Descripción</b>	A través de esta opción el usuario puede realizar la encuesta.
<b>Precondiciones</b>	El actor debe loguearse con su cuenta de usuario.
<b>Flujo Normal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Actor no ha ingresado al sistema</li> <li>2) Se ubica en la interface de logueo o registro</li> <li>3) Ingresa los datos solicitados.</li> <li>4) Accede a la aplicación.</li> <li>5) Interactúa con la aplicación y los códigos QR</li> <li>6) Realiza la encuesta.</li> </ol>
<b>Flujo Alternativo</b>	1) El actor ya se encuentra dentro del sistema.
<b>Post condición</b>	Acceso para realizar la encuesta.

Cuadro 6.12: Casos de Uso-Realizar Encuesta

### 6.1.6. Diagrama Entidad Relación del Sistema



Powered byFiles

Figura 6.3: Diagrama del sistema

## 6.2. Diseño e implementación del módulo central

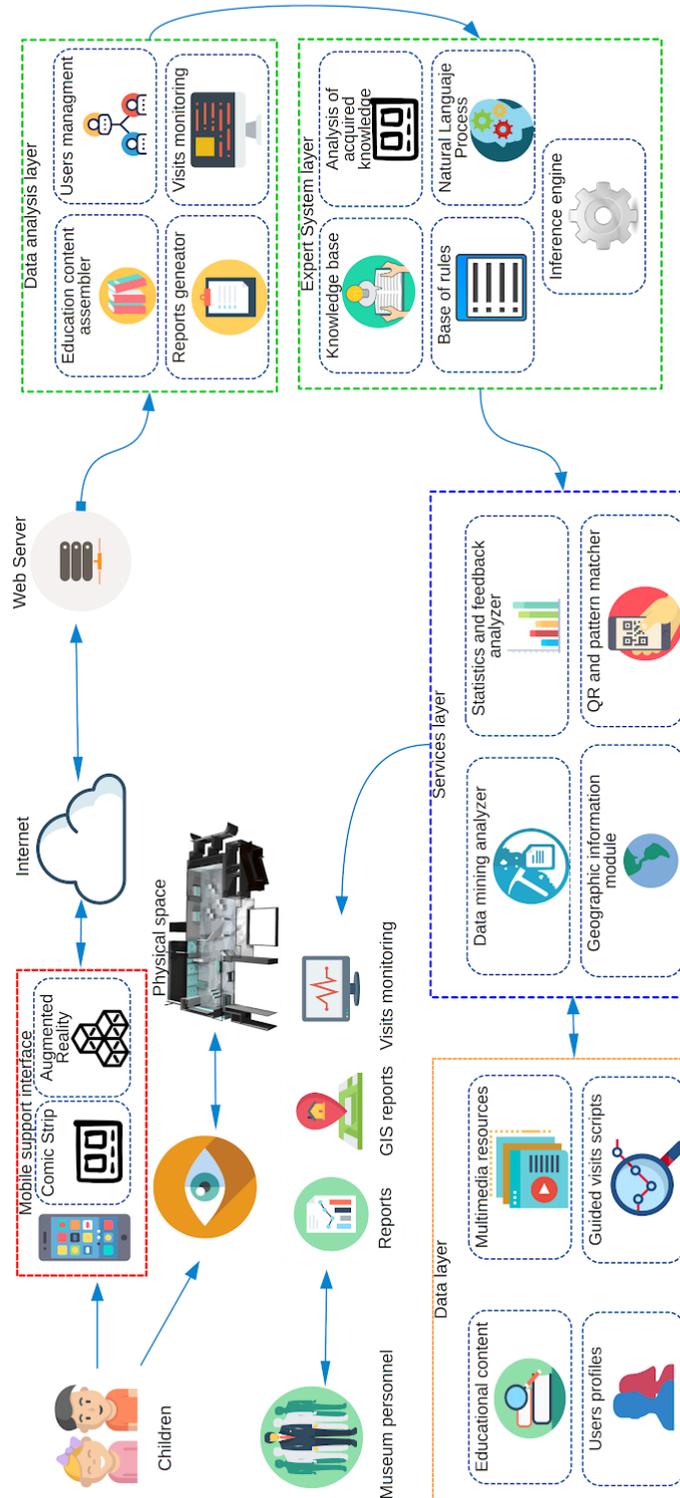


Figura 6.4: Diagrama del sistema

Mediante las herramientas de LibreOffice se ha diseñado la arquitectura del sistema el cual cuenta con varios módulos distribuidos en cuatro capas (ver Figura 6.1). A continuación se detalla el funcionamiento de cada módulo y sus componentes:

### 6.2.1. User interface layer

#### 6.2.1.1. Plataforma web

Para que los administradores del contenido museológico puedan acceder a todos los servicios ofertados dentro del sistema, se cuenta con la capa de interfaz de usuario, la misma que está desarrollada e implementada dentro de una plataforma web. Esta capa es la encargada de la interacción administrador-sistema, con el fin de gestionar la información museográfica que se quiera presentar a los usuarios del sistema, además de tener opciones de reportes estadísticos y geográficos de los usuarios que interactúan con el aplicativo móvil día a día.

#### 6.2.1.2. Aplicativo móvil

Con la ayuda del personal del museo se ha desarrollado un aplicativo móvil el cual puede ser instalado en teléfonos inteligentes con el sistema operativo Android desde versiones 5.0 (Lollipop) en adelante.

La aplicación móvil desarrollada cuenta con varios módulos para realizar varias tareas, entre ellas podemos presentar las siguientes:

- **Selección de tipo de usuario** Una vez desplegada la aplicación se mostrará la pantalla de selección de usuario, donde el visitante tendrá la opción de seleccionar su nacionalidad, si es de Ecuador seleccionará “nacional” (ver Figura 6.5 punto 1), caso contrario si su país de origen no es Ecuador seleccionará “extranjero” (ver Figura 6.5 punto 2), el sistema se dividió en 2 tipos de usuarios ya que el museo Pumapungo recibe visitantes tanto nacionales como extranjeros.



Figura 6.5: Pantalla de selección de usuario.

- **Ingreso al sistema** Una vez ingresados en esta pantalla, si el usuario está registrado en el sistema deberá ingresar su correo electrónico con el que se registró en el campo correspondiente que se denomina “Email” (Figura 6.6 punto 1). El botón llamado “ingresar” (Figura 6.6 punto 3), es el que validará si el correo electrónico ingresado es correcto o no, para otorgar permisos de acceso al contenido del sistema. Sin embargo, si el usuario no es un miembro del sistema deberá presionar el botón llamado “registrarse” (Figura 6.6 punto 3) para acceder a otra pantalla donde realizará la acción de registro al sistema.

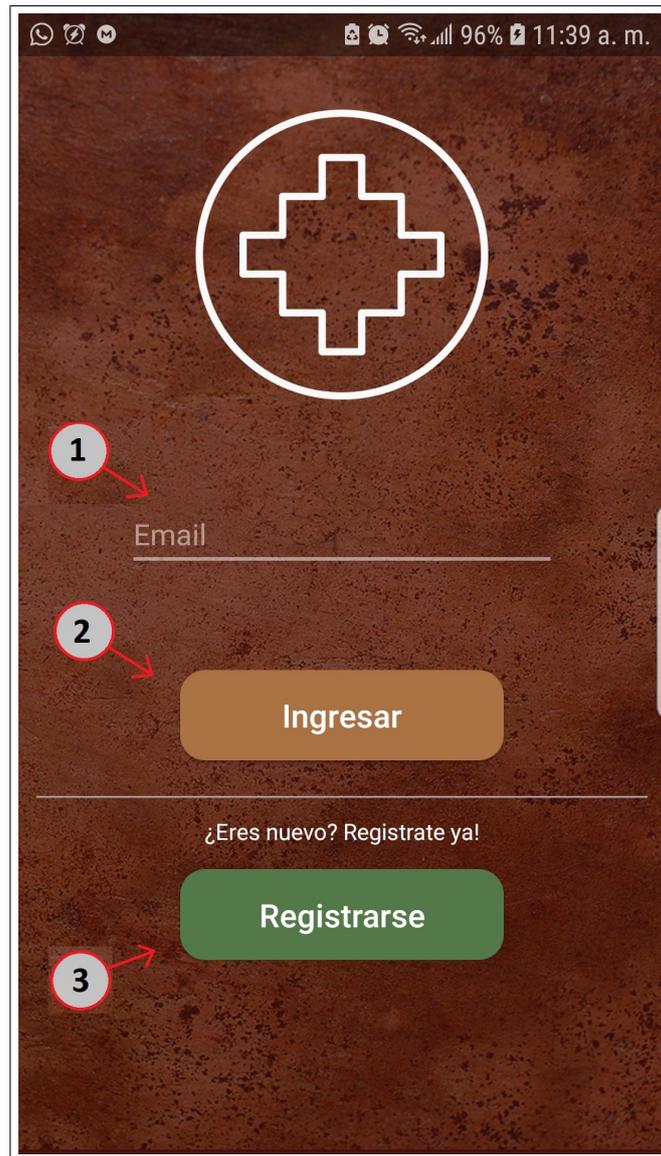
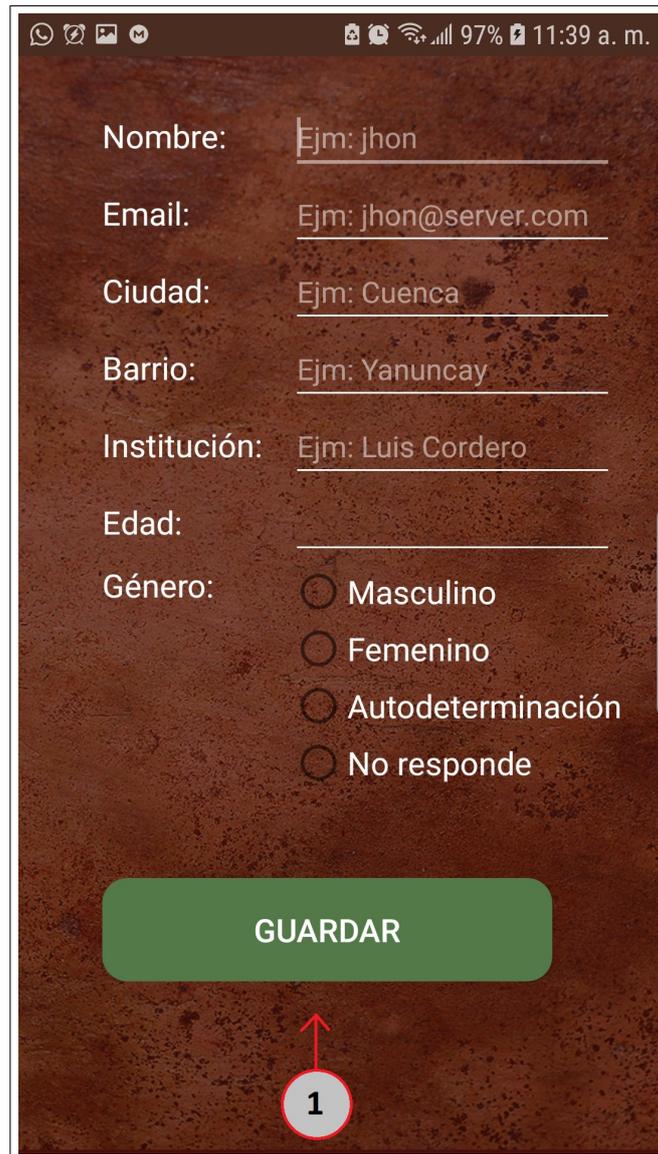


Figura 6.6: Pantalla de ingreso al sistema móvil.

- **Registro de un nuevo usuario** El formulario de registro es similar para los 2 tipos de usuarios, los usuarios extranjeros cuentan con un campo adicional en el cual se especificará el país de donde provienen, y los usuarios nacionales podrán especificar la institución de la que provienen para poder realizar análisis con estos campos, una vez ingresados los datos correctos se procederá a presionar el botón “guardar” (Figura 6.7 punto 1) para registrar al nuevo usuario dentro del sistema.



The image shows a mobile application registration form on a dark brown background. The form includes the following fields and options:

- Nombre:** Ejm: jhon
- Email:** Ejm: jhon@server.com
- Ciudad:** Ejm: Cuenca
- Barrio:** Ejm: Yanuncay
- Institución:** Ejm: Luis Cordero
- Edad:** (empty field)
- Género:**  Masculino,  Femenino,  Autodeterminación,  No responde

At the bottom of the form is a green button labeled "GUARDAR". Below the button is a red circle containing the number "1" with an arrow pointing upwards towards the button.

Figura 6.7: Formulario para registrar un nuevo usuario.

- **Pantalla principal de la aplicación móvil** Una vez que el usuario ingrese correctamente su correo electrónico y su logueo sea exitoso, este accederá a la pantalla principal del aplicativo móvil, en esta pantalla podremos visualizar como está distribuida la sala arqueológica con sus respectivas secciones. El usuario tendrá la opción de presionar el botón “Escanear QR” (Figura 6.8 punto 1), para abrir la cámara del dispositivo y empezar a recorrer la sala descubriendo los contenidos de las diferentes exposiciones presentadas. Al lado izquierdo superior se encuentra ubicado el botón de opciones (Figura 6.8 punto 2), el mismo que despliega un menú con diferentes opciones que el usuario puede utilizar. Existen 3 botones que mostraran gráficamente como está dividida la sala (Figura 6.8 punto 3), las acciones de estos botones se definen de la siguiente manera:
  - Tras la huella ancestral (Color verde): Muestra en el mini mapa de la sala en donde está ubicada esta sección.

- Pumapungo en el tiempo (Color tomate): Muestra en el mini mapa de la sala en donde está ubicada esta sección.
- El proyecto Pumapungo (Color café): Muestra en el mini mapa de la sala en donde está ubicada esta sección.
- Escanear (color gris): Este botón abrirá la cámara para poder escanear los códigos ubicados en la sala.
- Menú desplegable: Muestra opciones adicionales.

