

**Integración de información compartida entre dispositivos móviles
Android mediante mecanismos P2P-NFC en un contexto de museo**



**Universidad
del Cauca**

Trabajo de Grado

Victoria Cháves Peña

Carlos Esteban Cabrera Sanzón

Director: PhD. Ing. Gustavo Adolfo Ramírez González

CoDirector: Mag. A.E. Ángela Rocío Chantre Astaíza

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Departamento de Telemática

Línea de Investigación en Servicios Avanzados en Telecomunicaciones

Popayán, Septiembre de 2014

Agradecimientos

En el presente trabajo de grado doy gracias a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado y hacer realidad este sueño anhelado. A mi familia por brindarme su apoyo incondicional y en especial a mis padres por permitirme culminar esta etapa de mi vida.

Victoria Chaves

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera. A mis padres Carlos y Maria Elena por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación. A mis hermanas por ser parte importante en mi vida. A mi novia por su apoyo y por haber estado a mi lado durante mi carrera. A mis compañeros Rafael, Diego, Jose y Sebastián por que más que compañeros fueron mis amigos. Y a mi compañera de tesis por trabajar junto a mí para conseguir este gran logro en mi vida.

Esteban Cabrera

A la UNIVERSIDAD DEL CAUCA por darnos la oportunidad de estudiar y así lograr ser unos profesionales. A nuestro Director de Tesis, Dr. Gustavo Ramírez por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia y su paciencia logró motivarnos para poder terminar nuestros estudios con éxito. También agradecemos a nuestros profesores que durante toda nuestra carrera profesional han aportado con un granito de arena a nuestra formación.

Resumen

La tecnología de comunicación de campo cercano (Near Field Communication, NFC) es una tecnología con un gran potencial, tanto en la transferencia de datos, como en pagos móviles y almacenamiento de información que aún no ha sido lo suficientemente explotada debido a limitaciones en los equipos, el desconocimiento de su uso y de cómo aprovechar todas sus características.

Este trabajo de grado presenta el diseño, desarrollo y ejecución de un conjunto de experiencias que interactúan con la herramienta implementada en un contexto de museo, que consta de una aplicación móvil que utiliza la tecnología NFC en su modo de lectura de etiquetas NFC y en su modo de operación P2P. Cada Objeto de Museo está asociado a una etiqueta NFC almacenando la URL que redirecciona al contenido digital del Objeto seleccionado. También se implementa la sección del intercambio de información entre dos dispositivos móviles con soporte NFC, para que los visitantes puedan compartir su información cuando visitan un Museo.

Abstract

Near Field Communication technology (NFC) is a technology with great potential, both in data transfer and mobile payment and storage of information, that has not yet been as sufficiently exploited due to limitations in equipment, the lack of knowledge of its use and how to use all its features.

This thesis presents the design, development and implementation of a set of experiences which interact with the tool implemented in a context of Museum, which consists of a mobile application that uses NFC technology in its mode of reading tags NFC and in their mode of operation P2P. Each Museum Object is associated with an NFC tag that stores the URL that redirects to the digital content of the selected Object. Also implements the section of the exchange of information between two mobile devices with NFC support, so visitors can share their information when they visit a museum.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Problema y Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Hipótesis	3
1.4. Experimentación	3
1.5. Conclusiones y Divulgación	3
1.6. Metodología de Trabajo	4
1.7. Estructura del Documento	4
2. Estado del Arte	7
2.1. Conceptos Fundamentales	7
2.1.1. Internet de Objetos (IOT):	7
2.1.2. Objetos Aumentados:	7
2.1.3. Escenarios de Interacción:	8
2.2. Tecnologías Relacionadas	8
2.2.1. RFID	8
2.2.2. NFC	10
2.2.3. Etiqueta NFC	10
2.2.4. NFC Modo de Operación Lectura/Escritura	11
2.2.5. NFC Modo de Operación Peer to Peer (P2P)	13
2.2.6. Android	13
2.3. Vigilancia Tecnológica	14
2.3.1. Planeación	14
2.3.2. Búsqueda y Captación	15
2.3.3. Análisis	15
2.3.4. Comunicación	25
2.3.5. Conclusiones preliminares del proceso de Vigilancia Tecnológica	27
2.4. Trabajos Relacionados	27
2.4.1. Studying Different Methods of Providing Input to Collaborative Interactive Museum Exhibit Using Mobile Devices	27
2.4.2. Ubiquitous Wikipedia on Handheld Device for Mobile Learning	28

2.4.3.	Mobile agent based network access for mobile electronic guidebooks	28
2.4.4.	Indoor Localization and Guidance Using Portable Smartphones	28
2.4.5.	NFC technology applied to touristic-cultural field: A case study on an Italian museum	29
2.4.6.	iMuse Mobile Tour: A personalized multimedia museum guide opens to groups	29
2.4.7.	Enhancing user experience at museums using smart phones with RFID	29
2.4.8.	A Location-Aware System Using RFID and Mobile Devices for Art Museums	29
2.4.9.	Exchange of contact data between mobile phones using NFCIP	30
2.4.10.	Study on the Feasibility of NFC P2P Communication for Nursing Care Daily Work	30
2.5.	Conclusiones del Estado del Arte	30
3.	Modelo de intercambio de información NFC-P2P en museos	33
3.1.	Logística y operación de un Museo	33
3.1.1.	Museo	33
3.1.2.	Tipos de recorridos en un museo	36
3.1.3.	Objeto (de museo) o musealia	38
3.1.4.	Colección	38
3.1.5.	Tipos de exposiciones	38
3.1.6.	Público	40
3.1.7.	Profesiones	40
3.2.	Tecnología NFC aplicada al modelo de referencia	42
3.2.1.	Etiquetas NFC asociadas a los Objetos Aumentados	42
3.2.2.	Tecnología NFC-P2P asociada con un intercambio de recorridos.	43
3.3.	Escenarios de interacción	43
3.3.1.	Escenario de creación de Objetos Aumentados (OA)	44
3.3.2.	Escenario de asociación del Objeto Aumentado a una etiqueta NFC	44
3.3.3.	Escenario de generación de recorridos	44
3.3.4.	Escenario de intercambio de información entre dos usuarios con dispositivo móvil Android con soporte NFC-P2P.	45
3.3.5.	Escenario de evaluación de la aplicación móvil	45
3.4.	Arquitectura de las tecnologías relacionadas	46
3.4.1.	Arquitectura NFC-Modo de emulación de lector	46
3.4.2.	Arquitectura NFC-P2P	46
3.4.3.	Arquitectura Android	48
3.5.	Patrones de arquitectura	51
3.5.1.	Patrón de arquitectura basado en RFID	51
3.5.2.	Patrón de Arquitectura Cliente-Servidor	54
3.6.	Conclusiones	55

4. Implementación del Modelo de intercambio de información NFC-P2P en museos	57
4.1. Alternativas de implementación de la aplicación	57
4.1.1. Modo Lectura de etiquetas	57
4.1.2. Modo Intercambio de información P2P	58
4.1.3. Categorización de visitantes	59
4.2. Selección de los modos para el desarrollo de la aplicación móvil en un entorno de museos.	60
4.2.1. Selección modo lectura de etiquetas Off-Line	60
4.2.2. Selección modo intercambio de información P2P On-Line	60
4.2.3. Selección modos de visitantes	61
4.3. Descripción de los mecanismos para implementar la aplicación móvil	61
4.3.1. Vista de Casos de Uso	62
4.3.2. Vista lógica	66
4.3.3. Vista de procesos	68
4.3.4. Vista de Implementación	70
4.3.5. Vista de despliegue	70
4.4. Conclusiones	71
5. Caso de estudio	73
5.1. Diseño de experiencias	73
5.1.1. Proceso de selección de un Museo en la Ciudad de Popayán	74
5.1.2. Visita a la Casa Museo Mosquera	75
5.2. Preparación de experiencias	78
5.2.1. Medición de la estructura del museo	79
5.2.2. Diseño de la red	79
5.2.3. Levantamiento de la información de las piezas de las salas de exposición	81
5.2.4. Fotos de las piezas existentes en las salas de exposición	82
5.2.5. Etiquetas NFC	83
5.2.6. Diseño digital de los objetos	83
5.2.7. Diseño de ambiente	86
5.2.8. Guión	88
5.2.9. Encuestas	88
5.3. Ejecución de experiencias	89
5.3.1. Primera Experiencia: Grupo Docentes	89
5.3.2. Segunda Experiencia: Grupo Introducción a la Ingeniería I	91
5.3.3. Tercera experiencia: Grupo Patrimonio Cultural	101
5.3.4. Cuarta experiencia: Grupo de Introducción a la Ingeniería II	102
5.3.5. Quinta experiencia: Grupo Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos	103
5.3.6. Sexta experiencia: Grupo Expertos	104
5.4. Conclusiones	105