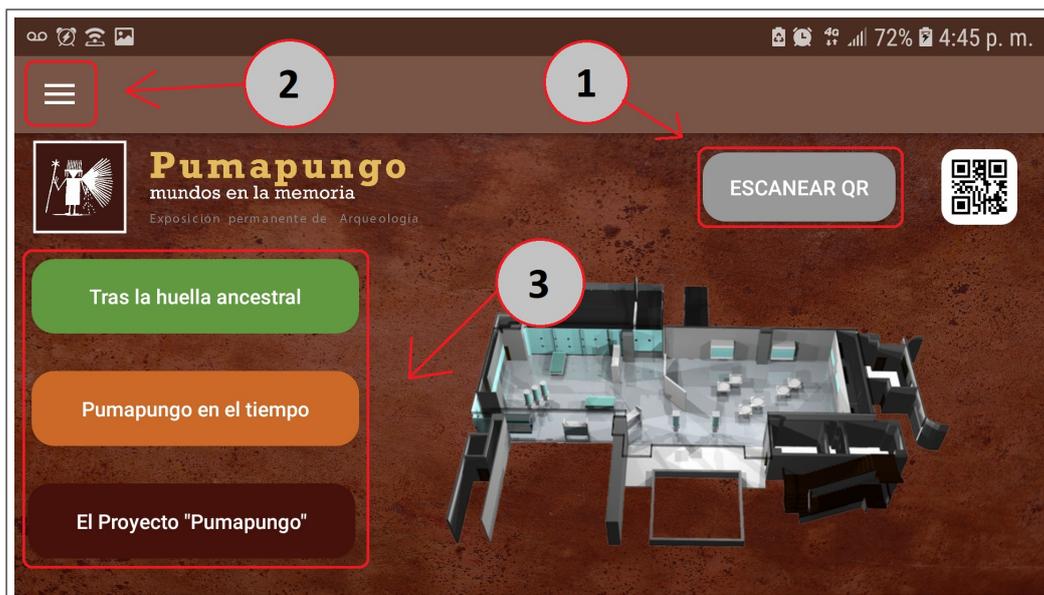


Figura 6.8: Pantalla principal.

- **Perfil del usuario** Dentro del menú desplegable existe una opción llamada “Perfil” la misma que nos guiará a otra pantalla donde se encuentra la información del usuario que inicio sesión en el aplicativo móvil, así mismo se mostrará un botón que nos permitirá guardar los cambios si el usuario modifica alguno de los campos presentados (Figura 6.9 punto 1).

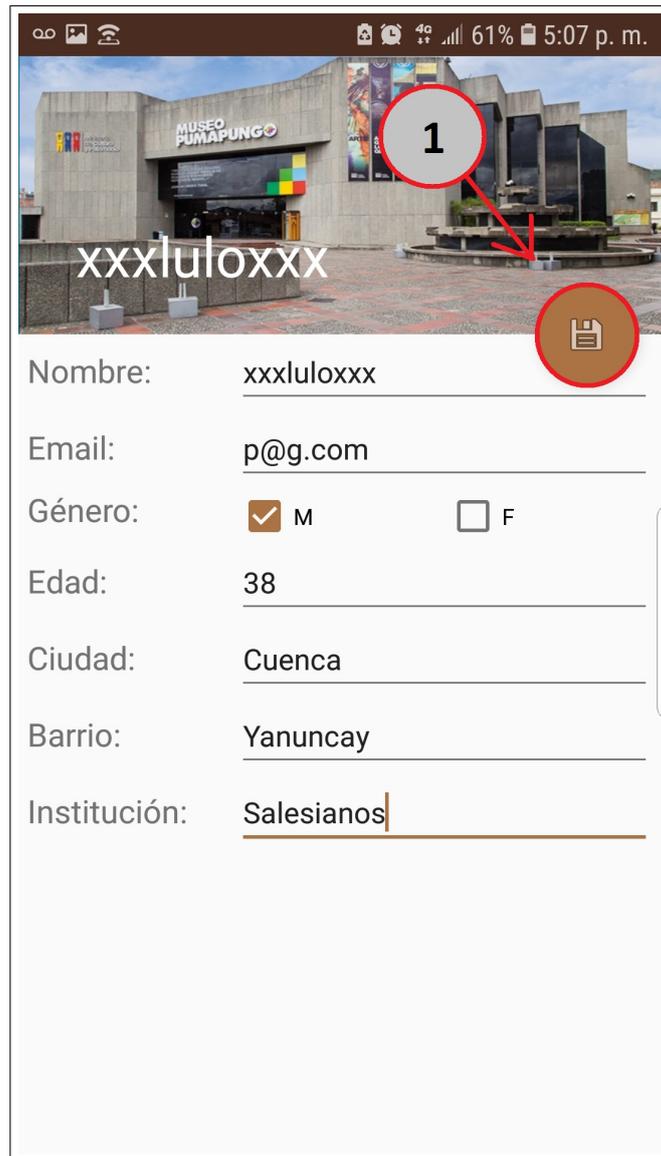


Figura 6.9: Pantalla del perfil del usuario.

- **Progreso del recorrido** También existe un apartado para el progreso del recorrido dentro del menú desplegable, esta opción permitirá al usuario verificar todo el avance que ha obtenido en el tiempo que ha estado visitando la sala arqueológica, gracias a esta opción el visitante puede saber si observo o no todo el contenido de las exhibiciones presentadas, al finalizar con esta vista el usuario podrá presionar el botón regresar (Figura 6.10 punto 1) para regresar a la pantalla principal y continuar con el recorrido.



Figura 6.10: Pantalla del progreso del recorrido.

- Escaneo de un objeto maqueta** Una vez escaneado algún código QR, aparecerá una pantalla con la siguiente información, esta ventana muestra el contenido de una maqueta Inca, existen varios contenidos si deslizamos hacia los lados el cuadro de contenido (Figura 6.11 punto 1), y si se necesita regresar al menú principal podemos presionar el botón de retorno (Figura 6.11 punto 2).



Figura 6.11: Pantalla de maqueta Inca.

Al presionar el cuadro de contenido nos llevará hacia otra pantalla donde se presentará la información más detalladamente, existen botones de zoom para accesibilidad (Figura 6.12 punto 1), y el cuadro de imágenes (Figura 6.12 punto 2) que podremos deslizarlo verticalmente para ver varias de las imágenes.



Figura 6.12: Pantalla de descripción de la maqueta.

- Escaneo de un objeto vitrina** También se pueden escanear las vitrinas que contienen varios objetos en su interior, esta pantalla mostrara todos los vestigios arqueológicos de dicha vitrina y los presentara en forma de lista horizontal la cual podemos deslizar hacia los lados (Figura 6.13 punto 2) y el botón de retorno en la parte superior para regresar y seguir con el recorrido (Figura 6.13 punto 1).

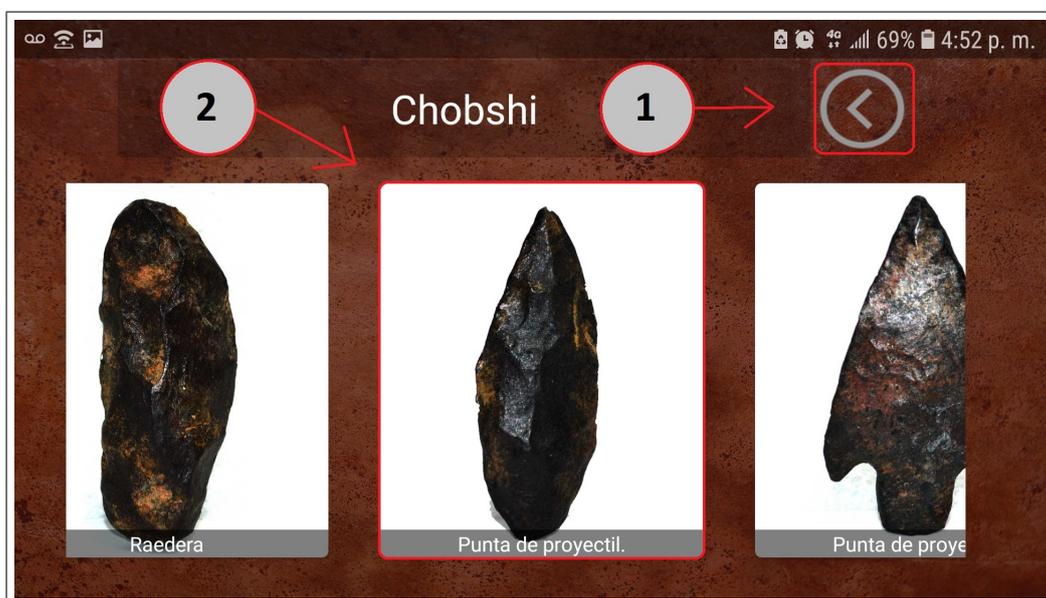


Figura 6.13: Pantalla de vitrina Chobshi.

Al seleccionar un objeto de la lista se presentará detalladamente la información de dicho vestigio, como el periodo al que pertenece, para que se usaba y el material con el cual fue realizado, además se presentan botones para accesibilidad (Figura 6.14 punto 1) y en

el caso de seleccionar la imagen (Figura 6.14 punto 2) nos mostrara solo el objeto para poder realizar acercamientos y verlo más detalladamente.



Figura 6.14: Pantalla de descripción de un objeto.

- **Menú desplegable** Y por último tenemos varias opciones en el menú desplegable, opciones como Perfil (Figura 6.15 punto 1) el mismo del que se habló anteriormente y “Cerrar sesión” (Figura 6.15 punto 2) que saldrá de la cuenta actual y permitirá a otro usuario realizar el recorrido nuevamente.



Figura 6.15: Menú desplegable de opciones adicionales.

### 6.2.1.3. Comic strip

El módulo de comic strip está basado en una secuencia de dibujos organizados en paneles interrelacionados para mostrar una narrativa, a menudo serializada, con texto en globos y leyendas.

Se realizó un demo de una aplicación web para presentar estas imágenes, el sistema consta de 3 filas de cuadros, donde la primera fila presentara las imágenes a ordenar (ver Figura 6.16, lista de imágenes), la siguiente fila presenta cuadros de color naranja en donde el usuario arrastrara las imágenes ya ordenadas según su preferencia (ver Figura 6.16, cuadros naranja), y la última fila muestra cuadros de color verde, los mismo que están diseñados para recolectar el texto que el usuario considere relevante con referencia a la imagen de la parte superior (ver Figura 6.16, cuadros verdes), de esta manera se recopilara la información que el usuario retuvo acerca de un tema en específico, luego esta información pasara a formar parte dentro del sistema de procesamiento de lenguaje natural para su respectivo análisis.

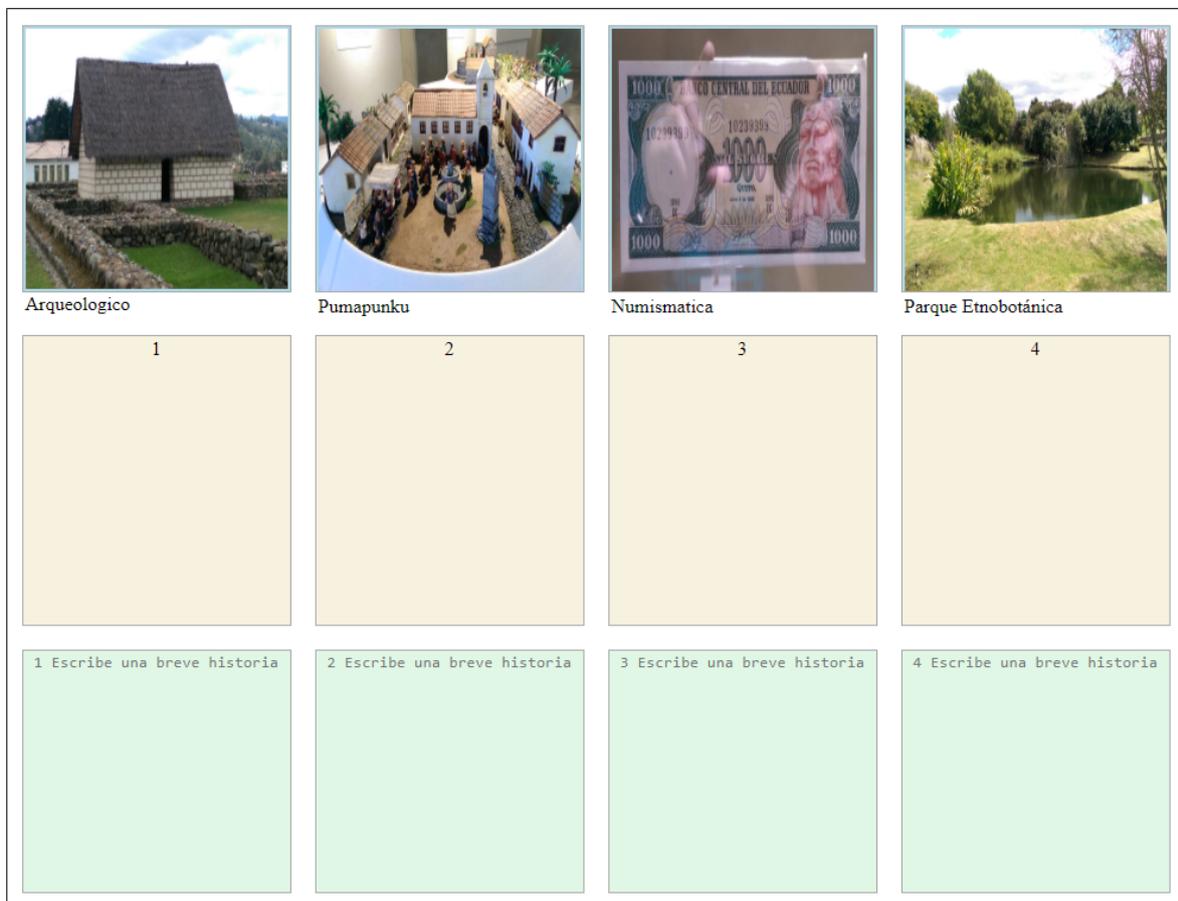


Figura 6.16: Demo del sistema basado en comic strips.