6. Análisis de las transiciones de los visitantes con Cadenas de Markov	109
6.1. Introducción y conceptos	109
6.1.1. Procesos estocásticos	109
6.1.2. Cadenas de Markov	110
6.1.3. Cadenas de Markov para modelar el movimiento espacio-temporal del visitante	113
6.1.4. Validación del modelo	114
6.2. Diseño del modelo e implementación de Cadenas de Markov en modelamiento del movimiento espacio-temporal de visitantes	115
6.3. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 1	115
6.3.1. Definición de Estados y Matriz de Transición en la Sala 1	115
6.3.2. Validación del modelado de Cadenas de Markov para el movimiento de visitantes en el caso de estudio (Sala 1)	123
6.3.3. Patrones de movilidad de las secuencias o transiciones del visitante en la Sala 1	124
6.3.4. Patrones de movilidad de cada Estado (Objeto de Museo) en la Sala 1	127
6.3.5. Conclusiones Cadenas de Markov en la Sala 1	136
6.4. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 2	137
6.4.1. Conclusiones Cadenas de Markov en la Sala 2	137
6.5. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 3	139
6.5.1. Conclusiones Cadenas de Markov en la Sala 3	139
6.6. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 4	140
6.6.1. Conclusiones Cadenas de Markov en la Sala 4	140
6.7. Conclusiones	142
7. Conclusiones y Trabajo Futuro	143
7.1. Conclusiones por Capítulo	143
7.1.1. Conclusiones sobre el estado del arte	143
7.1.2. Conclusiones sobre el modelo de intercambio de información NFC-P2P	144
7.1.3. Conclusiones sobre la implementación del modelo de intercambio de información NFC-P2P	145
7.1.4. Conclusiones sobre el caso de estudio	145
7.1.5. Conclusiones sobre el análisis de Cadenas de Markov	147
7.2. Conclusiones Generales	147
7.3. Aportes	148
7.3.1. Modelo de intercambio de información NFC-P2P	148
7.3.2. Herramienta implementada para el modelo de intercambio de informa- ción NFC-P2P	149
7.3.3. Experiencias en un contexto de museo	149
7.4. Lecciones Aprendidas	150
7.5. Trabajos Futuros	150

A. Análisis del Caso de Estudio	5
A.1. Tercera experiencia: Grupo Patrimonio Cultural	5
A.1.1. Síntesis y análisis de la información compartida de la tercera experiencia	9
A.1.2. Síntesis y análisis de información de las encuestas de satisfacción de la tercera experiencia	11
A.2. Cuarta experiencia: Grupo de Introducción a la Ingeniería II	17
A.3. Quinta experiencia: Grupo Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos .	27
A.3.1. Síntesis y análisis de la información compartida de la quinta experiencia	29
A.3.2. Síntesis y análisis de información de las encuestas de satisfacción de la quinta experiencia	31
A.4. Sexta experiencia: Grupo Expertos	36
A.4.1. Síntesis y análisis de la información compartida de la quinta experiencia	38
A.4.2. Síntesis y análisis de información de las encuestas de satisfacción de la sexta experiencia	39
B. Análisis de las transiciones de los visitantes con Cadenas de Markov	45
B.1. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 2	45
B.1.1. Definición de Estados y Matriz de Transición en la Sala 2	45
B.1.2. Validación del modelado de cadenas de Markov para el movimiento de visitantes en el caso de estudio	50
B.1.3. Patrones de movilidad de las secuencias o transiciones del visitante en la Sala 2	52
B.1.4. Patrones de movilidad de cada Estado (Objeto de Museo) en la Sala 2 .	54
B.2. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 3	59
B.2.1. Definición de Estados y Matriz de Transición en la Sala 3	59
B.2.2. Validación del modelado de Cadenas de Markov para el movimiento de visitantes en el caso de estudio	64
B.2.3. Patrones de Movilidad de las secuencias o transiciones del visitante en la Sala 3	66
B.2.4. Patrones de movilidad de cada Estado (Objeto de Museo) en la Sala 3 .	68
B.3. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 4	74
B.3.1. Definición de Estados y Matriz de Transición en la Sala 4	74
B.3.2. Validación del modelado de Cadenas de Markov para el movimiento de visitantes en el caso de estudio	79
B.3.3. Patrones de Movilidad de las secuencias o transiciones del visitante en la Sala 4	81
B.3.4. Patrones de movilidad de cada Estado (Objeto de Museo) en la Sala 4 .	83
C. Guión de las Experiencias	89

D. Encuestas de Satisfacción	99
D.1. Formato Encuestas de Satisfacción para estudiantes	99
D.2. Formato Encuestas de Satisfacción para docentes	100

Listado de Figuras

1.1. Fases de desarrollo del proyecto	4
2.1. Componentes de un sistema RFID.	9
2.2. NFC modo de operación lectura/escritura.	12
2.3. NFC. Modelo de uso genérico del modo escritor.	12
2.4. Fases de Vigilancia Tecnológica.	14
2.5. Número de artículos en relación a RFID y Museos que se han desarrollado en cada año.	16
2.6. Autores más relevantes relacionados con la tecnología RFID.	17
2.7. Matriz que relaciona Años y Autores con la tecnología RFID.	18
2.8. Número de artículos en relación a NFC y Museos que se han desarrollado en cada año.	19
2.9. Autores más relevantes relacionados con la tecnología NFC.	20
2.10. Matriz que relaciona Años y Autores con la tecnología NFC.	21
2.11. Número de artículos que se han desarrollado cada año relacionados con el modo de operación P2P de NFC.	22
2.12. Autores más relevantes relacionados con el modo de operación P2P de NFC.	23
2.13. Matriz que relaciona años con autores relacionados con el modo de operación P2P de NFC.	24
2.14. Revistas más relevantes relacionadas con la tecnología RFID.	25
2.15. Revistas más relevantes relacionadas con la tecnología NFC.	26
2.16. Revistas más relevantes relacionadas con el modo de operación P2P de NFC.	26
3.1. Elementos constitutivos de un Museo.	34
3.2. Recorrido sugerido.	37
3.3. Recorrido libre.	37
3.4. Recorrido obligatorio.	37
3.5. Etiqueta NFC con el contenido digital del Objeto de Museo.	42
3.6. Posición de dispositivos móviles para el intercambio de información mediante NFC-P2P.	43
3.7. Modo de emulación de lector.	46

3.8. Modo P2P Activo-Pasivo.	47
3.9. Modo P2P Activo-Activo.	47
3.10. Arquitectura del sistema operativo Android.	48
3.11. Patrón de arquitectura centralizado.	52
3.12. Patrón de arquitectura semi-distribuido.	52
3.13. Patrón de arquitectura distribuido.	53
3.14. Patrón de arquitectura de memoria compartida distribuida.	53
3.15. Patrón de Arquitectura Cliente-Servidor.	54
4.1. Descripción de arquitectura según Kruchten.	61
4.2. Diagrama de casos de uso de los mecanismos para almacenar, recuperar e intercambiar información.	62
4.3. Diagrama de Paquetes.	66
4.4. Diagrama Entidad-Relación.	67
4.5. Diagrama de Bases de datos.	67
4.6. Diagrama de Clases.	68
4.7. Diagramas de actividades.	69
4.8. Diagrama de componentes del modelo de intercambio NFC-P2P.	70
4.9. Diagrama de despliegue del modelo de intercambio NFC-P2P.	71
5.1. Presentación a Directivos de Museos.	74
5.2. Estructura de la Casa Museo Mosquera.	76
5.3. Estructura de la Casa Museo Mosquera.	76
5.4. Puntos de toma de corriente.	77
5.5. Distribución de los objetos en el museo.	78
5.6. Mapa en 3D de las salas de exposición de la Casa Museo Mosquera	79
5.7. Primer diseño de distribución de red inalámbrica Casa Museo Mosquera.	80
5.8. Segundo diseño de distribución de Red inalámbrica Casa Museo Mosquera.	81
5.9. Tarjetas de información de los objetos de la Casa Museo Mosquera.	82
5.10. Etiqueta NFC escogida para la experiencia.	83
5.11. Parte frontal de la información del objeto.	84
5.12. Parte de atrás de la información del objeto.	84
5.13. Animación que contiene dos o más objetos.	85
5.14. Animación de los videos de los objetos del Museo.	85
5.15. Diseño de las tarjetas para la experiencia.	86
5.16. Referencia de color y foto de los objetos.	87
5.17. Atriles en la Casa Museo Mosquera.	87
5.18. Tablas pequeñas que se diseñaron para soportar las tarjetas.	88
5.19. Distribución de las salas para interacción de los visitantes.	92
5.20. Variables de experiencia de interacción en la aplicación MuseosNFCP2P - Segunda experiencia.	96

5.21. Variables para medir el grado de aceptación de la aplicación MuseosNFCP2P - Segunda experiencia.	96
5.22. Variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia. - Segunda experiencia.	97
5.23. Respuesta a “La experiencia de interacción con la aplicación es:” - Segunda experiencia.	97
5.24. Respuesta a “La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:” - Segunda experiencia.	98
5.25. Respuesta a “La experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es:” - Segunda experiencia.	98
5.26. Respuesta a “El manejo de la aplicación móvil es:” - Segunda experiencia.	99
5.27. Respuesta a “El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:” - Segunda experiencia.	99
5.28. Respuesta a “Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?” Segunda experiencia.	100
5.29. Respuesta a “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” - Segunda experiencia.	100
6.1. Secuencia de Movimiento.	117
6.2. Ejemplo de Secuencia de Movimiento.	117
6.3. Transición de Objeto a Objeto.	118
6.4. Árbol de transiciones de la Sala 1, primera parte.	119
6.5. Árbol de transiciones de la Sala 1, segunda parte.	120
A.1. Distribución de las salas para interacción de los usuarios.	5
A.2. Variables de experiencia de interacción en la aplicación MuseosNFCP2P - Tercera Experiencia.	11
A.3. Variables para medir si la información presentada en el dispositivo móvil es suficiente y clara - Tercera Experiencia.	12
A.4. Variables para medir el grado de aceptación de la aplicación MuseosNFCP2P - Tercera Experiencia.	12
A.5. Variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia. - Tercera Experiencia.	12
A.6. Respuesta a “La experiencia de interacción con la aplicación es:” - Tercera Experiencia.	13
A.7. Respuesta a “La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:” - Tercera Experiencia.	13
A.8. Respuesta a “La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:” - Tercera Experiencia.	14
A.9. Respuesta a “El manejo de la aplicación móvil es:” - Tercera Experiencia.	14
A.10. Respuesta a “a) La información que observó en el dispositivo móvil de las piezas del museo son:” - Tercera Experiencia.	15

A.11. Respuesta a “b) La información que observó en el dispositivo móvil de las piezas del museo son:” - Tercera Experiencia.	15
A.12. Respuesta a “El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:” - Tercera Experiencia.	16
A.13. Respuesta a “Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?” - Segunda experiencia.	16
A.14. Respuesta a “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” - Tercera Experiencia.	17
A.15. Variables de experiencia de interacción en la aplicación MuseosNFCP2P - Cuarta Experiencia.	21
A.16. Variables para medir el grado de aceptación de la aplicación MuseosNFCP2P - Cuarta Experiencia.	22
A.17. Variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia. - Cuarta Experiencia.	23
A.18. Respuesta a “La experiencia de interacción con la aplicación es:” - Cuarta Experiencia.	23
A.19. Respuesta a “La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:” - Cuarta Experiencia.	24
A.20. Respuesta a “La experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es:” - Cuarta Experiencia.	24
A.21. Respuesta a “El manejo de la aplicación móvil es:” - Cuarta Experiencia.	25
A.22. Respuesta a “El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:” - Cuarta Experiencia.	25
A.23. Respuesta a “Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?” Cuarta Experiencia.	26
A.24. Respuesta a “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” - Cuarta Experiencia.	26
A.25. Variables de experiencia de interacción en la aplicación MuseosNFCP2P - Quinta Experiencia.	31
A.26. Variables para medir el grado de aceptación de la aplicación MuseosNFCP2P - Quinta Experiencia.	31
A.27. Variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia. - Quinta Experiencia.	32
A.28. Respuesta a “La experiencia de interacción con la aplicación es:” - Quinta Experiencia.	32
A.29. Respuesta a “La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:” - Quinta Experiencia.	33
A.30. Respuesta a “La experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es:” - Quinta Experiencia.	33
A.31. Respuesta a “El manejo de la aplicación móvil es:” - Quinta Experiencia.	34

A.32. Respuesta a “El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:” - Quinta Experiencia.	34
A.33. Respuesta a “Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?” Quinta Experiencia.	35
A.34. Respuesta a “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” - Quinta Experiencia	35
A.35. Variables de experiencia de interacción en la aplicación MuseosNFCP2P - Sexta experiencia.	39
A.36. Variable para medir qué tan apto considera este tipo de sistema para el público universitario - Sexta experiencia.	40
A.37. Variable para medir el interés de usar este tipo de herramientas en los cursos que ellos dictan. - Sexta experiencia.	41
A.38. Respuesta a “La experiencia de interacción con la aplicación es:” - Sexta experiencia	41
A.39. Respuesta a “La experiencia de interacción con los objetos es:” - Sexta experiencia	42
A.40. Respuesta a “La experiencia de intercambio de información es:” - Sexta experiencia	42
A.41. Respuesta a “La experiencia de intercambio de información es:” - Sexta experiencia	43
A.42. Respuesta a “En caso de ser generalizado este tipo de sistema, considera que para el público universitario puede ser:” - Sexta experiencia	43
A.43. Respuesta a “De tenerlas disponibles, emplearía este tipo de herramientas en sus cursos?” - Sexta experiencia	44
B.1. Árbol de transiciones de la Sala 2, primera parte.	47
B.2. Árbol de transiciones de la Sala 2, segunda parte.	48
B.3. Árbol de transiciones de la Sala 3, primera parte.	61
B.4. Árbol de transiciones de la Sala 3, segunda parte.	62
B.5. Árbol de transiciones de la Sala 4, primera parte.	76
B.6. Árbol de transiciones de la Sala 4, segunda parte.	77

Listado de Tablas

2.1. Cuadro comparativo de etiquetas NFC	11
2.2. Comparación entre NFC, Bluetooth e infrarrojo.	13
2.3. Planeación de la Vigilancia Tecnológica	15
5.1. Ficha técnica de la primera experiencia.	89
5.2. Actividad de la primera experiencia	90
5.3. Ficha técnica de la segunda experiencia.	93
5.4. Actividad de la segunda experiencia.	94
5.5. Objetos compartidos en la Sala 3 (Segunda experiencia)	95
5.6. Objetos compartidos en la Sala 4 (Segunda experiencia)	95
6.1. Objetos de Museo Sala 1.	116
6.2. Matriz de Transición Sala 1	121
6.3. Probabilidades Iniciales Sala 1	122
6.4. Resumen del Procesamiento de los Casos de la Sala 1	124
6.5. Pruebas de Chi Cuadrado X^2 de la Sala 1	124
6.6. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=2	125
6.7. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=5	125
6.8. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=6	125
6.9. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=7	125
6.10. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=8	125
6.11. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=9	125
6.12. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=10	126
6.13. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=11	126
6.14. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=12	126
6.15. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=13	126
6.16. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=14	126
6.17. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=18	126
6.18. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=19	126
6.19. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=20	127
6.20. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=30	127

6.21. Probabilidad de estar en algún estado S después de un salto en la Sala 1	127
6.22. Probabilidad de estar en algún estado S después de dos saltos en la Sala 1	128
6.23. Probabilidad de estar en algún estado S después de tres saltos en la Sala 1	128
6.24. Probabilidad de estar en algún estado S después de cuatro saltos en la Sala 1	129
6.25. Probabilidad de estar en algún estado S después de cinco saltos en la Sala 1	129
6.26. Probabilidad de estar en algún estado S después de seis saltos en la Sala 1	130
6.27. Probabilidad de estar en algún estado S después de siete saltos en la Sala 1	130
6.28. Probabilidad de estar en algún estado S después de ocho saltos en la Sala 1	131
6.29. Probabilidad de estar en algún estado S después de nueve saltos en la Sala 1	131
6.30. Probabilidad de estar en algún estado S después de diez saltos en la Sala 1	132
6.31. Probabilidad de estar en algún estado S después de once saltos en la Sala 1	132
6.32. Probabilidad de estar en algún estado S después de doce saltos en la Sala 1	133
6.33. Probabilidad de estar en algún estado S después de trece saltos en la Sala 1	133
6.34. Probabilidad de estado resultante después de un periodo del periodo inicial en la Sala 1	134
6.35. Probabilidad de estado resultante después de dos periodos del periodo inicial en la Sala 1	134
6.36. Probabilidad de estado resultante después de tres periodos del periodo inicial en la Sala 1	135
6.37. Probabilidad de estado resultante después de cuatro periodos del periodo inicial en la Sala 1	135
6.38. Probabilidad de estado resultante después de cinco periodos del periodo inicial en la Sala 1	135
6.39. Probabilidad de estado resultante después de seis periodos del periodo inicial en la Sala 1	135
6.40. Probabilidad de estado resultante después de siete periodos del periodo inicial en la Sala 1	135
6.41. Probabilidad de estado resultante después de ocho periodos del periodo inicial en la Sala 1	135
6.42. Probabilidad de estado resultante después de nueve periodos del periodo inicial en la Sala 1	136
A.1. Ficha técnica de la tercera experiencia.	7
A.2. Actividad de la tercera experiencia.	8
A.3. Objetos compartidos en la Sala 1 (Tercera experiencia)	9
A.4. Objetos compartidos en la Sala 2 (Tercera experiencia)	10
A.5. Objetos compartidos en la Sala 3 (Tercera experiencia)	10
A.6. Objetos compartidos en la Sala 4 (Tercera experiencia)	10
A.7. Ficha técnica de la cuarta experiencia.	18
A.8. Actividad de la cuarta experiencia.	19
A.9. Objetos compartidos en la Sala 1 (Cuarta experiencia)	20
A.10. Objetos compartidos en la Sala 2 (Cuarta experiencia)	20

A.11. Objetos compartidos en la Sala 3 (Cuarta experiencia)	20
A.12. Objetos compartidos en la Sala 4 (Cuarta experiencia)	21
A.13. Ficha técnica de la quinta experiencia.	28
A.14. Actividad de la quinta experiencia.	28
A.15. Objetos compartidos en la Sala 1 (Quinta experiencia)	29
A.16. Objetos compartidos en la Sala 2 (Quinta experiencia)	30
A.17. Objetos compartidos en la Sala 3 (Quinta experiencia)	30
A.18. Objetos compartidos en la Sala 4 (Quinta experiencia)	30
A.19. Ficha técnica de la sexta experiencia.	37
A.20. Actividad de la sexta experiencia.	37
A.21. Objetos compartidos en la Sala 1 (Sexta experiencia)	38
A.22. Objetos compartidos en la Sala 2 (Sexta experiencia)	38
A.23. Objetos compartidos en la Sala 3 (Sexta experiencia)	38
A.24. Objetos compartidos en la Sala 4 (Sexta experiencia)	39
A.25. Escenarios alternativos considerados por los docentes - Sexta experiencia . . .	44
B.1. Objetos de Museo Sala 2	46
B.2. Matriz de Transición Sala 2	49
B.3. Probabilidades Iniciales Sala 2	50
B.4. Resumen del Procesamiento de los Casos de la Sala 2	51
B.5. Pruebas de Chi Cuadrado X^2 de la Sala 2	51
B.6. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=2	52
B.7. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=3	52
B.8. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=4	52
B.9. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=5	52
B.10. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=6	52
B.11. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=7	53
B.12. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=8	53
B.13. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=9	53
B.14. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=10	53
B.15. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=11	53
B.16. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=12	53
B.17. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=13	54
B.18. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=16	54
B.19. Probabilidad de estar en algún estado S después de un salto en la Sala 2	54
B.20. Probabilidad de estar en algún estado S después de dos saltos en la Sala 2 . . .	55
B.21. Probabilidad de estar en algún estado S después de tres saltos en la Sala 2 . . .	55
B.22. Probabilidad de estar en algún estado S después de cuatro saltos en la Sala 2 . .	55
B.23. Probabilidad de estar en algún estado S después de cinco saltos en la Sala 2 . .	56
B.24. Probabilidad de estar en algún estado S después de seis saltos en la Sala 2 . . .	56
B.25. Probabilidad de estar en algún estado S después de siete saltos en la Sala 2 . . .	56
B.26. Probabilidad de estar en algún estado S después de ocho saltos en la Sala 2 . . .	57