### 6.2.1.4. Realidad aumentada

La tecnología a través del tiempo ha incursionado en distintos enfoques educativos debido a la vitalidad de proporcionar información teniendo un mayor alcance a los usuarios facilitando el aprendizaje, por ejemplo en una exhibición de escritura y dibujo clásico Japonés implementaron la tecnología de realidad aumentada puesto que vieron la complejidad en la interpretación de los

escritos antiguos ya que es necesario saber la escritura Japonesa clásica (Kuzushi-Ji) para poder interpretar los escritos expuestos es por eso que a través de AR el usuario escanea el texto y se le presenta una interpretación adecuada, a parte de presentarle contenido multimedia sobre las obras expuestas de modo que el usuario tiene una experiencia de aprendizaje íntegra e interactiva [32].

Para permitir que el contenido educativo sea más atractivo para el usuario final , se implementó la realidad aumentada, ya que esta tecnología está en auge en la actualidad y es la ideal para realizar la presentación de los objetos en exhibición, esta herramienta se presenta en la Figura 6.17.



Figura 6.17: Objetos presentados con realidad aumentada.

## 6.2.2. Data analysis layer

### 6.2.2.1. Education content assembler (Consola de gestión de contenidos)

Este módulo es el encargado de manipular todo el contenido educativo que se ingresara, eliminará o modificará de la base de datos del sistema, cuenta con varios campos según el tipo de elemento a administrar, los mismo que están diseñados para optimizar el uso del sistema.

### 6.2.2.2. Users managment (Administración de usuarios)

El sistema cuenta con este módulo indispensable, el mismo que ofrece las opciones para administrar los usuarios del sistema, estas opciones pueden ser de visualización, eliminación o modificación de los registros de usuarios dentro de la base de datos.

### 6.2.2.3. Reports generator (Generador de reportes)

El administrador a través de este módulo podrá acceder a reportes generados por el sistema, estos reportes contendrán información acerca de los usuarios que acuden al museo y ver el estado de las visitas.

### 6.2.2.4. Visits monitoring (Monitoreo de visitas)

Gracias a este módulo el administrador cuenta con la posibilidad de saber cuales son los recorridos que realizó cada usuario que cuenta con el aplicativo móvil, para así poder mejorar la calidad de las visitas guiadas dentro de las salas del museo.

## 6.2.3. Services layer

### 6.2.3.1. Data mining analyzer (Análisis de minería de datos)

El sistema cuenta con un módulo de minería de datos para poder clasificar a los usuarios según sus gustos al contestar un encuesta en la misma aplicación móvil, gracias a este análisis los administradores pueden cambiar o mejorar la manera en la que presentan las exposiciones de la sala, teniendo una retroalimentación efectiva y precisa del contexto en el que los usuarios ven al museo.

La Figura 6.18 muestra como está desarrollado el algoritmo para realizar los conglomerados, el código fuente presentado esta realizado en el lenguaje de programación Python.

```

def generate_kmeans_encuesta(self, df, p1, p2, p3):
    X = np.array(df[[p1, p2, p3]])
    df.replace({'Genero': {'M': 1, 'F': 0}})
    y = np.array(df[["Genero", "Edad"]])

    kmeans = KMeans(n_clusters=5).fit(X)
    centroids = kmeans.cluster_centers_
    print(centroids)
    labels = kmeans.predict(X)
    print(labels)
    C = kmeans.cluster_centers_
    colores = ['red', 'green', 'blue', 'cyan', 'orange']
    asignar = []
    for row in labels:
        asignar.append(colores[row])

    fig = plt.figure()
    ax = Axes3D(fig)
    ax.scatter(X[:, 0], X[:, 1], X[:, 2], c=asignar, s=60)
    ax.scatter(C[:, 0], C[:, 1], C[:, 2], marker='*', c=colores, s=60)
    plt.show()

    self.generate_graficos_vistas(df[p1].values, df[p2].values, df[p3].values,
        asignar, C, colores)

```

Figura 6.18: Algoritmo para el análisis de los conglomerados.

El código fuente presentado en la figura anterior muestra el proceso para desarrollar los conglomerados, en este se define la base de datos con la que se va a trabajar y a partir de esta clasifica el género de cada usuario para determinar con que publico se está trabajando, a partir de esto usamos el método “K-means” o también conocido como k vecinos, el mismo que busca la distancia más corta entre cada usuario, obteniendo de esta manera los centroides de los grupos que se van a formar, luego empezara a iterar todos los datos para poder realizar una gráfica que mostrara los conglomerados formados según las preferencias de cada usuario.

Uno de los problemas que nos encontramos a la hora de aplicar alguno de los métodos de Clustering, es la elección del número de Clusters. No existe un criterio óptimo para realizar esta selección y se debe tener en cuenta que, una mala elección de los mismos puede dar lugar a realizar agrupaciones de datos muy heterogéneos. Es por esto que antes de realizar el análisis, se necesita conocer el número de grupos con el que se va a trabajar, esto se lo realiza mediante una operación entre los datos analizados, realizando así una gráfica que muestra la curva codo (ver Figura 6.19), para elegir el número adecuado de clusters que debemos considerar.

En la Figura 6.19 podemos observar que sigue un curva casi perfecta, pero el punto de quiebre más pronunciado se encuentra en el eje de las abscisas demostrando así que el número de Cluster mas aceptado para nuestro caso de estudio es de 5 Clusters máximo.

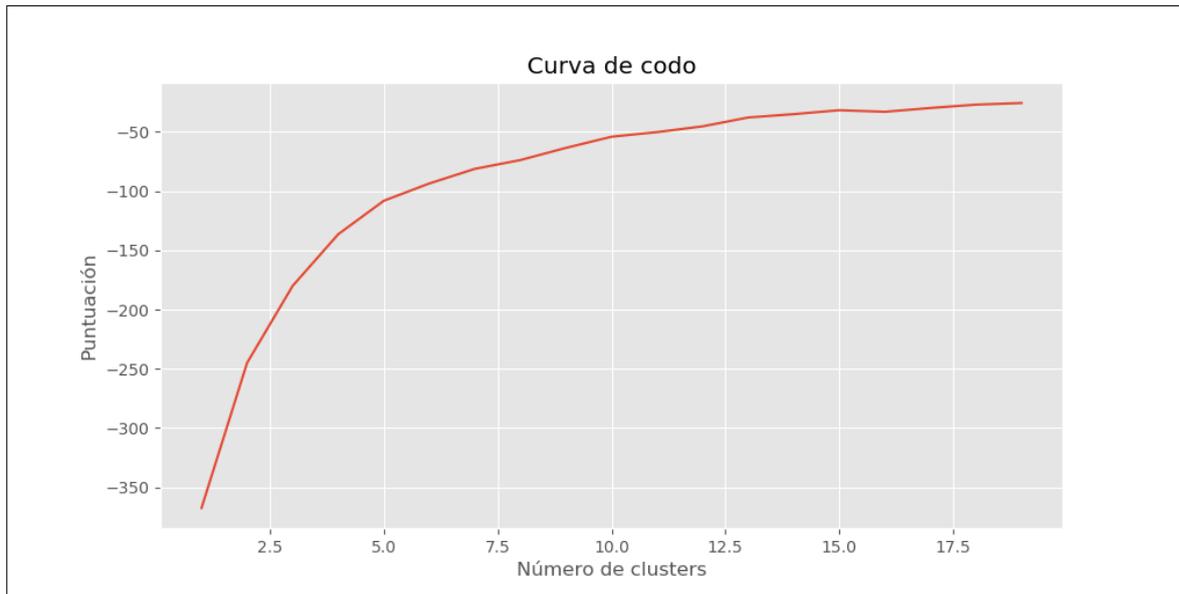


Figura 6.19: Análisis de la curva codo para el caso de estudio.

#### 6.2.3.2. Statistics and feedback analyzer (Análisis de retroalimentación y estadísticas)

Es indispensable contar con el módulo de estadísticas y retroalimentación, el mismo que genera gráficas y reportes de los análisis que se realizan dentro del sistema, para así poder modernizar los contenidos expuestos en sus exhibiciones, para que de esta manera los usuarios se sientan más satisfechos al momento de visitar el museo.

#### 6.2.3.3. Geographic information module (Módulo de información geográfica)

El módulo de información geográfica cuenta con reportes Geographic information System (GIS) utilizando la tecnología de Google Maps para graficar las áreas de los distritos educativos junto con las escuelas que hayan visitado el museo Pumapungo de la ciudad en Cuenca- Ecuador, de modo que se determina qué instituciones están haciendo más énfasis en el área cultural, ayudando de esta manera a los administradores a adaptarse a sus públicos de una mejor manera y poder presentarles contenido de calidad.

#### 6.2.3.4. QR and pattern matcher (QR y patrón de coincidencia)

Por último, pero no menos importante el módulo que obtiene el contenido del código qr, para analizarlo y devolver la información relaciona al aplicativo móvil, este módulo se se encarga de traer la información de la base de datos, empaquetarla y enviársela al dispositivo para que este lo interprete y pueda mostrar el contenido multimedia a los usuarios finales en cuestión de segundos.

Todo esto gracias a los algoritmos generados en el lenguaje de programación JAVA, el cual nos brinda todas las herramientas necesarias para realizar estas acciones, un ejemplo para el reconocimiento de los patrones se lo puede observar en la Figura 6.20.

```

@GET
@Path("/MesaName")
@Produces(MediaType.APPLICATION_JSON)
public MesaEntidad mesaPorNombre(@QueryParam("nombre") String nombre)
    Mesa mesa = mesaService.findByName(nombre);
    MesaEntidad aux = new MesaEntidad();
    aux.setId(mesa.getId());
    aux.setNombre(mesa.getNombre());
    aux.setVideo(mesa.getVideo());
    aux.setId_espacio(mesa.getEspacio().getId());
    return aux;

```

Figura 6.20: Algoritmo para el reconocimiento de patrones.

## 6.2.4. Data layer

### 6.2.4.1. Educational content (Contenido educativo)

Se maneja contenido didáctico para los usuarios que interactúan con el aplicativo móvil, esto se refiere a textos e imágenes adaptados específicamente para edades puntuales, al contar con esta capa es más fácil para el usuario adaptarse al contenido expuesto dentro del aplicativo móvil y el sistema en general.

### 6.2.4.2. Multimedia resources (Recursos multimedia)

También se cuenta con la capa que va a ser la encargada de gestionar los recursos multimedia de todo el sistema y la aplicación, es esta la que guarda, elimina y modifica todos las imágenes, textos y vídeos para luego poder enviárselos al aplicativo móvil para exhibirlo al público que visite el museo y sus salas, todo esto ocurre gracias a la conectividad entre el servidor y la aplicación móvil que envía los datos por medio de la red en un tiempo aceptable.

### 6.2.4.3. Users profile (Perfiles de usuarios)

En esta capa se almacenarán todos los usuarios y los administradores del sistema, esta capa conlleva todo lo referente a un perfil como son: nombre, escuela, barrio, edad, genero, etc para poder ordenar a los usuarios por sus perfiles y con más análisis saber que perfiles son los aptos para ciertas rutas dentro del museo.

### 6.2.4.4. Guided visits scripts (Scripts de visitas guiadas)

Se necesita contar con scripts que organizan a los usuarios del sistema para así dividirlos o agruparlos de tal manera que sepamos cuáles son sus preferencias para poder organizar varias rutas dentro del museo y poder sugerir al usuario cual es la más acorde a sus gustos y a su vez a todo el grupo al que pertenece, este sistema realiza agrupación según lo que respondan las personas en una pequeña encuesta diseñada específicamente para este propósito.

### 6.2.5. Expert system layer

#### 6.2.5.1. Knowledge base (Base de conocimiento)

El sistema desarrollado tiene como objetivo el recabar información del usuario, para analizarla y poder realizar una sugerencia personalizada sobre el recorrido en el museo con los contenidos que le pueden interesar más a cada usuario del sistema.

El sistema experto está desarrollado en la plataforma CLIPS, el cual estructura el conocimiento obtenido en una base de hechos y reglas, los hechos son la información obtenida mediante la encuesta realizada a los usuarios del sistema y es la que se usa para el razonamiento interno, mientras que las reglas son las que van a permitir realizar las recomendaciones personalizadas y permitir que el sistema evolucione normalmente modificando los hechos almacenados.

Se utilizó CLIPS para el sistema experto por sus funcionalidades, tales como:

- Representación del Conocimiento
- Portabilidad
- Integrabilidad
- Desarrollo Interactivo
- Verificación/Validación
- Documentación
- Bajo Costo

Uno de los elementos principales del sistema es el usuario, el mismo que tiene ciertas preferencias, este es el que llena la encuesta para recabar las puntuaciones de las salas y su opinión sobre la recomendación que desea obtener del sistema experto.

La estructura del usuario se presenta de la siguiente manera:

- **Nombre:** El nombre del usuario.
- **Tiempo:** Si el usuario cuenta con tiempo limitado o libre.
- **Novedad:** Si el usuario desea agregar contenido que no está dentro de su interés y el cual pueda resultar útil para este.
- **Soporte tecnológico:** Una de las salas cuenta con un funciones tecnológicas a las cuales puede acceder si cuenta con el aplicativo móvil desarrollado.

De la misma manera, cada sala de exhibición cuenta con sus propias características que lo diferencian de las demás, su estructura de datos se encuentra diseñada de la siguiente manera:

- **Nombre:** El nombre de la sala.
- **Puntuación:** Numero representativo obtenido de la encuesta que realiza el usuario.
- **Tiempo:** La duración del recorrido de dicha sala.

La estructura de los elementos está representada de la siguiente forma (ver Figura 6.21).

```
(deftemplate salas
  (slot nombre)
  (slot puntuacion)
  (slot tiempo))

(deftemplate usuario
  (slot tiempo)
  (slot novedad)
  (slot soptec))
```

Figura 6.21: Base de conocimiento realizado en CLIPS.

#### 6.2.5.2. Base of rules (Base de reglas)

En la Figura 6.22 podemos observar una pequeña parte de las reglas utilizadas en el sistema experto, estas reglas se definen con “defrule” y dentro de su cuerpo van a especificarse las sentencias que tienen que ser acertadas para que dicha regla se dispare y comience un proceso en cadena dentro del sistema, todo esto ocurre gracias a su motor de inferencia.