B.27. Probabilidad de estar en algún estado S después de nueve saltos en la Sala 2 . . .	57
B.28. Probabilidad de estar en algún estado S después de diez saltos en la Sala 2 . . .	57
B.29. Probabilidad de estado resultante después de un periodo del periodo inicial en la Sala 2	58
B.30. Probabilidad de estado resultante después de dos periodos del periodo inicial en la Sala 2	58
B.31. Probabilidad de estado resultante después de tres periodos del periodo inicial en la Sala 2	58
B.32. Probabilidad de estado resultante después de cuatro periodos del periodo inicial en la Sala 2	59
B.33. Probabilidad de estado resultante después de cinco periodos del periodo inicial en la Sala 2	59
B.34. Probabilidad de estado resultante después de seis periodos del periodo inicial en la Sala 2	59
B.35. Objetos de Museo Sala 3	60
B.36. Matriz de Transición Sala 3	63
B.37. Probabilidades Iniciales Sala 3	64
B.38. Resumen del Procesamiento de los Casos de la Sala 3	65
B.39. Pruebas de Chi Cuadrado X^2 de la Sala 3	65
B.40. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=3	66
B.41. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=4	66
B.42. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=5	66
B.43. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=6	66
B.44. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=7	66
B.45. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=8	67
B.46. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=9	67
B.47. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=11	67
B.48. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=12	67
B.49. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=14	67
B.50. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=15	67
B.51. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=16	68
B.52. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=17	68
B.53. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=22	68
B.54. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=25	68
B.55. Probabilidad de estar en algún estado S después de un salto en la Sala 3	69
B.56. Probabilidad de estar en algún estado S después de dos saltos en la Sala 3	69
B.57. Probabilidad de estar en algún estado S después de tres saltos en la Sala 3	69
B.58. Probabilidad de estar en algún estado S después de cuatro saltos en la Sala 3 . . .	70
B.59. Probabilidad de estar en algún estado S después de cinco saltos en la Sala 3 . . .	70
B.60. Probabilidad de estar en algún estado S después de seis saltos en la Sala 3	70
B.61. Probabilidad de estar en algún estado S después de siete saltos en la Sala 3	71

B.62. Probabilidad de estar en algún estado S después de ocho saltos en la Sala 3 . . .	71
B.63. Probabilidad de estar en algún estado S después de nueve saltos en la Sala 3 . . .	71
B.64. Probabilidad de estar en algún estado S después de diez saltos en la Sala 3 . . .	72
B.65. Probabilidad de estado resultante después de un periodo del periodo inicial en la Sala 3	72
B.66. Probabilidad de estado resultante después de dos periodos del periodo inicial en la Sala 3	73
B.67. Probabilidad de estado resultante después de tres periodos del periodo inicial en la Sala 3	73
B.68. Probabilidad de estado resultante después de cuatro periodos del periodo inicial en la Sala 3	73
B.69. Probabilidad de estado resultante después de cinco periodos del periodo inicial en la Sala 3	73
B.70. Probabilidad de estado resultante después de seis periodos del periodo inicial en la Sala 3	73
B.71. Probabilidad de estado resultante después de siete periodos del periodo inicial en la Sala 3	73
B.72. Probabilidad de estado resultante después de ocho periodos del periodo inicial en la Sala 3	74
B.73. Probabilidad de estado resultante después de nueve periodos del periodo inicial en la Sala 3	74
B.74. Objetos de Museo Sala 4.	75
B.75. Matriz de Transición Sala 4	78
B.76. Probabilidades Iniciales Sala 4	79
B.77. Resumen del Procesamiento de los Casos de la Sala 4	80
B.78. Pruebas de Chi Cuadrado X^2 de la Sala 4	80
B.79. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=1	81
B.80. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=2	81
B.81. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=3	81
B.82. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=4	81
B.83. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=5	81
B.84. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=6	82
B.85. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=7	82
B.86. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=8	82
B.87. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=11	82
B.88. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=12	82
B.89. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=15	82
B.90. Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=17	83
B.91. Probabilidad de estar en algún estado S después de un salto en la Sala 4	83
B.92. Probabilidad de estar en algún estado S después de dos saltos en la Sala 4	83
B.93. Probabilidad de estar en algún estado S después de tres saltos en la Sala 4	84

B.94. Probabilidad de estar en algún estado S después de cuatro saltos en la Sala 4 . . .	84
B.95. Probabilidad de estar en algún estado S después de cinco saltos en la Sala 4 . . .	84
B.96. Probabilidad de estar en algún estado S después de seis saltos en la Sala 4 . . .	85
B.97. Probabilidad de estar en algún estado S después de siete saltos en la Sala 4 . . .	85
B.98. Probabilidad de estar en algún estado S después de ocho saltos en la Sala 4 . . .	85
B.99. Probabilidad de estar en algún estado S después de nueve saltos en la Sala 4 . . .	86
B.100. Probabilidad de estar en algún estado S después de diez saltos en la Sala 4 . . .	86
B.101. Probabilidad de estado resultante después de un periodo del periodo inicial en la Sala 4	87
B.102. Probabilidad de estado resultante después de dos periodos del periodo inicial en la Sala 4	87
B.103. Probabilidad de estado resultante después de tres periodos del periodo inicial en la Sala 4	87
B.104. Probabilidad de estado resultante después de cuatro periodos del periodo inicial en la Sala 4	87
B.105. Probabilidad de estado resultante después de cinco periodos del periodo inicial en la Sala 4	87

Capítulo 1

Introducción

En este capítulo, se aborda de forma general el Problema y la Motivación de este trabajo de investigación, igualmente, se presentan los Objetivos planteados, la Hipótesis y las Contribuciones o aportes al estado del conocimiento actual. Además, la descripción de la Metodología para la elaboración de las distintas fases o actividades que conforman esta investigación. En la sección “Estructura del documento”, se realiza una corta descripción del contenido de cada uno de los capítulos, que hacen parte de este documento.

1.1. Problema y Motivación

Las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) han generado una revolución en la manera como las personas interactúan con su entorno, cambiando la forma en cómo nos comunicamos, aprendemos y nos relacionamos. Un ejemplo de ello se observa en los dispositivos móviles como celulares y tablets desde los cuales se puede consumir contenido alojado en Internet e intercambiar información entre sí por medio de diferentes tecnologías como son: Bluetooth, Infrarrojo, Wi-Fi y NFC.

NFC es una tecnología que surgió en el año 2002, la cual permite una comunicación eficiente entre dispositivos electrónicos ya que no requiere procesos de emparejamiento¹ y autenticación², la conexión se inicia una vez los dispositivos se encuentran próximos entre sí a una distancia menor a 10 cm, por lo tanto la comunicación es segura debido a su corto alcance; además que no posee auto activación o modo “siempre encendido” como si lo tiene la tecnología Bluetooth[1]. Esta tecnología debido a sus características está teniendo una gran acogida y crecimiento en el mercado actual, con más de 200 millones de teléfonos móviles con tecnología NFC que recientemente se han vendido[2], y gracias a su amplia usabilidad es empleada en diferentes contextos

¹Emparejamiento es el proceso por el cual dos dispositivos se identifican a través de una dirección física y se realiza a través de una contraseña común (PIN) que les posibilita la autenticación y el cifrado de datos.

²Autenticación es el proceso de intento de verificar la identidad digital del remitente de una comunicación como una petición para conectarse.

como el comercial, educativo y de entretenimiento. Uno de los modos de operación de la tecnología NFC es el modo P2P (Peer to Peer), el cual permite el intercambio de datos entre dos dispositivos electrónicos con soporte NFC.

El consumo de información a través de dispositivos móviles ha ido aumentando en los últimos años debido a la masificación de teléfonos inteligentes, los cuales cuentan con acceso a Internet y con pantallas aptas para visualizar pequeños documentos, además de otras funciones que facilitan el ingreso y la búsqueda de información. El actual Sistema Operativo líder de teléfonos inteligentes pertenece a la empresa Google Inc. bajo el nombre de Android [3], en su última versión 4.4 (KitKat)[4], que cuenta con un completo SDK(Software Development Kit) para desarrollo de aplicaciones y diferentes API's³(Application Programming Interface) para su implementación.

En los últimos años el uso de tecnologías digitales en museos ha tenido un crecimiento masivo tanto así que desde el año 2002 el número de visitantes virtuales en las páginas web de muchos museos ha sobrepasado el número de visitantes físicos en los mismos[5]. Para mejorar la experiencia de la visita dentro de los museos se han logrado desarrollos como la implementación de etiquetas con RFID para una guía asistida donde los visitantes pueden ampliar la información de lo que están observando. En una visita tradicional cuando los usuarios terminan de realizar el recorrido no queda un registro digital de las piezas que a ellos más les gustaron y por esta razón no hay forma de que puedan compartir lo que han observado de forma digital con otro visitante. Lo anterior es un avance y motivación a ingenieros para integrar servicios, tecnologías y plataformas para el intercambio de información dentro de los museos y de esta forma innovar para hacer más interactiva la visita con lo cual se mejora la calidad del servicio y poder así capturar mejor la atención de los visitantes.