Cada vez que una regla es ejecutada, crea y modifica hechos para que el proceso continúe su curso y de esta manera poder obtener los resultados esperados.

```
(defrule MostrarTextoTiempoSS
  (usuario(tiempo variado)(soptec si)(novedad si))
  (tiempoR(tiempo ?t))
  =>
  (printout t "Te recomendamos realizar este recorrido en el tiempo de " ?t " min : "crLf))

(defrule ordenanosiTSS-10
  (usuario (tiempo variado)(soptec si)(novedad si))
  (salas (nombre ?n)(tiempo si)(puntuacion ?p&: (> ?p 9)))
  =>
  (assert (salaVerTiempoNoSo (nombre ?n)(puntuacion ?p))))

(defrule ordenanosiTSS-9
  (usuario (tiempo variado)(soptec si)(novedad si))
  (salas (nombre ?n)(tiempo si)(puntuacion ?p&: (> ?p 8)))
  =>
  (assert (salaVerTiempoNoSo (nombre ?n)(puntuacion ?p))))
```

Figura 6.22: Base de reglas realizado en CLIPS.

Las reglas que se utilizaron para el manejo de hechos tienen como objetivo principal el acoplarse a criterios específicos que se definen como la eficacia, la novedad y la concordancia para determinar la eficiencia del sistema desarrollado.

- **Effectiveness:** this criterion determines if the plan to visit the selected exhibitions is appropriate concerning time, namely if the planned route employs between 90 and 100% of the time that visitor has to the visit.
- **Concordance:** the exhibits selected in the route are according to visitor preferences. In this line, this criterion assigns a score considering a breakeven between the available time to complete the visit and the exhibits chosen by the expert system according to the visitor's order of preference.
- **Novelty:** this criterion indicates if the system can introduce in the visit one or more suggestions of exhibits that commonly would not be selected by the visitor. With this criterion, the expert system can induce new possibilities that could not be considered by the visitors (given that they could think that some exhibits could be boring or not attractive).

Estas reglas van a analizar las preferencias de los usuarios con respecto a las salas (puntuación) para sugerir el recorrido que cumpla con las expectativas del mismo, entonces se ordenan los espacios según las preferencias dadas y se presentarán en una lista de recomendación de salas, cabe recalcar que muchos de los usuarios cuentan con tiempos limitados para los recorridos dentro del museo, es por esto que se toma en cuenta dicho límite de tiempo y el sistema experto buscará las mejores opciones de salas para el recorrido, donde el mismo no sobrepase este límite. Una vez los datos sean ingresados en el sistema, este los analiza y trabaja con los mismos para realizar las diferentes operaciones y poder devolver en forma visual al usuario la lista de las salas que puede visitar dentro del museo según sus preferencias, cabe recalcar que la lista de sala se presentará en el orden sugerido por el sistema (ver Figura 6.23).

```
CLIPS> (run)
Te recomendamos realizar este recorrido:
Ver la sala Sala etnografica
Ver la sala Libroteca
Ver la sala Parque arqueologico
Ver la sala Numismatica
Ver la sala Mundos de la memoria
Ver la sala Arte cuencano
Ver la sala Parque Etnobotanico
Ver la sala Guillermo lazarabal
```

Figura 6.23: Recomendación del sistema experto realizado en CLIPS.

### 6.2.5.3. Natural language processing (Procesamiento de lenguaje natural)

El módulo que analiza la información ingresada por el usuario fue realizado en Python conjuntamente con la librería spacy, la misma que provee todas las herramientas para realizar el procesamiento de lenguaje natural, la lógica utilizada fue analizar un texto precargado con la información retenida por el usuario, esto se lo presenta en la siguiente imagen.

```
nlp = spacy.load('es')

textoEspecifico = open('normal.txt', 'r')
textoUsuario = open('usuario.txt', 'r')

for palabra in doc1:
    if palabra.pos_ == 'VERB' or palabra.pos_ == 'NOUN' or palabra.pos_ == 'PROP':
        lista.append(palabra)
```

Figura 6.24: Código fuente realizado en Python.

Spacy cuenta con funcionalidades capaces de reconocer el sentido gramatical de cada palabra, como por ejemplo:

- Pronombre
- Verbo
- Adjetivo
- Adjetivo
- Sustantivo
- Preposición
- Número

### 6.2.5.4. Analysis of acquired knowledge (Análisis de conocimiento adquirido)

Para el análisis de la información fue necesario captar las ideas principales de los párrafos de textos ingresadas por el usuario, de la misma manera fue de vital importancia separar cada palabra para conocer su sentido gramatical y verificarlo con la base de datos de spacy para de esta manera formar una lista de las palabras claves a tomar en cuenta en el estudio correspondiente.

De esta manera una vez que el sistema analiza la información mostrará por pantalla un porcentaje conocimiento adquirido, de la siguiente manera:

```
C:\Users\Paul Arias\Desktop\Lenguaje natural>python probar.py
El texto coincide en un 62.5 %
```

Figura 6.25: Resultado obtenido al ejecutar el algoritmo de procesamiento de lenguaje natural.

#### 6.2.5.5. Inference engine (Motor de inferencia)

El motor de inferencia es el que toma la información almacenada tanto en la base de conocimiento como de la base de reglas, para de esta manera obtener nuevas conclusiones, ampliando así el conjunto de hechos de ambas bases tratadas, en nuestro caso en específico, primero se realiza una pequeña encuesta a los usuarios para poder recolectar toda la información pertinente a sus preferencias acerca de las salas del museo en exhibición, también se recolectan datos acerca de su disponibilidad de tiempo, el interés por salas novedosas y el interés por salas que usen tecnología para transmitir el contenido expuesto, luego el motor de inferencia se encarga de realizar todo el trabajo pesado, ya que encapsula todo el código generado en el lenguaje de programación CLIPS para poder mostrar por consola la predicción correspondiente, todo este proceso es transparente para el usuario que lo utilice, además se muestra en la siguiente figura todas las ecuaciones necesarias para controlar las salidas del sistema (ver Figura 6.26), y como resultado se obtendría una lista de exhibiciones que el usuario puede visitar durante su estancia en el museo Pumapungo, tomando en cuenta la disponibilidad de tiempo que este cuenta y el interés sobre la novedad que el mismo posea.

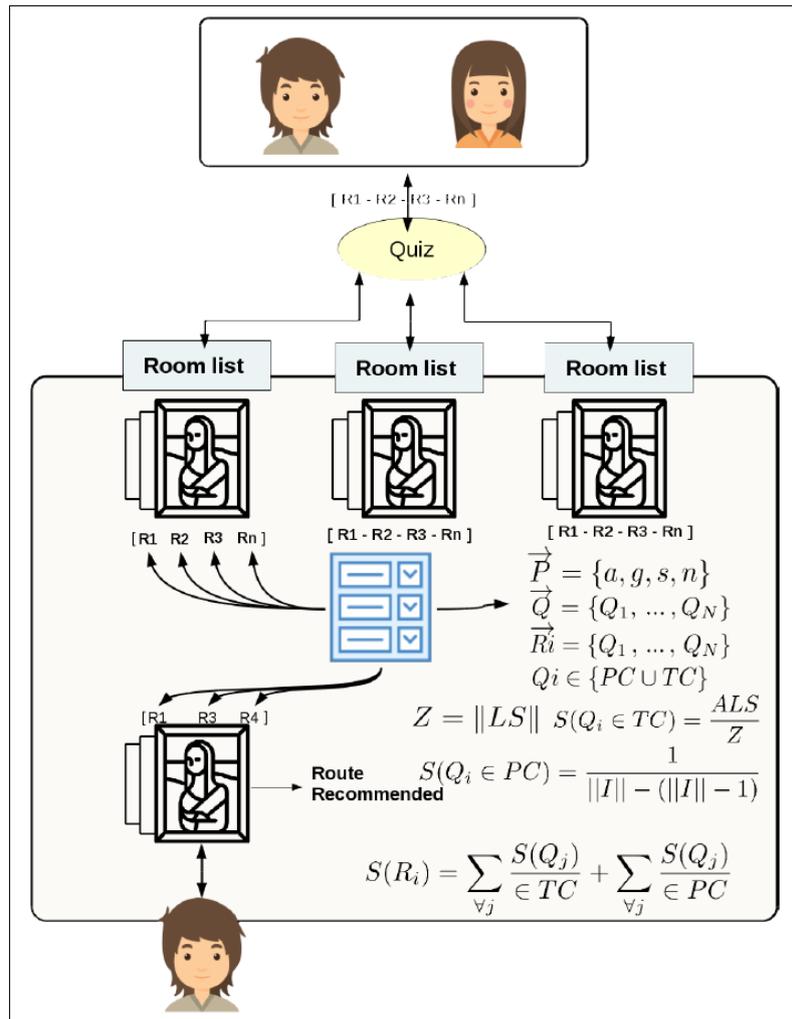


Figura 6.26: Estructura del sistema experto.

## **EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS**

Con la finalidad de validar la eficiencia y aprobación del sistema desarrollado se realizaron 3 estudios de campo con diferentes enfoques en las instalaciones del Museo Pumapungo con 100 niños en edades entre 8 a 10 años de varias escuelas de la ciudad de Cuenca a través de encuestas para determinar la percepción de los niños en la interacción con el aplicativo móvil quienes realizaron la visita guiada por la sala arqueológica utilizando el aplicativo móvil.

### **7.0.1. Pruebas**

Cada estudio consistió en aplicar una encuesta de preguntas desarrolladas bajo el criterio de la escala de Likert la cual es una escala psicométrica que determina el nivel de acuerdo o desacuerdo del participante al resolver las preguntas de un cuestionario facilitando la comprensión y objetividad de lo que se está preguntando y en nuestro caso simplifica el proceso de tabulación y análisis de datos.

El planteamiento de las preguntas del cuestionario se las realizaron conjuntamente con expertos en estadística y psicología quienes especificaron que las preguntas deben ser objetivas dado que determina el entendimiento del usuario por ende se recaba la información requerida, además las preguntas no deben inducir una respuesta ya que define la validez del análisis obteniendo así resultados fiables.

Para validar si la variabilidad de las respuestas recabadas de los cuestionarios es óptima se ha utilizado el coeficiente de medición psicométrico Alfa de Cronbach el cual determina cuán fiable es una escala de medición en nuestro caso la escala de Likert, teniendo como rango de análisis de 0 a 1 en donde 0.8 es un valor deseable en el resultado del test de modo que se puede proceder a realizar el análisis estadístico.

#### **7.0.1.1. Análisis de Percepción de Contenido**

El primer estudio se lo realizó con 30 niños en el rango de edad de 8 a 10 años de las escuelas Alberto Andrade Arízaga Brummel, Carlos Crespi y Roberto Espinoza a quienes se los dividió en varios grupos proporcionándoles dispositivos móviles para realizar la visita guiada por la sala arqueológica utilizando el aplicativo móvil, cabe recalcar que la encuesta fue desarrollada por los niños una vez finalizado el recorrido, el cuestionario se le proporciona dentro del mismo

aplicativo ver (Figure 7.1) ya que facilita la tabulación y la automatización para los análisis posteriores.

1) Qué opinas del tamaño de la sala arqueológica?

\* Para responder selecciona una de las caritas

Totalmente bien distribuido	Muy bien distribuido	Bien distribuido	Un poco mal distribuido	Muy mal distribuido

SIGUIENTE

Figura 7.1: Encuesta proporcionada a través del aplicativo móvil.

Aplicando este coeficiente a los valores obtenidos de la encuesta desarrollada se obtuvo un resultado de 0.8032278 lo que denota coherencia en el planteamiento de las preguntas del cuestionario por lo que existirá varianza en los resultados obtenidos del grupo aplicado permitiéndonos trabajar con datos validados para que en el análisis posterior se obtenga resultados certeros y fiables.

El desarrollo del cuestionario se ha dividido en las siguientes categorías: distribución de la sala permanente, diseño de la sala, calidad de la información proporcionada por la aplicación móvil, calidad de los contenido multimedia y la usabilidad y utilidad del contenido educativo de la aplicación móvil; cabe recalcar que cada pregunta del cuestionario ha sido analizada utilizando la escala de Likert con los siguientes valores: totalmente de acuerdo(5), de acuerdo (4), neutral (3), en desacuerdo (2) y totalmente en desacuerdo(1) siendo 5 el valor más alto por pregunta y 1 el más bajo.

Es de suma importancia mencionar que el cuestionario está cargado dentro del aplicativo móvil por lo que una vez terminada la visita guiada el usuario deberá completar el cuestionario, de esta manera se recaban los datos sobre la percepción de usabilidad de cada usuario utilizando el aplicativo.

#### 7.0.1.2. Análisis de Eficiencia

En este estudio se analiza la eficiencia del sistema experto desarrollado con la finalidad de sugerir al usuario un recorrido en las instalaciones del museo teniendo en cuenta sus preferencias, por lo tanto se trabajó con 30 perfiles sintéticos de visitantes del museo generados en base a visitas reales. En conjunto con expertos en el área estadística se evaluaron los resultados obtenidos del sistema experto utilizando la escala de Likert.

El museo cuenta con 8 salas de exhibición: “Guillermo Lazarrabal”(dedicada a exponer

sobre la expresión cultural en general, la expresión artística local y nacional), parque Etnobotánico( en donde la diversidad de flora y fauna Andina es recreada), Arte Cuencano (describe la transformación del arte cuencano), Numismática (exhibe el enlace hechos históricos y los cambios formales de la moneda Ecuatoriana), Mundos de la Memoria (muestra las diferentes formas de vida del hombre pre-hispánico), Sala Etnográfica(muestra distintas formas de vida, vestimentas, festivales, arte popular y viviendas de varios grupos humanos de Ecuador) y la biblioteca “Víctor Manuel Albornoz” (es una biblioteca de fotos, periódicos y multimedia).