Es por esta razón que se genera la necesidad técnica de cubrir un escenario de posible intercambio de información obtenida en museos haciendo uso del modo de operación P2P de la tecnología NFC, para compartir la experiencia de dos visitantes o más dentro de un museo, consecuente con esto surge la siguiente pregunta de investigación: *¿ Cómo intercambiar información obtenida en el contexto de visita a un museo entre usuarios de dispositivos móviles con soporte NFC en su modo de operación P2P?*

1.2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es proponer un mecanismo para el intercambio de información, basado en dispositivos móviles con sistema operativo Android y soporte NFC en modo de operación P2P para el intercambio de información entre visitantes de un museo.

³API es un conjunto de funciones y procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.

Como objetivos específicos se propone:

- Definir los mecanismos para almacenar, recuperar e intercambiar información entre usuarios de dispositivos móviles con sistema operativo Android y soporte la tecnología NFC en su modo de operación P2P.
- Implementar un aplicativo sobre la plataforma Android que soporte la tecnología NFC en su modo de operación P2P para el intercambio de información entre usuarios en museos.
- Evaluar el aplicativo propuesto en un caso práctico con un grupo de estudiantes de la ciudad de Popayán en un contexto de museos.

1.3. Hipótesis

Como hipótesis inicial para el desarrollo de esta tesis, se plantea:

Es posible intercambiar información recolectada de objetos aumentados en un contexto de visita a un Museo entre usuarios de dispositivos móviles Android con soporte NFC, a partir de la construcción e implementación de un modelo de intercambio de información NFC-P2P.

Bajo esta suposición, la incorporación de la tecnología NFC en un contexto de museos, puede mejorar la experiencia de los visitantes y permitir a los administradores del museo obtener información relevante para la administración del mismo como lo es conocer la interacción que tiene cada una de las personas con cada una de las piezas que estén en exposición.

1.4. Experimentación

Como parte de la experimentación, se planteó la implementación de actividades, diseñadas para estudiantes y docentes al interior de la Casa Museo Mosquera de la ciudad de Popayán, con el fin de evaluar la interacción entre usuarios y la aplicación móvil. Se desarrolló una encuesta de satisfacción de estas experiencias para tener en cuenta su diseño, resultados experimentales y mediciones de carácter estadístico descriptivo.

1.5. Conclusiones y Divulgación

Se realiza la síntesis de los resultados más relevantes, la recolección de experiencias, lecciones aprendidas y elementos para ser tenidos en cuenta a futuro. Como actividad de divulgación, dentro del proceso de socialización de resultados se tiene el desarrollo del Artículo Científico “Integración de información compartida entre dispositivos móviles Android mediante mecanismos P2P-NFC en un contexto de museo”, que presenta la implementación, desarrollo y resultados generales de las experiencias realizadas. Además se tiene como actividad de divulgación,

una nota emitida a través del medio de comunicación del noticiero de la Universidad del Cauca emitida el día 19 de Noviembre de 2013.

1.6. Metodología de Trabajo

Se toma el modelo para la investigación científica como referencia metodológica para el desarrollo del proyecto. La figura 1.1 muestra las diferentes fases de este modelo.

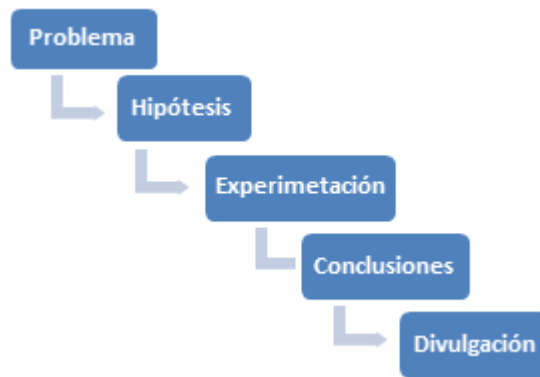


Figura 1.1: Fases de desarrollo del proyecto

En la fase de Experimentación se hace uso del Modelo para la Investigación Documental (MID) y el Modelo para la Construcción de Soluciones (MCS), componentes del Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería[6].

1.7. Estructura del Documento

Este documento ha sido dividido de la siguiente forma:

- El capítulo 1 presenta la introducción, la definición del problema y la estructura general del desarrollo de la tesis.
- El capítulo 2, denominado “Estado del Arte”, hace referencia a los conceptos fundamentales, tecnologías, trabajos y experiencias previas de otros investigadores acerca de tecnologías usadas en un contexto de museos.
- El capítulo 3, denominado “Modelo de intercambio de información NFC-P2P en museos”, aporta modelos conceptuales para la construcción de una solución oportuna.
- El capítulo 4, denominado “Implementación del Modelo de intercambio de información NFC-P2P en museos”, contiene modelos arquitectónicos y una descripción de las herramientas que soportan la integración.

- El capítulo 5, denominado “Caso de Estudio”, evidencia las actividades realizadas, la selección del museo, la configuración del entorno, los elementos utilizados, resultados obtenidos y análisis de acuerdo a las encuestas de satisfacción y la información compartida.
- El capítulo 6, denominado “Análisis de las transiciones de los visitantes con Cadenas de Markov”, contiene un análisis detallado del modelamiento espacio-temporal del movimiento de los visitantes en el museo.
- Finalmente el capítulo 7 presenta las conclusiones, trabajos futuros y aportes producto del desarrollo de la tesis.

Capítulo 2

Estado del Arte

Este capítulo describe de una forma detallada los conceptos y tecnologías relacionadas con el desarrollo de la presente tesis. De igual manera, describe las investigaciones más recientes que se han desarrollado[7], permitiendo determinar cómo ha sido tratada la temática de la tesis, cómo se encuentra en el momento de realizar la propuesta de investigación y cuáles son las tendencias[8]. Esto se puede observar en análisis gráficos utilizando el software Matheo Analyzer que ofrece una gran cantidad de herramientas avanzadas para el procesamiento y análisis de la información[9].

2.1. Conceptos Fundamentales

2.1.1. Internet de Objetos (IOT):

“La Internet de Objetos es una promesa de un mundo de dispositivos interconectados que proveen contenido relevante a los usuarios”. Esta definición proviene de un reporte de la UIT en el año 2005[10]. Dicha definición se basa en los datos entregados a los usuarios, donde el contenido relevante puede ser información de una medicina, de un producto en un almacén o simplemente la tarjeta personal de un profesional. La diferencia entre la Internet Tradicional y la Internet de Objetos es que, ésta última está centrada en el usuario impactando todas las áreas del conocimiento y toda actividad humana[10].

2.1.2. Objetos Aumentados:

Un objeto aumentado [OA] proporciona funcionalidades adicionales a través de computación integrada o sistemas software. Estos sistemas proveen inteligencia al entorno donde se encuentre y debe exigir un mínimo esfuerzo cognitivo para ser utilizado. Por ejemplo, un libro que contiene una etiqueta RFID puede considerarse un OA, ya que la etiqueta puede proporcionar información acerca del autor, el código del libro o el género del libro[11].

Un Ambiente Inteligente (AmI) es un conjunto de OA que generan un ambiente digital donde las personas están rodeadas por interfaces intuitivas inteligentes que están embebidas en todo tipo de objetos y un entorno que es capaz de reconocer y responder a la presencia de diferentes individuos de una manera precisa y transparente. Un AmI, puede utilizar uno o varios OA con el fin de ofrecer servicios individuales o colectivos a los usuarios, acorde con sus necesidades[11]

En este orden y siguiendo con el ejemplo anterior, cualquier libro aumentado puede atraer la atención de un usuario siempre que haya información relevante para él. Esta información puede ser personalizada o configurada acorde con el perfil o a su ubicación actual, y puede ser entregada de una forma discreta, por ejemplo, en la pantalla de su teléfono móvil[11].

Situaciones similares podrían suceder también dentro del contexto de un museo donde objetos comunes como las lámparas, cuadros, fotografías o libros pueden aumentarse con funcionalidades NFC para proporcionar información personalizada de los mismos objetos[11].

De esta manera, es posible generar entornos alternativos para la implementación de los OA, y de esta forma innovar en escenarios como lo son los museos

2.1.3. Escenarios de Interacción:

Los escenarios ayudan a los usuarios y a los diseñadores en el entendimiento de la funcionalidad o ejecución de un determinado sistema, ayudando a describir la interacción entre los usuarios y los sistemas propuestos. Los escenarios pueden ayudar a las personas en la comprensión de descripciones complejas y abstractas, mostrando muchos más detalles y comportamientos de los que se mostrarían directamente o se malinterpretarían de otro modo. Por lo tanto, un escenario puede considerarse como una descripción parcial del comportamiento de una aplicación en un momento específico o bajo un conjunto de condiciones dadas[11].

Siguiendo lo anterior, una actividad está constituida por una serie de acciones de usuario, que se soporta en una aplicación móvil desarrollada bajo un conjunto de dispositivos electrónicos con soporte NFC y que está delimitado a un espacio físico[11].

Cada actividad es, por tanto, un escenario de interacción definido totalmente dentro del contexto de un museo.

2.2. Tecnologías Relacionadas

2.2.1. RFID

Radio Frequency Identification, hace referencia a un tipo de tecnología de intercambio inalámbrico de datos. La lectura y grabación de los datos se realiza a partir de un chip conectado a una antena que recibe señales de radiofrecuencia desde un dispositivo de lectura y

grabación. El intercambio de datos se produce automáticamente, sin que ningún operador tenga que intervenir para activar la lectura de RFID[12].

Un sistema RFID se compone fundamentalmente de tres elementos los cuales los podemos observar en la figura 2.1.

- **Etiqueta:** encargada de recibir la onda transmitida, añadirle algún tipo de información y devolver la onda, convierte las ondas recibidas en portadoras de datos.
- **Dispositivo de lectura y escritura:** conformado generalmente por una antena, un módulo de RF y un módulo de control electrónico.
- **Software de control:** procesa la información que ha sido capturada por los lectores de las etiquetas.

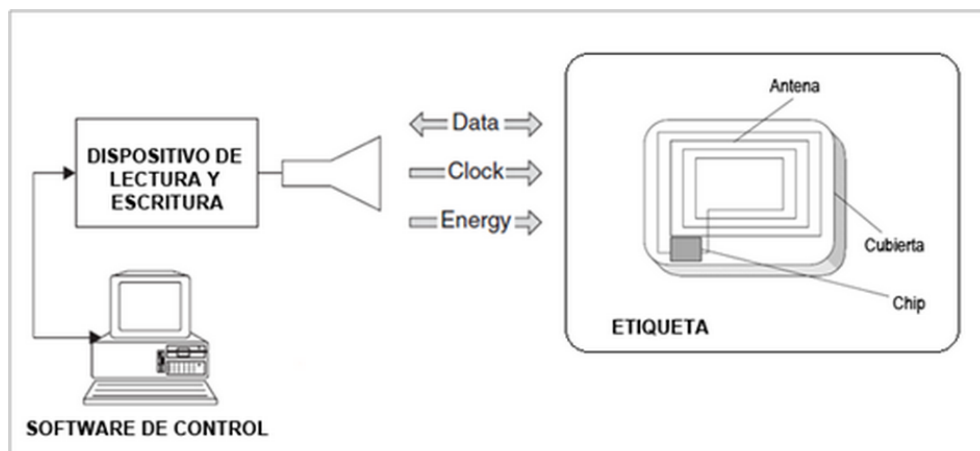


Figura 2.1: Componentes de un sistema RFID. Adaptado de[13]

El escenario principal de comunicación se da cuando el dispositivo de lectura y escritura envía una señal electromagnética a la etiqueta con el fin de solicitarle información, la etiqueta es energizada con la señal radiada respondiendo de acuerdo a la solicitud, un escenario más avanzado se da cuando el dispositivo realiza operaciones de escritura en la etiqueta.

Actualmente existe una gran cantidad de variaciones de la tecnología RFID, debido a su popularización y al gran número de empresas dedicadas a su producción. Principalmente se pueden clasificar según el modo de operación, capacidad de almacenamiento, características técnicas, fuente de alimentación y rango de frecuencias.

2.2.2. NFC

Near Field Communication (NFC) [14], es una tecnología de comunicación de corto alcance, que permite el intercambio de datos entre dos dispositivos de manera inalámbrica. Es compatible con infraestructuras RFID, dado a que es un derivado del mismo. El NFC proporciona la comunicación inalámbrica de corto alcance mediante un campo magnético que permite el intercambio de datos, y opera en un ambiente en donde los dispositivos se encuentran separados una distancia de 10 cm como máximo. El sistema se maneja en la banda de frecuencia no licenciada de 13.56 MHz, y un ancho de banda que oscila 7 KHz a cada lado de frecuencia no licenciada. Se disponen de tres velocidades de transmisión 106, 212 y 404 kbps que son fijadas por el dispositivo que inicia la conexión.

El sistema de corto alcance se compone de dos elementos: un iniciador y un objetivo, en donde cualquier dispositivo con NFC puede adoptar las funciones o el comportamiento de una de estas partes. El NFC puede ser instalado en cámaras fotográficas, reproductores, televisores, teléfonos celulares y hasta en controles remotos[15].

2.2.3. Etiqueta NFC

Las etiquetas NFC permiten almacenar diferentes datos, de forma que, convenientemente insertadas en una revista, un póster o cualquier otro producto, posibilitan la lectura y captura de la información mediante el dispositivo móvil del usuario, así como su posterior interacción de la misma a través del terminal[16]. Se componen principalmente por una antena, un transductor de radio y un material encapsulado o chip[17].

Su funcionamiento es parecido al de los códigos de barras y de los códigos QR, sin la necesidad del reconocimiento óptico del código. Así, un dispositivo NFC activo (incorporado en un teléfono inteligente, por ejemplo) actúa como lector. Al acercarlo a una etiqueta NFC, el campo de radiofrecuencia que el lector aplica sobre la etiqueta la activa y hace que le transmita los datos que almacena en su interior[18].

Estos datos dependerán del tipo de etiqueta NFC definidas por el NFC Forum[19]. Se han especificado cuatro tipos de etiquetas, para lograr la compatibilidad y operatividad de los dispositivos en sus diferentes modos de interacción, la tasa de transferencia de datos y su capacidad de memoria. En estas especificaciones se fijan varios parámetros[20] como los que se muestran a continuación en la Tabla 2.1

En el interior de las etiquetas, la información se almacena en un formato especial llamado Formato de Intercambio de Datos o NDEF (NFC Data Exchange Format)[18]. Este formato indica cómo deben ser guardados y encapsulados los datos dentro de las etiquetas u otros dispositivos para asegurar la interoperatividad, es decir, que cualquier dato NFC pueda ser leído por cualquier lector, independientemente del fabricante de los dispositivos implicados.

	Memoria	Especificaciones	Velocidad	Lectura/Escritura
Tipo 1	96 Bytes hasta 2 KBytes	ISO-14443 A	106 kbits/s	Si
Tipo 2	48 Bytes hasta 2 KBytes	ISO-14443 A	106 kbits/s	Si
Tipo 3	Hasta 1 MB	FeliCa ISO 18092	212 kbits/s y 424 kbits/s	Pre-configurados de fábrica como de lectura y escritura o sólo de lectura
Tipo 4	32 KBytes	ISO-14443 A y B	106 kbits/s y 424 kbits/s	Pre-configurados de fábrica

Tabla 2.1: Cuadro comparativo de etiquetas NFC Adaptado de [20]

Un mensaje NDEF se compone de una serie de registros, los cuales contienen una cabecera y el cuerpo. Esta cabecera contiene información sobre el tipo y la longitud de los datos almacenados en el cuerpo. Posteriormente, se encuentran los datos propiamente dichos o payload [21].

Estos datos pueden ser de diferentes clases, por ejemplo URIs o cualquiera de los tipos de datos específicos para NFC identificados por las Definiciones de Tipos de Registros o RTD (Record Type Definition). Los RTD son formatos optimizados para la transmisión entre dispositivos NFC [22]. A continuación se presentan los diferentes tipos de datos RTD definidos por el NFC Forum [14]:

- **Text Record Type:** Solo texto simple, ninguna aplicación específica asignada.
- **Uniform Resource Identifier (URI) Record Type:** Correo electrónico, direcciones de Internet, números de teléfono u otros códigos de identificación.
- **Smart Poster Record Type:**
- **Software de control:** Es una extensión del tipo de registro URI, que proporciona información adicional acerca del URI, como conos o acciones recomendadas.
- **Generic Control Record Type:** Proporciona una estructura para cualquier actividad de control.
- **Signature Record Type:** Una firma que está prevista para certificar la veracidad de los datos.
- **Connection Handover:** Ofrece traspaso de una conexión NFC a otra tecnología de comunicación.

2.2.4. NFC Modo de Operación Lectura/Escritura

En esta configuración el dispositivo NFC es capaz de leer los cuatro tipos de etiquetas especificados por el NFC Forum. Así mismo, el nivel de acceso físico RF es compatible con el estándar ISO-14443 y FeliCa[23]. En esta configuración, un dispositivo con tecnología NFC detecta una etiqueta inmediatamente en estrecha proximidad mediante el mecanismo de evitación de colisión. Una aplicación en el dispositivo puede leer y escribir datos en la etiqueta detectada mediante el proceso que se muestra en la figura 2.2.

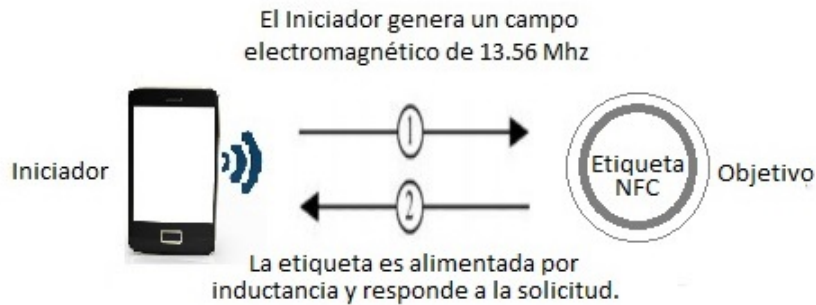


Figura 2.2: Modo de operación lectura/escritura. Adaptado de[24]

Se define internamente dos modos distintos: el modo lector y el modo escritor. Se define internamente dos modos distintos: el modo lector y el modo escritor. En el modo lector, el iniciador lee datos de una etiqueta NFC que ya consta de los datos solicitados. Además del requisito de que la etiqueta NFC ya se compone de los datos solicitados, también consiste del programa que permite reflejar los datos solicitados en el iniciador.

La figura 2.3 muestra el modelo de uso genérico del modo escritor, en éste modo, el teléfono móvil actúa como iniciador y escribe datos a la etiqueta, estos datos pueden ser un texto plano, una dirección de una página web o un número de teléfono. Un ejemplo de uso de esta configuración es el denominado póster inteligente donde el usuario toca con su móvil NFC la etiqueta incorporada en el póster. Esta acción transmite al teléfono una dirección de una página web abriendo automáticamente el navegador web del teléfono con la página solicitada[23]. Si la etiqueta ya consta de cualquier dato antes de el proceso de escritura, ésta se sobrescribirá.