Teniendo la descripción detallada de los espacios del museo, se agruparon las salas por categorías ver (Figure 7.2) en donde junto con personal del museo se hizo un análisis del tiempo promedio que le toma a una persona para visitar cada sala de manera que se ajuste a un resultado óptimo acorde al tiempo y preferencias del usuario. Una vez estructurada la metodología para recabar información se procedió a analizar las preferencias del usuario que en este caso se tomó en cuenta los siguientes datos: Novedad(proporciona al usuario salas de mayor interés), Soporte Tecnológico(sugiere al usuario la sala que utiliza el aplicativo móvil), Limite de Tiempo(sugiere las salas que se acoplen al tiempo disponible del usuario), Preferencia de Tema(sugiere al usuario las salas según sus temas se interés).

**Selecciona las opciones según tus preferencias para realizar la visita en el museo:**

- Novedad
- Soporte Tecnológico
- Limite de Tiempo
  - No
  - Si
- Cantidad de Salas que desearía visitar
  - Mínimo
  - Máximo

---

**Ordena las imágenes de las salas que tiene el Museo Pumapungo según como tú quisieras conocerlas.**  
 No olvides que 1 es el inicio y 4 es el final del recorrido:

			
Arqueológico	Pumapunku	Numismática	Parque Etnobotánica

Figura 7.2: Modelo del formulario para recabar la información del usuario

### 7.0.1.3. Análisis de Aprendizaje

El sistema desarrollado cuenta con diversas funcionalidades por lo que fue necesario realizar varios estudios para analizar el impacto de una herramienta tecnológica en el aprendizaje cultural. Es por eso que en este caso se realizó un estudio con 30 perfiles sintéticos para determinar el progreso de aprendizaje de los niños a través del aplicativo móvil el cual acoplado conjuntamente con un formulario desarrollado en una interfaz web se estructuró una experiencia de uso para recabar la información para este análisis.

El contenido educacional y la metodología enfocada al aprendizaje cultural se la planteó con la ayuda de expertos en el área de psicología y estadística de manera que se cuente con un estudio sólido que respalde el sistema desarrollado. Como ya se mencionó en la arquitectura general del sistema, se cuenta con un módulo de NLP (Procesamiento de Lenguaje Natural) y otro de Comic Strips los cuales de manera conjunta nos permiten analizar el proceso de aprendizaje de los niños.

Es de suma importancia contar con una interfaz de fácil comprensión ya que nos garantiza que el usuario entendió el contenido por ende la información obtenida es íntegra y objetiva. Es por eso que se desarrolló un formulario ver (Figure 7.3) en una interfaz web en donde a través de imágenes el usuario debe ordenarlas secuencialmente para luego escribir una historia con la información que retuvo luego de haber realizado la visita guiada.

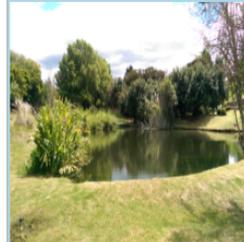
			
Arqueológico	Pumapunku	Numismática	Parque Etnobotánica
1	2	3	4
1 Escribe una breve historia	2 Escribe una breve historia	3 Escribe una breve historia	4 Escribe una breve historia

Figura 7.3: Modelo del formulario de ordenación de imágenes para recabar la información del usuario

En adición se desarrolló con un módulo de realidad aumentada (AR) en donde se cuenta con contenido multimedia 3D sobre objetos de la sala arqueológica el mismo proporcionado a través del escaneo de códigos QR. A través de este estudio se analiza la eficiencia en el aprendizaje al utilizar determinada tecnología para proporcionar contenido educativo de modo que se puede saber con qué tecnología el niño fue más receptivo y captó mejor la información proporcionada.

Se realizaron 2 encuestas para determinar la percepción del usuario utilizando la tecnología de realidad aumentada o la del escaneo QR, por lo tanto se trabajó con un grupo de 40 niñas de 5to de Básica de la Unidad Educativa Particular Rosa de Jesús Cordero-Catalinas a quienes se las dividió en dos grupos de manera que el primer grupo realizó la visita guiada utilizando sólo la tecnología QR y por ende resolvieron un cuestionario de 10 preguntas enfocado en esa área y el segundo grupo así mismo que el primero realizaron la visita aprendiendo los mismos contenidos a diferencia que utilizaron la tecnología de realidad aumentada resolviendo un cuestionario de 15 preguntas.

## 7.0.2. Resultados

Una vez completados los cuestionarios de los usuarios se almacenan los registros en la base de datos del sistema teniendo en cuenta aparte del cuestionario los siguientes datos de los usuarios: género, el barrio en donde viven, la escuela y la edad; de manera que se puedan realizar análisis demográficos en relación a concurrencia y énfasis de las instituciones educativas de la ciudad de Cuenca en el ámbito cultural.

Los resultados de este primer análisis teniendo en cuenta la información de los usuarios mencionados anteriormente se obtuvo que la mayoría de los asistentes que realizaron la visita guiada pertenecen a la escuela Alberto Andrade Arízaga y la mayoría de los niños estaban entre los 10 años de edad ver (Figure7.4).

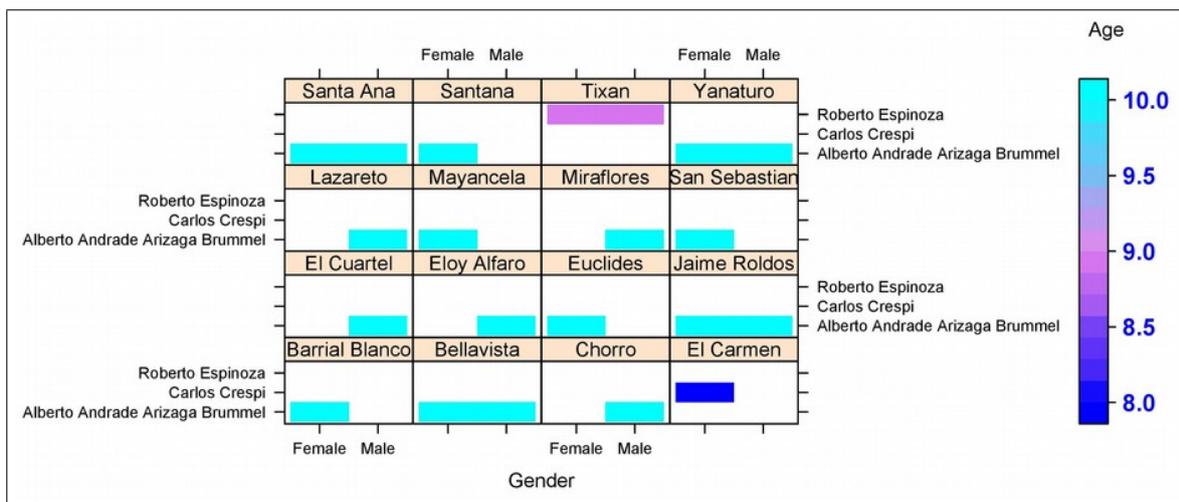


Figura 7.4: Distribución de niños de acuerdo a su edad, barrio, escuela y género.

Por otro lado considerando los datos recabados en la encuesta, se hizo un análisis sobre la percepción de los niños acerca de la multimedia cargada en el aplicativo móvil teniendo en cuenta datos del usuario como género y edad para que de esta manera determinar objetivamente la opinión de todo el grupo de estudio. En (Figure7.5) se muestra los resultados en donde la mayoría de niños entre 8 y 10 años consideran que los recursos multimedia presentados en el aplicativo móvil son “excelentes” y “muy apropiados”.

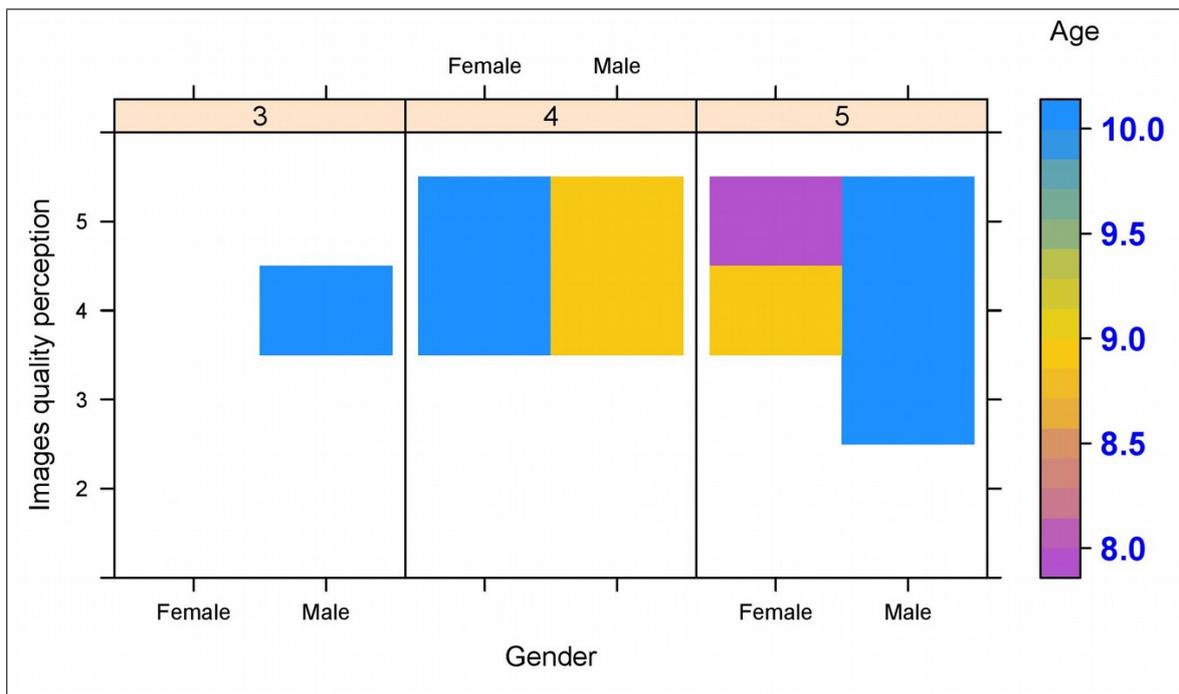


Figura 7.5: Percepción de los niños sobre las imágenes y los videos proporcionados en el aplicativo móvil

Es muy importante que el desarrollo de un aplicativo móvil esté enfocado en el usuario quien es el beneficiado de su uso, es por eso que en el siguiente análisis (Figure7.6) se tiene en cuenta la percepción de los niños sobre la usabilidad y utilidad del aplicativo móvil teniendo como resultado que la mayoría de los niños consideran según la escala de Likert como normal, útil y muy útil el aplicativo. Se puede decir que a pesar de que no se contó con la misma proporción de niños y niñas entrevistados los resultados arrojaron a través de la escala de Likert “altamente positivo” y “positivo” sobre la utilidad y características del aplicativo móvil.

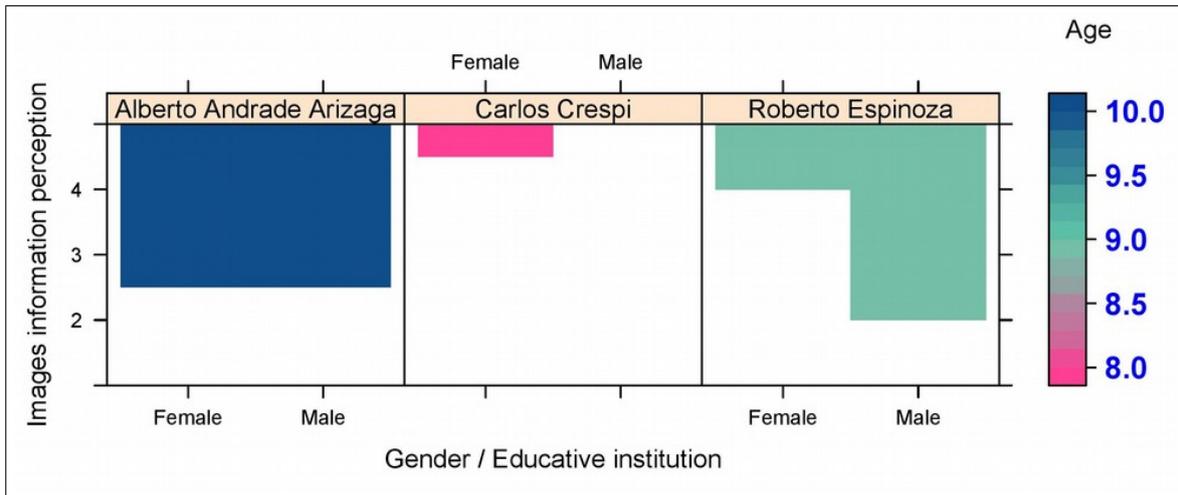


Figura 7.6: Percepción de los niños sobre la información proporcionada en el aplicativo móvil teniendo en cuenta la escuela, género, edad y calidad de percepción

El conglomerado de datos ha sido analizado por partes como se ha mostrado anteriormente, cabe mencionar que el sistema cuenta con un módulo de análisis de minería de datos el cual nos permite trabajar con grandes volúmenes de datos por lo cual se ha realizado el respectivo análisis con los datos recabados de los usuarios y la encuesta. En (Figure7.7) se puede visualizar cuatro clústers representados por distintos colores (azul, verde, rojo y amarillo), las estrellas son los centroides de cada grupo en este gráfico el sistema ploteó las percepciones de los visitantes del museo con respecto a las cuatro categorías mencionadas anteriormente. Para apreciar de mejor manera los resultados gráficamente se introdujeron algunos datos ficticios.