Figura 2.3: Modelo de uso genérico del modo escritor. Adaptado de[24]

2.2.5. NFC Modo de Operación Peer to Peer (P2P)

Se basa en el protocolo Simple NDEF Exchange Protocol (SNEP) [25] el cual permite el intercambio de mensajes NDEF entre dispositivos con tecnología NFC operando en el modo P2P, es un protocolo de solicitud-respuesta donde una aplicación cliente envía una solicitud a una aplicación servidor SNEP.

La conexión inicia cuando los dispositivos se encuentran a una distancia inferior a los 10 cm sin necesidad de procesos engorrosos de emparejamiento, este modo basado en el anterior protocolo, permite el intercambio de información tanto como texto plano como archivos multimedia entre 2 dispositivos móviles. La comparación entre las tecnologías NFC, Bluetooth e Infrarrojo es presentada en la tabla 2.2.

	NFC	Ventajas de NFC	Bluetooth	IrDa
Tipo de red	Punto a Punto (P2P)	Fácil configuración y fácil emparejamiento para usar.	Punto a Multipunto	Punto a Punto (P2P)
Rango	Paradigma de toque (Touch paradigm) hasta 0.1 m	Seguro, apto para zonas muy pobladas.	Hasta 10 m	Precisión de alcance hasta 1 m (Accurate pointing Up to 1 m)
Velocidad	Hasta 424 kbps	Sobrecarga ligera y baja	721 kbps	115 kbps
Tiempo de configuración	<0.1 s	Transacciones rápidas, por ejemplo para transporte público.	6 s	0.5 s
Seguridad	Sí, el hardware en combinación con "secure IC"	Posibles arquitecturas flexibles.	Sí, software	No
Modos de comunicación	activo-activo activo-pasivo	Emulación de tarjetas, Punto a Punto (P2P) y modo de lectura.	activo-activo	activo-activo
Infraestructura	Sí, "ticketing" sin contacto, pagos electrónicos que funcionan con MIFARE; Felica.	Bajos costes de implantación, compatible con la infraestructura existente.	Sí, teléfonos móviles, CE.	Sí, CE y PCs y teléfonos móviles.
Costos	Bajo	Asequible para la mayoría de los dispositivos.	Moderado	Bajo

Tabla 2.2: Comparación entre NFC, Bluetooth e infrarrojo. Adaptado de[26]

2.2.6. Android

Android es un sistema operativo móvil basado en Linux[27], que junto con aplicaciones middleware está enfocado para ser utilizado en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes, tabletas, Google TV y otros dispositivos. Es desarrollado por la Open Handset Alliance, un consorcio formado por 48 empresas de desarrollo hardware, software y telecomunicaciones, que decidieron promocionar el software libre, la cual es liderada por Google. Android permite programar en un entorno de trabajo (framework) de Java, aplicaciones sobre una máquina virtual Dalvik (una variación de la máquina de Java con compilación en tiempo de ejecución). Existen distintas versiones de Android: las líneas 1.xx, 2.xx, 3.xx y 4.xx. Las líneas 1.xx y 2.xx son utilizadas en teléfonos móviles, donde la primera línea ya no cuenta con actualizaciones desde el 2009, la línea 3.xx fue pensada específicamente para tablets y la línea 4.xx ya unifica su uso para cualquier dispositivo. Cabe resaltar que Android, posee una API para el desarrollo de aplicaciones con soporte NFC, específicamente android.nfc.tech.

2.3. Vigilancia Tecnológica

En esta sección se explica y se analiza la construcción del marco conceptual del presente trabajo de grado. Para ello se debe conocer la definición de Vigilancia Tecnológica que según Ashton puede entenderse como “la búsqueda, detección, análisis y comunicación de informaciones orientadas a la toma de decisiones sobre amenazas y oportunidades externas en el ámbito de la ciencia y tecnología”[28].

La Vigilancia Tecnológica contempló las siguientes fases para su construcción, como se puede observar en la Figura 2.4:



Figura 2.4: Fases de Vigilancia Tecnológica. Fuente propia.

2.3.1. Planeación

Durante esta fase se definió el objetivo de la Vigilancia, para llevar a cabo un análisis más profundo de la situación actual del tema de intercambio de información entre dos usuarios Android con soporte NFC P2P. Además de lo anterior, se identificaron las fuentes de información más relevantes y las palabras clave que orientaron el proceso de búsqueda de información. En la tabla 2.3 se presenta la planeación de la Vigilancia Tecnológica como su objetivo general y específico del estudio, las fuentes de información y las palabras claves.

Objeto General del estudio	Construir una visión general del estado actual del tema de intercambio de información entre dos usuarios Android con soporte NFC P2P.
Objeto Específico del estudio	- Identificar los autores más relevantes - Identificar los años en los que más se han publicado artículos sobre la temática - Identificar los “journals” más destacados en la temática
Identificación de fuentes de información	- Google Scholar - IEEE Xplore Digital Library - Science Direct
Palabras Clave	RFID, NFC, Museum, NFC P2P

Tabla 2.3: Planeación de la Vigilancia Tecnológica. Adaptado de[29]

2.3.2. Búsqueda y Captación

Teniendo en cuenta el objetivo general y específico del estudio, y las fuentes de información, se prosiguió a utilizar las palabras claves para realizar una búsqueda de información lo más exacta posible. Para ello, se realizaron tres búsquedas de acuerdo a la asociación de las palabras claves. Por tanto las palabras claves asociadas son las siguientes:

- RFID Museum
- NFC Museum
- NFC P2P

Esto se hizo para conocer qué artículos han aplicado la tecnología RFID y NFC en los museos, ya que el modo de operación P2P de NFC no se ve involucrado en casos de estudio que tengan como contexto los museos.

2.3.3. Análisis

En esta fase se realiza un análisis muy detallado sobre la información encontrada de acuerdo a la fase de planeación. Después de obtener los resultados de la búsqueda de las palabras claves se procedió a analizarlos utilizando el Software Matheo Analyzer. Este software sirve como apoyo a la toma de decisiones que permite crear un cuadro de mando con mapas de información, síntesis e indicadores a partir de grandes conjuntos de información[30].

Gracias a esta herramienta se obtuvieron los siguientes análisis que se ven reflejados en las gráficas de las tres asociaciones de las palabras claves. A continuación se explica cada una de las búsquedas realizadas.

Palabras claves: RFID Museum

La primera búsqueda que se realizó fueron las palabras RFID y Museum. Con esto se obtuvieron los años y autores más relevantes que se hayan publicado hasta la actualidad. La figura 2.5 muestra el número de artículos que se han desarrollado en cada año.

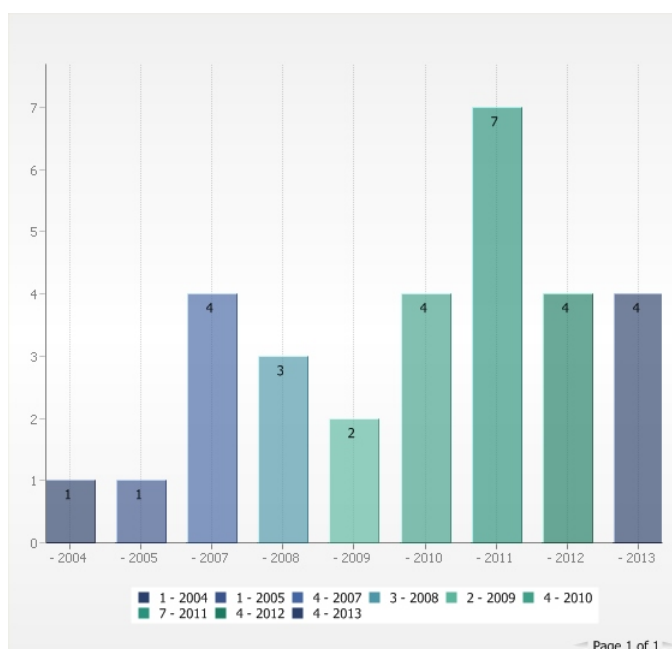


Figura 2.5: Número de artículos en relación a RFID y Museos que se han desarrollado en cada año. Fuente: Matheo Analyzer

La figura 2.6 muestra los autores más relevantes, es decir, aquellos que han escrito más artículos relacionados con la tecnología RFID y Museos.

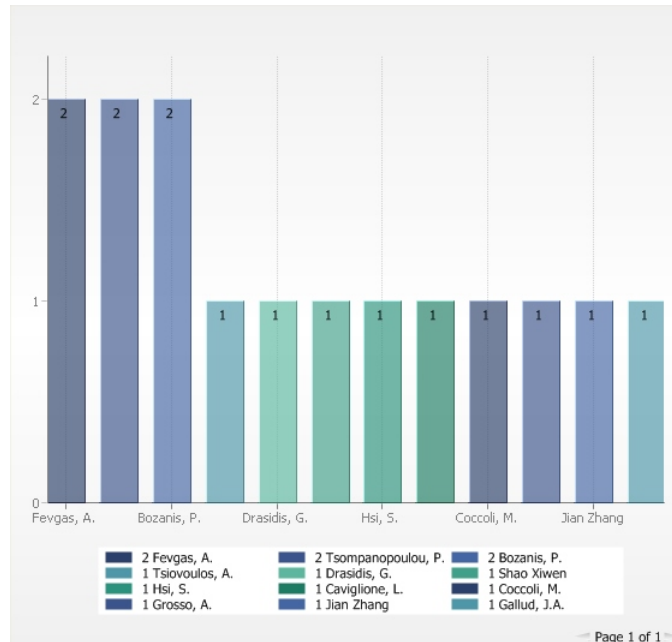


Figura 2.6: Autores más relevantes relacionados con la tecnología RFID. Fuente: Matheo Analyzer

En la figura 2.7 se puede observar la matriz que relaciona los años con los autores más relevantes, y en ella el número de artículos que han desarrollado hasta el momento.