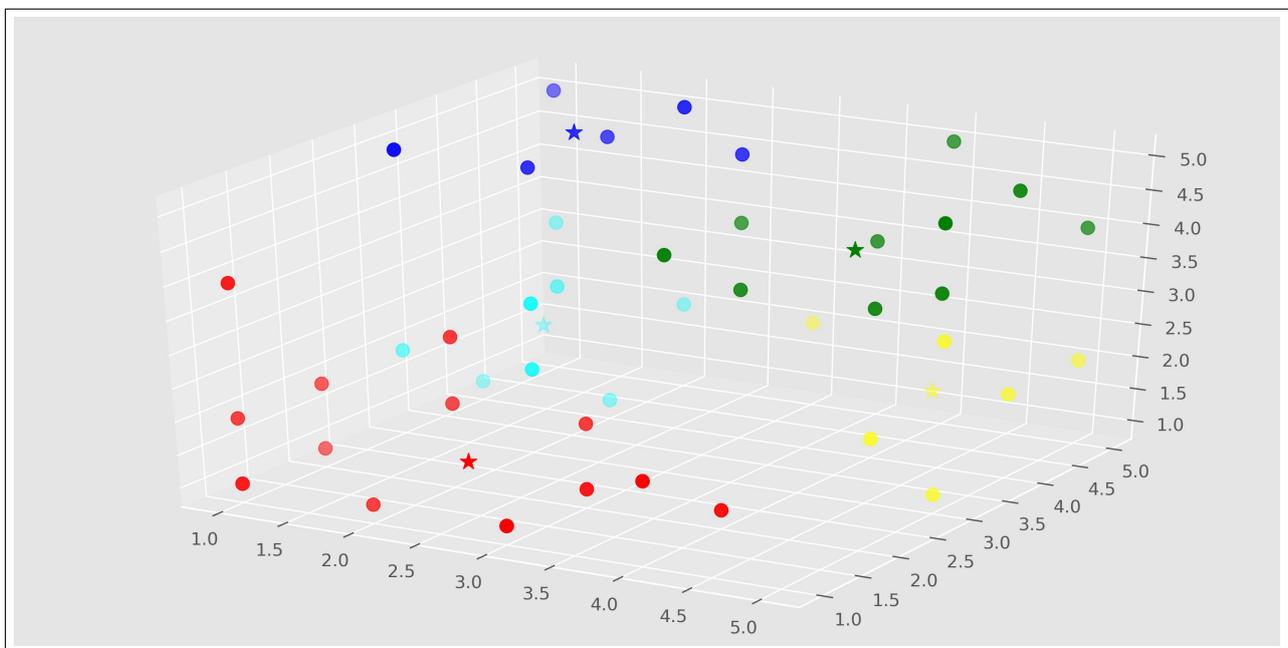


Figura 7.7: Ejemplo del análisis del clúster realizado por el sistema con las cuatro categorías mencionadas previamente.

Para el segundo análisis en donde se cuenta con el módulo del sistema experto se tuvieron en cuenta tres criterios fundamentales para puntuar el sistema: eficiencia, novedad y concordancia del sistema. Como se puede visualizar en (Figure7.8) los resultados sobre el criterio de eficiencia y novedad deben ser mejorados teniendo un puntaje de 4 y 3.9 respectivamente, la eficiencia del sistema alcanzó una puntuación de 5 por ende las recomendaciones sobre las salas proporcionadas a los visitantes es óptima.

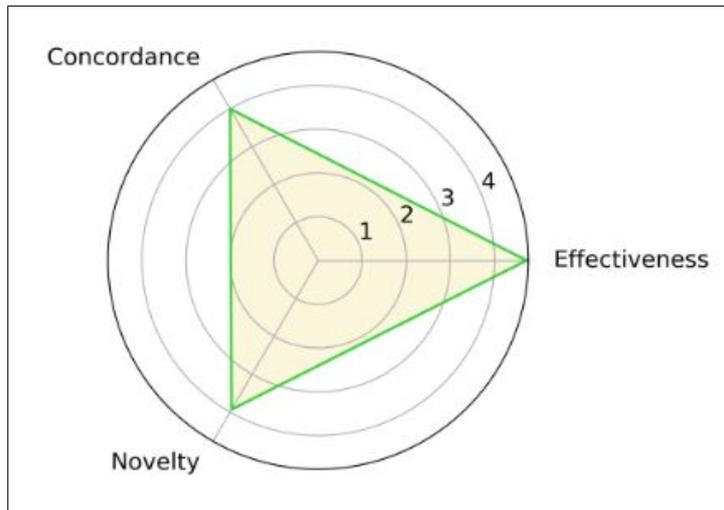


Figura 7.8: Puntuaciones logradas por el sistema experto en Concordancia, Eficacia y Criterios de Novedad (según los evaluadores humanos expertos).

En la siguiente gráfica (Figure7.9) se presenta el resultado de un recorrido sugerido según las preferencias de acuerdo a las respuestas proporcionadas por el perfil de usuario 7, como podemos visualizar el recorrido empieza con la biblioteca (sala 8) y termina con la sala de exhibición “Guillermo Lazarrabal” (sala 1).

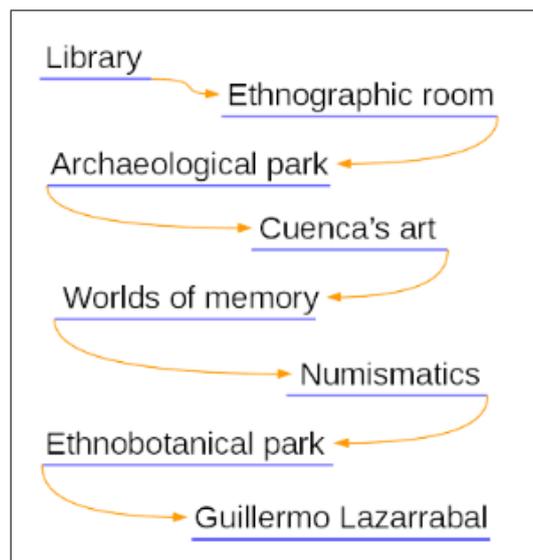


Figura 7.9: Ejemplo de un recorrido generado por el Sistema Experto para visitar diferentes salas de exhibición de acuerdo a las preferencias del perfil de usuario.

En el tercer y último estudio se trabajó con el módulo de Realidad Aumentada y Comic Strips en donde se realizó un estudio con 20 participantes para determinar el impacto en el aprendizaje del niño utilizando herramientas tecnológicas, en la siguiente gráfica (Figure7.10) se visualiza la distribución de los resultados los cuales están validados sobre el 100% por lo tanto se puede constatar la eficacia de los comic strips en la enseñanza de contenido educativo a través de la tecnología.

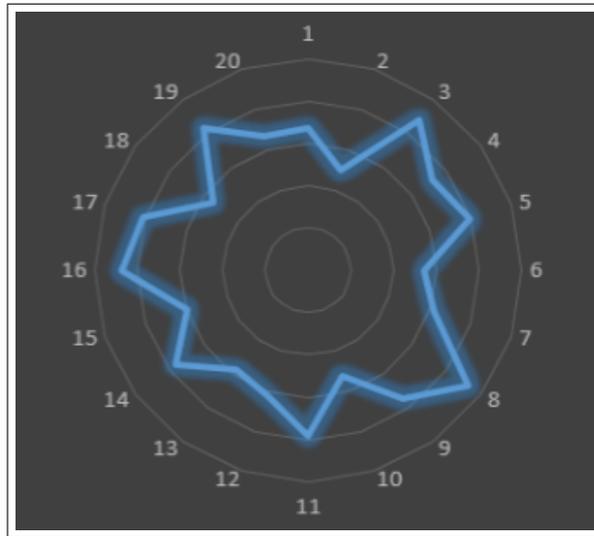


Figura 7.10: Resultados sobre el análisis de captación de contenido educativo de los niños utilizando el módulo de NLP(Procesamiento de Lenguaje Natural).

Finalmente se realizó un estudio con 40 niñas quienes utilizaron las tecnologías de realidad aumentada y escaneo QR sobre las instalaciones del museo, en esta investigación se realizó la validación de la encuesta previa su aplicación. En el panel (Figure7.11) se observa que en su mayoría las niñas tienen una percepción altamente positiva sobre la facilidad de uso de esta herramienta.

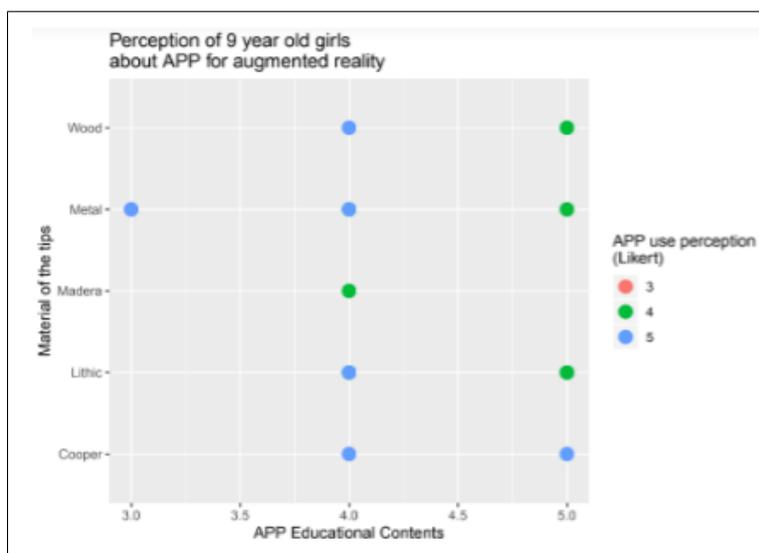


Figura 7.11: Resultados sobre la percepción de los niños sobre el caso de uso de esta herramienta.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de este trabajo de investigación es un gran adelanto para los museos en el Ecuador, ya que cuenta con grandes posibilidades de exposición de contenidos, además de contener temas interesantes y con tecnologías que van a la vanguardia al día de hoy, este proyecto aportara positivamente a los museos a contribuir con el crecimiento de los mismos gracias a la demanda de nuevas tecnologías aplicadas al rescate valores culturales.

Para que el proyecto avanzara de manera correcta fue crucial contar con expertos en las diferentes áreas en el tema de museología, psicología, restauradores, etc. Para de esta manera trabajar conjuntamente y conocer la realidad de los museos hoy en día, específicamente hablando del museo Pumapungo de la ciudad de Cuenca.

El equipo de trabajo estuvo conformado por personal del museo en el tema de museología e ingenieros en sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana, para lograr desarrollar un sistema acorde con las necesidades actuales de los usuarios que visitan las exposiciones dentro del museo.

Para el desarrollo del sistema fue necesario las constantes reuniones entre todos los del equipo de trabajo para mejorar, realizar correcciones, aportar ideas nuevas e innovadoras con el fin de evolucionar el sistema para que cumpla con las expectativas de los interesados obtener y así obtener un producto innovador que sea útil para presentar los contenidos del museo a todo el público en general que requiera una visita dentro del mismo.

El proceso de pruebas fue crucial para el lanzamiento del aplicativo móvil ya que se necesitó que los usuarios dieran su punto de vista acerca del sistema y poder conocer las falencias que se tuvieron durante el proceso de desarrollo y con esta retroalimentación seguir mejorando el sistema en aspectos de navegabilidad, accesibilidad, usabilidad y seguridad adecuados a la necesidad del público en general, y poder presentar un sistema completo y confiable que fue pensado por expertos y usuarios por igual, sin embargo que a su vez sea sencillo e intuitivo para los que lo usan.

Los resultados obtenidos mediante encuestas demostraron que el sistema fue un éxito gracias a la gran aceptación recibida por parte de los usuarios finales, los mismo que expresaron su agradecimiento al saber que se están utilizando las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para dar soporte en áreas culturales y sociales que se presentan dentro de los museos de nuestro país.

## RECOMENDACIONES

Es recomendable ejecutar el sistema web dentro de un servidor Linux, ya que estos brindan respuestas rápidas además de ser de libre y de código abierto, logrando así optimizar los recursos con los que cuenta y de esta manera trabajar eficientemente sin problemas de licencias. También es aconsejable trabajar con un sistema de base de datos de código abierto para evitarse problemas de pagos innecesarios en licencias por tiempos limitados, además de brindar los mismos servicios que una base de datos de paga.

Es de vital importancia considerar todas las acciones que el usuario administrador podrá realizar sobre el sistema, ya que el mismo podrá saltarse pasos importantes dentro de los formularios que tendrá que llenar al momento de ingresar o modificar nuevos contenidos, se debe proceder de la misma manera para los usuarios finales que utilizaran el aplicativo móvil, considerando todas las funciones específicas para que el mismo pueda navegar por la app sin ningún tipo de problemas.

En relación a las tecnologías utilizadas se recomienda utilizar herramientas libres y livianas que posibiliten el crecimiento modular del sistema, optimizando tiempos de programación, estas herramientas deberán brindar respuestas rápidas y confiables, facilitando la libre evolución del proyecto.

Igualmente se necesitará de la ayuda de un diseñador gráfico al momento de desarrollo de las interfaces del aplicativo móvil ya que las mismas deben adaptarse a cada tipo de usuario, para lograr un resultado de las pantallas visualmente más atractivas y acordes a las necesidades necesarias, presentando así un producto elegante y llamativo para los nuevos visitantes del museo Pumapungo.

## TRABAJO FUTURO

Como continuación de este trabajo de investigación, existen varias líneas de investigación de las que se puede generar proyectos enfocados en distintas áreas de la educación.

El desarrollo de este proyecto de tesis nos ha permitido tener una perspectiva amplia en el campo tecnológico de manera que se pueda generar productos que permitan implementar nuevas oportunidades para mejorar un sistema y brindar una herramienta de soporte que facilite el aprendizaje y que se espera se aborde trabajos futuros.

A continuación ponemos en consideración posibles trabajos que que pueden desarrollarse a partir de este proyecto, de los cuales se destacan:

- El desarrollo de un módulo que utilice sistemas expertos para facilitar y recomendar itinerarios para los visitantes del museo de acuerdo con sus intereses y gustos.
- La creación de un módulo de localización automática (GPS) de los visitantes del museo con el objetivo de habilitar algunos contenidos educativos.
- El desarrollo específico de un módulo de realidad aumentada dentro del aplicativo móvil, ya que este tipo de contenido ha obtenido una gran acogida por sus excelentes resultados didácticos por sus grandes posibilidades de interpretación.
- El desarrollo de material multimedia accesible para niños y jóvenes con discapacidades (subtítulos, descripciones en signos de lenguaje, currículos para personas con discapacidad intelectual, etc.) abriendo paso a la inclusividad educativa para llegar a un público más extenso.

## Bibliografía

- [1] Android studio release notes — android developers. <https://developer.android.com/studio/releases/>. (Accessed on 08/03/2018).
- [2] Bootstrap (framework) - wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Bootstrap\(framework\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Bootstrap(framework)). (Accessed on 08/03/2018).
- [3] Eclipse (software) - wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Eclipse\(software\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Eclipse(software)). (Accessed on 08/03/2018).
- [4] Github - zxing/zxing: Zxing ("zebra crossing") barcode scanning library for java, android. <https://github.com/zxing/zxing>. (Accessed on 08/03/2018).
- [5] Ieee 802.15 - wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE802.15>. (Accessed on 08/02/2018).
- [6] Itext - wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/IText>. (Accessed on 08/03/2018).
- [7] Jasperreports - wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/JasperReports>. (Accessed on 08/03/2018).
- [8] Java servlet - wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/JavaServlet>. (Accessed on 08/03/2018).
- [9] Javamail - wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/JavaMail>. (Accessed on 08/03/2018).
- [10] Jboss tools — eclipse plugins, bundles and products - eclipse marketplace. <http://marketplace.eclipse.org/content>. (Accessed on 08/03/2018).
- [11] La importancia de visitar museos. <http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/patricia-martin/la-importancia-de-visitar-museos>. (Accessed on 08/02/2018).
- [12] Las tic en la educación — organización de las naciones unidas para la educación, la ciencia y la cultura. <http://www.unesco.org/new/es/havana/areas-of-action/education/tic-en-la-educacion/>. (Accessed on 09/19/2018).
- [13] Matplotlib: Python plotting — matplotlib 2.2.2 documentation. <https://matplotlib.org/>. (Accessed on 08/03/2018).
- [14] Numpy. <http://www.numpy.org/>. (Accessed on 08/03/2018).

- [15] Postgresql - wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>. (Accessed on 08/03/2018).
- [16] Primefaces - wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/PrimeFaces>. (Accessed on 08/03/2018).
- [17] Python data analysis library — pandas: Python data analysis library. <https://pandas.pydata.org/>. (Accessed on 08/03/2018).
- [18] Que es java. <https://www.desarrolloweb.com/articulos/497.php>. (Accessed on 08/03/2018).
- [19] scikit-learn: machine learning in python — scikit-learn 0.19.2 documentation. <http://scikit-learn.org/stable/>. (Accessed on 08/03/2018).
- [20] Tecnologías de la información y comunicación (tic) – 2015 —. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/tecnologias-de-la-informacion-y-comunicacion-tic-2015/>. (Accessed on 08/02/2018).
- [21] Wildfly - wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/WildFly>. (Accessed on 08/03/2018).
- [22] CEIPIDOR, U. B., MEDAGLIA, C. M., VOLPI, V., MORONI, A., SPOSATO, S., CARBONI, M., AND CARIDI, A. NFC technology applied to touristic-cultural field: A case study on an italian museum. In *2013 5th International Workshop on Near Field Communication (NFC)* (feb 2013), IEEE.
- [23] CHANG, W.-T. Proactive guiding with iBeacon in art museum. In *2017 Pacific Neighborhood Consortium Annual Conference and Joint Meetings (PNC)* (nov 2017), IEEE.
- [24] CHIVAROV, N., IVANOVA, V., RADEV, D., AND BUZOV, I. Interactive presentation of the exhibits in the museums using mobile digital technologies. *IFAC Proceedings Volumes* 46, 8 (2013), 122–126.
- [25] COLCOL, H. C. R., PADILLA, J. V., BUELLA, Y. D. V., BARRIENTOS, I. E., CALIMLIM, V. T. V., AND FERNANDO, M. C. G. Seek out katipunan. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Communication and Information Processing - ICCIP 17* (2017), ACM Press.
- [26] FALCÓN, J. A. C. *Wi-Fi: instalación, seguridad y aplicaciones*. Ra-Ma, 2007.
- [27] FROJÁN, J. E. P., AND LORENZO, A. G. Aplicación de los códigos bidimensionales qr (quick response) en la prestación de los servicios de mantenimiento y asistencia técnica. In *V international conference on industrial engineering and industrial management* (2011), pp. 532–541.
- [28] GÓMEZ LIMÓN, E. M., HERNÁNDEZ BECERRA, A., GONZÁLEZ, P., AND SAHIB, A. Sistema de comunicación con equipos móviles para museos utilizando tecnología nfc.
- [29] HUIDOBRO, J. M. Código qr. *Bit, dic.-ene 172* (2009), 47–49.

- [30] JEVREMOVIC, V., AND PETROVSKI, S. MUZZEUM &#x2014 augmented reality and QR codes enabled mobile platform with digital library, used to guerrilla open the national museum of serbia. In *2012 18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia* (sep 2012), IEEE.
- [31] KARAMAN, S., BAGDANOV, A. D., LANDUCCI, L., D'AMICO, G., FERRACANI, A., PEZZATINI, D., AND BIMBO, A. D. Personalized multimedia content delivery on an interactive table by passive observation of museum visitors. *Multimedia Tools and Applications* 75, 7 (aug 2014), 3787–3811.
- [32] KITAMURA, K. Case study of digital exhibition of japanese classical writings and drawings based on AR technology. In *2017 International Conference on Culture and Computing (Culture and Computing)* (sep 2017), IEEE.
- [33] LIN, F.-T., AND LIN, Y.-C. An ontology-based expert system for representing cultural meanings: An example of an art museum. In *2017 Pacific Neighborhood Consortium Annual Conference and Joint Meetings (PNC)* (nov 2017), IEEE.
- [34] PÉREZ-SANAGUSTÍN, M., PARRA, D., VERDUGO, R., GARCÍA-GALLEGUILLOS, G., AND NUSSBAUM, M. Using QR codes to increase user engagement in museum-like spaces. *Computers in Human Behavior* 60 (jul 2016), 73–85.
- [35] PURNOMO, F. A., SANTOSA, P. I., HARTANTO, R., PRATISTO, E. H., AND PURBAYU, A. Implementation of augmented reality technology in sangiran museum with vuforia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 333 (mar 2018), 012103.
- [36] ROLDÁN MARTÍNES, D. *COMUNICACIONES INALÁMBRICAS. UN ENFOQUE APLICADO*. 2004.
- [37] RUIZ TORRES, D. Realidad aumentada y patrimonio cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural.
- [38] SCHULTZ, M. K. A case study on the appropriateness of using quick response (QR) codes in libraries and museums. *Library & Information Science Research* 35, 3 (jul 2013), 207–215.
- [39] TRENDS, G. Explora el interés de búsqueda por android, ios, windows phone en función del intervalo de tiempo, de la ubicación y la popularidad en google trends. <https://trends.google.es/trends/explore?date=2015-07-17>
- [40] YOON, S. A., ANDERSON, E., PARK, M., ELINICH, K., AND LIN, J. How augmented reality, textual, and collaborative scaffolds work synergistically to improve learning in a science museum. *Research in Science & Technological Education* 36, 3 (jan 2018), 261–281.

## ANEXOS

### 11.1. Trabajos presentados en congresos de investigación

#### 11.1.1. e-Pumapunku: an interactive app to teach children the Cañari and Inca indigenous cultures during guided museum visits

De acuerdo con las Naciones Unidas Educativas, Científicas y la Organización Cultural (UNESCO), debido a la rapidez del cambio cultural, salvaguardando lo tangible e intangible del mundo, el patrimonio cultural se ha convertido en una empresa multidimensional. Por lo tanto, es fundamental para los niños y jóvenes de hoy el aprender la cultura, los valores, y tradiciones que definen su identidad, así como la identidad de su nación. Por estas razones, presentamos una aplicación interactiva destinada a apoyar la enseñanza y el rescate el patrimonio de Cañari y las culturas indígenas incas.

Nuestra móvil aplicación se puede utilizar en el hogar de los niños o durante las visitas guiadas de uno de los museos más importantes de Ecuador: el museo Pumapungo. Del mismo modo incorpora un módulo de minería de datos para analizar varios aspectos del museo visitantes (información geográfica, comentarios recopilados a través de una encuesta, etc.). La aplicación fue probada en visitas guiadas reales en museo con 30 niños de tres escuelas diferentes (bajo y medio-ingreso), y los resultados muestran altos niveles de interés en los contenidos y la aplicación. Para el desarrollo de este módulo se utilizó Python en su versión más reciente 3.7.0 conjuntamente con librerías como: numpy, pandas y scikit-learn.

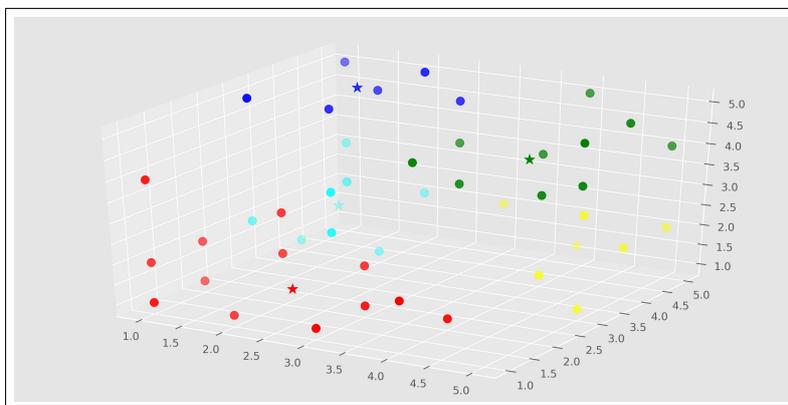


Figura 11.1: Ejemplo de conglomerados

### 11.1.2. An expert system to recommend contents and guided visits for children: a practical proposal for the Pumapungo Museum of Cuenca, Ecuador

En un mundo globalizado como el que vivimos hoy en día, es fundamental para cada nación preservar el patrimonio cultural. En esta línea, la UNESCO estima que, si no se hace nada, la mitad de los 6000 idiomas más hablados hoy desaparecerán para el final de este siglo. Por estas razones, presentamos un sistema experto que tiene el objetivo de ayudar a niños durante sus visitas al museo. Nuestra propuesta se basa en razonamiento basado en reglas y se centra en ayudar a qué las exhibiciones puedan ser visitadas de acuerdo a las preferencias de los niños sin dejar de lado la posibilidad de introducir nuevos contenidos (salas de exposición) sobre nuevos temas culturales. El sistema fue evaluado por un equipo de expertos de acuerdo con los siguientes criterios: efectividad, concordancia y novedad. Todo esto gracias al motor de inferencia utilizado en el lenguaje de programación conocido como clips en su versión 6.30, se utilizó esta herramienta ya que provee un entorno de desarrollo para la producción y ejecución de sistemas expertos.

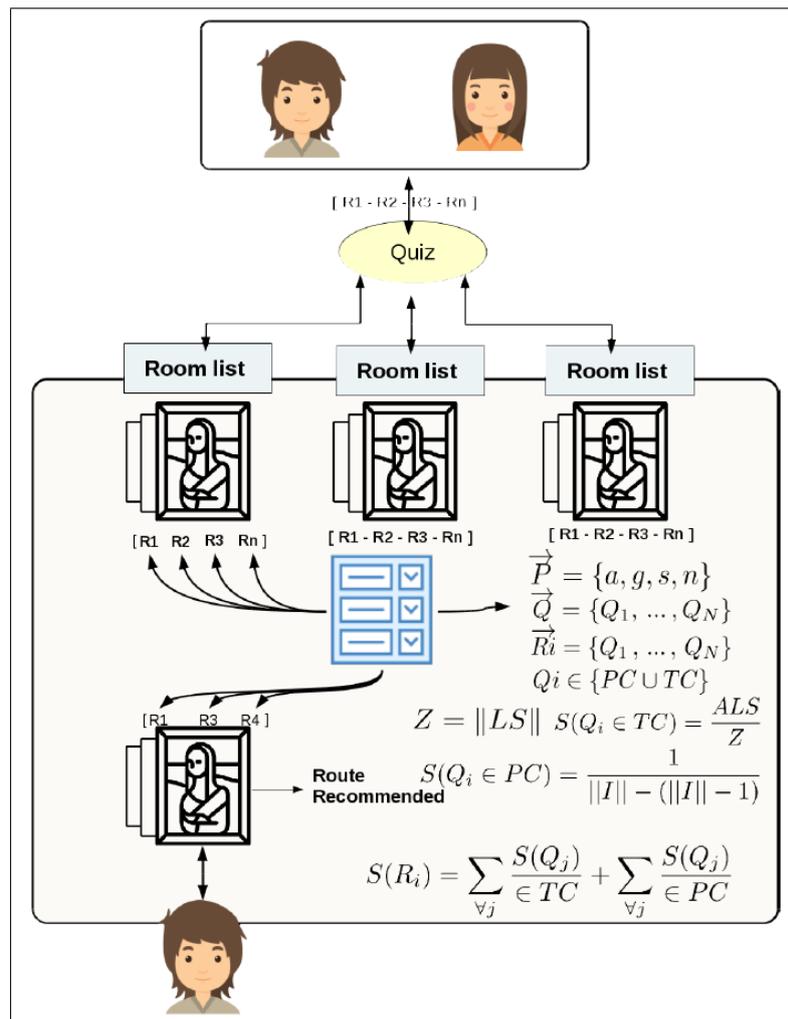


Figura 11.2: Estructura y ecuaciones usadas en el sistema experto

### 11.1.3. An interactive educational tool based on virtual reality, mobile applications and comic strips to teach children the Cañari and Inca cultures in the Ecuadorian context

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), debido a la rapidez del cambio cultural, salvaguardar el patrimonio cultural tangible e intangible del mundo se ha convertido en una empresa cada vez más compleja y multidimensional. Por lo tanto, es fundamental para los niños y jóvenes de hoy aprender la cultura, los valores y las tradiciones que definen su identidad, así como la identidad de su nación. Por estas razones, en este documento, presentamos una aplicación interactiva destinada a apoyar tanto la enseñanza como el rescate del patrimonio de las culturas indígenas Cañari e Inca. Nuestra aplicación móvil se puede utilizar en el hogar de los niños o durante las visitas guiadas de uno de los museos más importantes de Ecuador: el Museo Pumapungo. Del mismo modo, la aplicación puede identificar códigos QR para mostrar material multimedia a niños, contiene varios objetos 3D que se presentan con Realidad Aumentada (AR) e incorpora un módulo de Procesamiento de Lenguaje Natural (PNL) para determinar el progreso del aprendizaje de los niños. En esta línea, es importante mencionar que los niños usan la aplicación para crear pequeñas "historias" sobre los conceptos aprendidos. La aplicación se probó en visitas guiadas reales en el museo con 30 niños de tres escuelas diferentes (de ingresos bajos y medios), y los resultados muestran altos niveles de interés en los contenidos y la aplicación.



Figura 11.3: Ejemplo de uso de realidad aumentada

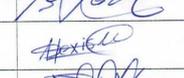
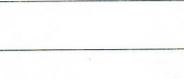
## 11.2. Actas para la elicitación de requerimientos





<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
<b>Fecha:</b>	22/09/2017	<b>Hora de Inicio:</b>	10:00
		<b>Hora de Fin:</b>	11:30
<b>Duración de la Reunión:</b>	1:30	<b>Numero de Acta:</b>	001

• **Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Isaac Cajas	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Virginia Roldán	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Marco Semper tegui	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Resista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Resista	Universidad Politécnica Salesiana	

• **Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Recopilación de información para la estructuración de la base de datos.
Funcionalidad del aplicativo.
Análisis de la información de los usuarios.
Estructuración de los espacios interactivos.

Figura 11.4: Acta 1

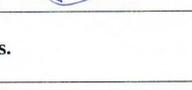
	
Sistema de registro de usuarios.	
Sistema de ingreso de los usuarios al aplicativo.	
• Firmas	
Museo Pumapungo	GIATA

Figura 11.5: Acta 1



<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
<b>Fecha:</b>	27/09/2017	<b>Hora de Inicio</b>	10:00
		<b>Hora de Fin:</b>	11:43
<b>Duración de la Reunión:</b>	1:43	<b>Numero de Acta:</b>	002

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Isaac Cajás	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Virginia Roldán	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Marco Sempertegui	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	

**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Análisis de sobre la posibilidad de la creación de un grupo para el análisis de datos.
Análisis sobre la posible implementación de publicidad dentro del aplicativo.
Análisis de formatos de soporte del aplicativo.
Análisis sobre el soporte de animaciones dentro del aplicativo.



Figura 11.6: Acta 2

				
Análisis de realidad aumentada dentro del aplicativo.				
Análisis sobre el soporte de datos en 3D.				
<b>• Firmas</b>				
<table border="1"><tr><td>Museo Pumapungo</td><td></td><td>GIATA</td><td></td></tr></table>	Museo Pumapungo		GIATA	
Museo Pumapungo		GIATA		

Figura 11.7: Acta 2

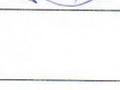


Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura



<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
<b>Fecha:</b>	29/09/2017	<b>Hora de Inicio</b>	10:00
		<b>Hora de Fin:</b>	11:30
<b>Duración de la Reunión:</b>	1:30	<b>Numero de Acta:</b>	003

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Isaac Cajas	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Virginia Roldán	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Marco Semper tegui	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Resista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paúl Arias	Resista	Universidad Politécnica Salesiana	

**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Se conversó de la internacionalidad sobre la aplicación pero no se concluyó el uso del mismo.
Se definió el uso del servidor en la cátedra de la Unesco para la recopilación de datos.
Se definió el método de descarga de la aplicación.
Análisis de información a ser recolectada de los usuarios con sus validaciones.
Se definió que el usuario iniciará sesión solo con el nombre de usuario y no tendrá el mismo

Figura 11.8: Acta 3

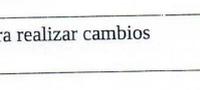
				
contraseña.				
Se dejó en claro que una vez definida la estructura de la base de datos del sistema no se realizarán cambios posteriores sobre la misma.				
<b>Firmas</b>				
<table border="1"><tr><td>Museo Pumapungo</td><td></td><td>GIATA</td><td></td></tr></table>	Museo Pumapungo		GIATA	
Museo Pumapungo		GIATA		

Figura 11.9: Acta 3



<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
<b>Fecha:</b>	12/01/2018	<b>Hora de Inicio:</b>	10:00
		<b>Hora de Fin:</b>	11:30
<b>Duración de la Reunión:</b>	1:30	<b>Numero de Acta:</b>	004

• **Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Isaac Cajas	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Virginia Roldán	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Marco Semper tegui	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Resista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Resista	Universidad Politécnica Salesiana	

• **Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Se compromete la institución a trabajar conjuntamente una semana para realizar cambios específicos de la interfaz grafica.
Análisis de fondos de pantallas para la aplicación.
Análisis de un gif animado para la bienvenida de la aplicación.
Se revisó la gama de colores para la aplicación.
Se definió los tiempos para los trabajos de cada miembro del equipo.

Figura 11.10: Acta 4

The document features several logos at the top: a building icon, 'uni tuin', 'UNIVERSIDAD SALESIANA', and 'GIATA'. Below these is a large empty rectangular box. Underneath, the text '• Firmas' is followed by a signature strip. This strip contains two boxes: the first is labeled 'Museo Pumapungo' and contains a blue ink signature; the second is labeled 'GIATA' and contains another blue ink signature.

Figura 11.11: Acta 4



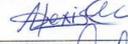
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura  
 Carrera UNESCO  
 Incorporarse de nuevo para la inclusión Educativa



GIATA

<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
<b>Fecha:</b>	15/01/2018	<b>Hora de Inicio</b>	10:30
		<b>Hora de Fin:</b>	11:43
<b>Duración de la Reunión:</b>	1:43	<b>Numero de Acta:</b>	005

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Isaac Cajas	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Virginia Roldán	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Marco Sempertegui	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	

**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Análisis del diseño gráfico cuestión tipográfica, distribución de espacios.
Análisis de información a recabar en la encuesta.
Análisis de video introductorio para el aplicativo y slogan.
Entrega de información que se va a presentar en el aplicativo.
Agnación de tiempos para reuniones posteriores.



Figura 11.12: Acta 5



Contribución de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Centro UNESCO

Neurología de apoyo para la inclusión educativa

**• Firmas**

Museo Pumapungo		GIATA	
-----------------	---	-------	--

Figura 11.13: Acta 5



Universidad Politécnica Salesiana  
Comisión de Asesoría para la Innovación Educativa

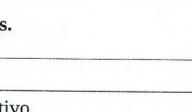
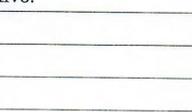


GIATA

<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.				
<b>Fecha:</b>	15/01/2018	<b>Hora de Inicio</b>	10:30	<b>Hora de Fin:</b>	11:43
<b>Duración de la Reunión:</b>	1:43	<b>Numero de Acta:</b>	006		

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Isaac Cajas	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	

**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Diseño de un fondo general que se va a distribuir en todo el aplicativo.
Análisis de la gama de colores sobre los cuales se va a trabajar en el aplicativo.
Diseño de fondo a insertar sobre los botones del aplicativo.
Diseño del logo a utilizar en el aplicativo.

**• Firmas**

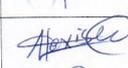
<b>Museo Pumapungo</b>		<b>GIATA</b>	
------------------------	---	--------------	--

Figura 11.14: Acta 6



<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
<b>Fecha:</b>	16/01/2018	<b>Hora de Inicio</b>	10:30
		<b>Hora de Fin:</b>	11:43
<b>Duración de la Reunión:</b>	1:43	<b>Numero de Acta:</b>	007

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Isaac Cajas	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	

**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Análisis de la tipografía que se va a utilizar en el aplicativo.
Rediseño del fondo que se va a distribuir en todo el aplicativo.
Análisis de factibilidad de formatos a utilizar en el fondo del aplicativo.

**• Firmas**

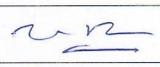
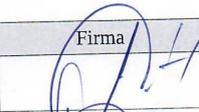
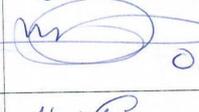
<b>Museo Pumapungo</b>		<b>GIATA</b>	
------------------------	---	--------------	--

Figura 11.15: Acta 7



<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
<b>Fecha:</b>	17/01/2018	<b>Hora de Inicio</b>	15:30
		<b>Hora de Fin:</b>	18:00
<b>Duración de la Reunión:</b>	1:43	<b>Numero de Acta:</b>	008

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Virginia Roldán	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	

**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Diseño de la distribución de espacios de la pantalla de fogueo del aplicativo móvil.
Diseño del ícono a implementar en los botones del aplicativo móvil.
Rediseño del fondo para mejorar contrastes con la tipografía.

**• Firmas**

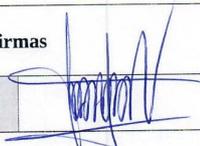
<b>Museo Pumapungo</b>		<b>GIATA</b>	
------------------------	---	--------------	--

Figura 11.16: Acta 8



<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
<b>Fecha:</b>	19/01/2018	<b>Hora de Inicio</b>	15:30
		<b>Hora de Fin:</b>	18:00
<b>Duración de la Reunión:</b>	2 horas	<b>Numero de Acta:</b>	009

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	

**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Diseño de la pantalla de fogueo del usuario en el placativo móvil.
Diseño en la redistribución de espacios de la pantalla de fogueo del aplicativo móvil.
Diseño de la pantalla de registro del usuario en el aplicativo móvil.

**• Firmas**

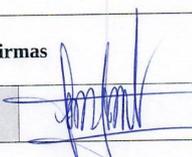
<b>Museo Pumapungo</b>	<b>GIATA</b>
	

Figura 11.17: Acta 9



Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura  
 Oficina UNESCO  
 Tecnologías de Apoyo para la Inclusión Educativa



<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
Fecha:	30/01/2018	Hora de Inicio:	15:30
		Hora de Fin:	18:00
Duración de la Reunión:	2 horas	Numero de Acta:	010

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Isaac Cajas	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	

**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Diseño de la pantalla de la pantalla principal en el aplicativo móvil.
Diseño en la redistribución de espacios de la pantalla principal del aplicativo móvil.
Diseño de la pantalla de pantalla principal en el aplicativo móvil.

**• Firmas**

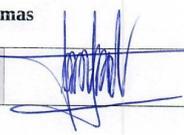
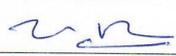
<b>Museo Pumapungo</b>		<b>GIATA</b>	
------------------------	---	--------------	--

Figura 11.18: Acta 10



**Proyecto:** Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.

Fecha: 08/02/2018

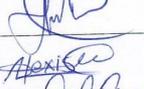
Hora de Inicio: 15:00

Hora de Fin: 18:00

Duración de la Reunión: 2 horas

Numero de Acta: 011

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Isaac Cajas	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Virginia Roldán	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	

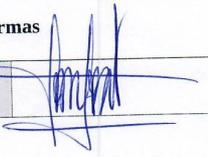
**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Compromiso a entregar la documentación necesaria de las vitrinas con sus objetos, las maquetas con los datos e imágenes y las mesas con sus respectivos videos.

Redistribución de espacios dentro del aplicativo .

**• Firmas**

Museo Pumapungo



GIATA



Figura 11.19: Acta 11

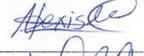




<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
<b>Fecha:</b>	17/01/2018	<b>Hora de Inicio</b>	15:30
		<b>Hora de Fin:</b>	18:00
<b>Duración de la Reunión:</b>	1:43	<b>Numero de Acta:</b>	005

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Virginia Roldán	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	

**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Diseño de la distribución de espacios de la pantalla de foguero del aplicativo móvil.
Diseño del ícono a implementar en los botones del aplicativo móvil.
Rediseño del fondo para mejorar contrastes con la tipografía.

**• Firmas**

<b>Museo Pumapungo</b>		<b>GIATA</b>	
------------------------	---	--------------	--

Figura 11.20: Acta 12

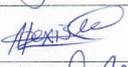
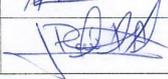


Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura  
 Oficina de la UNESCO en Tarma  
 Universidad Politécnica Salesiana



<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
<b>Fecha:</b>	15/01/2018	<b>Hora de Inicio</b>	10:30
		<b>Hora de Fin:</b>	11:43
<b>Duración de la Reunión:</b>	1:43	<b>Numero de Acta:</b>	005

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Isaac Cajas	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	

**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Diseño de un fondo general que se va a distribuir en todo el aplicativo.
Análisis de la gama de colores sobre los cuales se va a trabajar en el aplicativo.
Diseño de fondo a insertar sobre los botones del aplicativo.
Diseño del logo a utilizar en el aplicativo.

**• Firmas**

<b>Museo Pumapungo</b>		<b>GIATA</b>	
------------------------	---	--------------	--

Figura 11.21: Acta 13



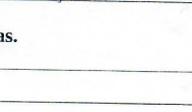
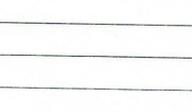
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura  
Cátedra UNESCO  
Acciones de apoyo para la Institución Educativa



<b>Proyecto:</b>	Diseño y desarrollo de un sistema de gestión y una aplicación móvil lúdica interactiva para brindar soporte de las visitas de niños al Museo Pumapungo.		
<b>Fecha:</b>	16/01/2018	<b>Hora de Inicio</b>	10:30
		<b>Hora de Fin:</b>	11:43
<b>Duración de la Reunión:</b>	1:43	<b>Numero de Acta:</b>	005

**• Asistentes**

Nombre	Cargo	Institución	Firma
Isaac Cajas	Colaborador Voluntario en el Proyecto de exposición de sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Jorge Ortega	Responsable de la sala arqueológica	Museo Pumapungo	
Diego Matute	Responsable de la conservación de bienes para la sala de arqueología	Museo Pumapungo	
Alexis Medina	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	
Paul Arias	Tesista	Universidad Politécnica Salesiana	

**• Temáticas tratadas en la reunión / Actividades Realizadas.**

Análisis de la tipografía que se va a utilizar en el aplicativo.
Rediseño del fondo que se va a distribuir en todo el aplicativo.
Análisis de factibilidad de formatos a utilizar en el fondo del aplicativo.

**• Firmas**

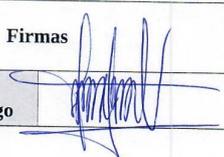
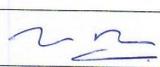
<b>Museo Pumapungo</b>		<b>GIATA</b>	
------------------------	---	--------------	--

Figura 11.22: Acta 14