	- 2004	- 2005	- 2007	- 2008	- 2009	- 2010	- 2011	- 2012	- 2013
Fevgas, A.						1	1		
Tsompanopoulou, P.						1	1		
Bozani, P.						1	1		
Tsiouvolos, A.						1			
Drasidis, G.							1		
Shao Xiwen									1
Hsi, S.	1								
Caviglione, L.							1		
Coccoli, M.							1		
Grosso, A.							1		
Sakamura, K.		1							
Saranyaraj, D.									1
Koshizuka, N.		1							
Vossen, G.			1						
Schwieren, J.			1						
Dong-Hyun Lee			1						
Jun Park			1						
Chen-Wo Kuo					1				
Chiang, J.K.					1				
Quo-Ping Lin					1				
D'Amico, G.							1		
Del Bimbo, A.							1		
Ferracani, A.							1		
Landucci, L.							1		
Pezzatini, D.							1		

Figura 2.7: Matriz que relaciona Años y Autores con la tecnología RFID. Fuente: Matheo Analyzer

Palabras claves: NFC y Museum

Después de realizar la primera búsqueda se prosigue a analizar las palabras claves NFC y Museum, para conocer hasta qué punto se ha involucrado la tecnología NFC aplicada en un contexto como los museos. La figura 2.8 muestra el número de artículos que se han desarrollado en cada año.

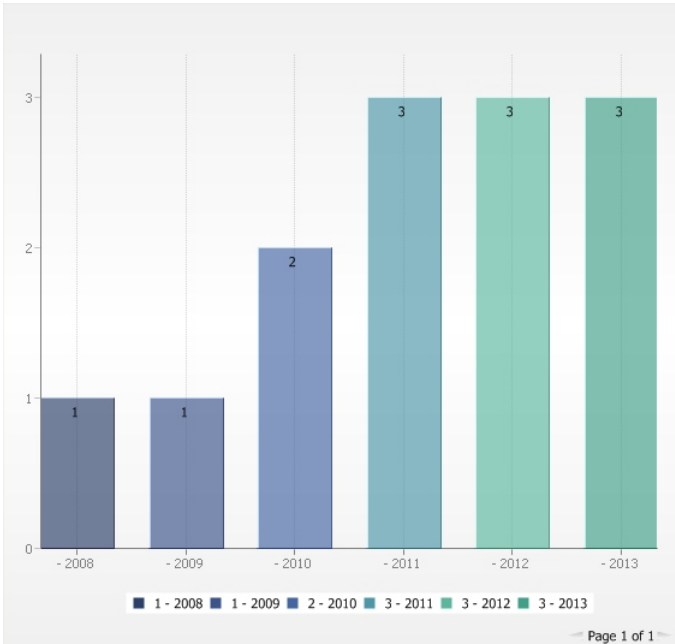


Figura 2.8: Número de artículos en relación a NFC y Museos que se han desarrollado en cada año. Fuente: Matheo Analyzer

La figura 2.9 muestra los autores más relevantes respecto a la tecnología NFC aplicada en un contexto de museos.

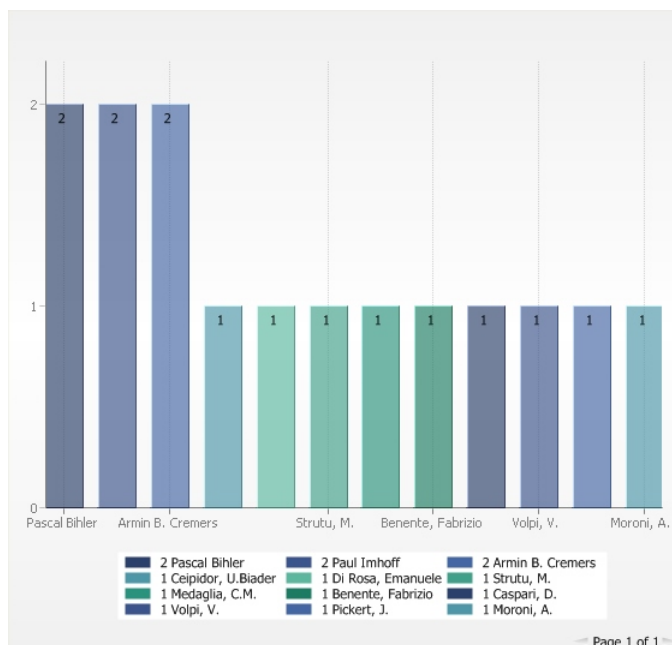


Figura 2.9: Autores más relevantes relacionados con la tecnología NFC. Fuente: Matheo Analyzer

En la figura 2.10 se puede observar la matriz que relaciona los años con los autores más relevantes relacionados con la tecnología NFC aplicada en contexto de museos, y en ella el número de artículos que han desarrollado hasta el momento.

	- 2013	- 2012	- 2010	- 2011	- 2009	- 2008
Pascal Bihler				2		
Paul Imhoff				2		
Armin B. Cremers				2		
Ceipidor, U.Biader	1					
Di Rosa, Emanuele	1					
Strutu, M.	1					
Medaglia, C.M.	1					
Benente, Fabrizio	1					
Caspari, D.	1					
Volpi, V.	1					
Pickert, J.	1					
Moroni, A.	1					
Grossmann, U.	1					
Sposato, S.	1					
Popescu, D.	1					
Carboni, M.	1					
Caridi, A.	1					
Hammadi, O.A.		1				
Sieck, J.		1				
Rudametkin, W.			1			
Juho Pesonen		1				
Hebsi, A.A.		1				
Gama, K.			1			
Eric Horster		1				
Zemerly, M.J.		1				

Figura 2.10: Matriz que relaciona Años y Autores con la tecnología NFC. Fuente: Matheo Analyzer

Palabras claves: NFC y P2P

Esta búsqueda pretende encontrar los artículos relacionados con el modo de operación P2P (Peer to Peer) de la tecnología NFC aplicado a cualquier escenario, permitiendo entender hasta qué punto se ha desarrollado este modo en la actualidad. La figura 2.11 muestra el número de artículos que se han desarrollado en cada año.

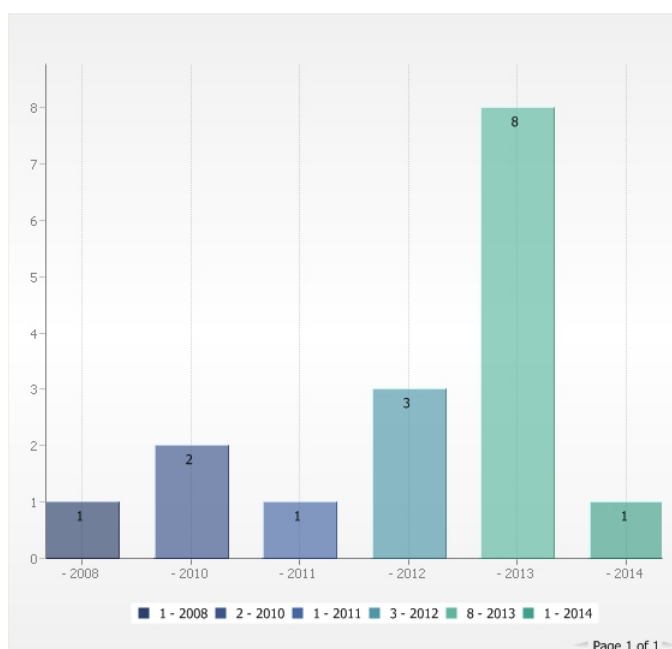


Figura 2.11: Número de artículos que se han desarrollado cada año relacionados con el modo de operación P2P de NFC. Fuente: Matheo Analyzer

La figura 2.12 muestra los autores más relevantes respecto al modo de operación P2P de la tecnología NFC en cualquier escenario de la actualidad.

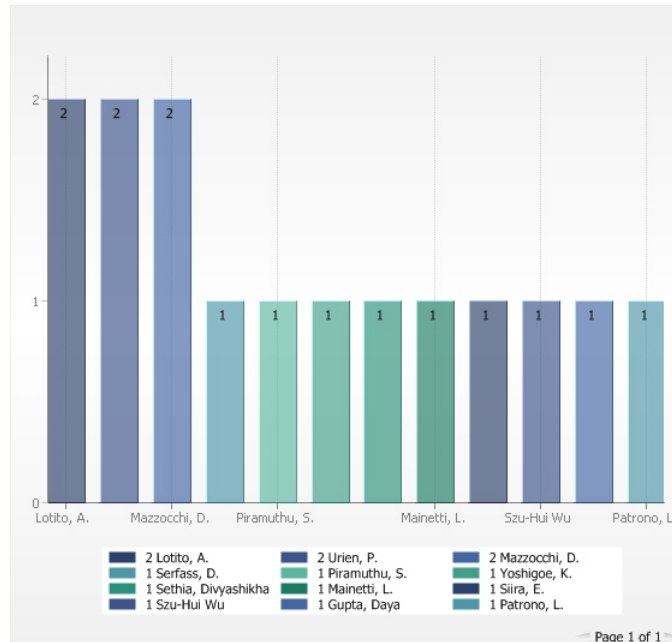


Figura 2.12: Autores más relevantes relacionados con el modo de operación P2P de NFC. Fuente: Matheo Analyzer

En la figura 2.13 se puede observar la matriz que relaciona los años con los autores más relevantes relacionados con el modo de operación P2P de la tecnología NFC aplicada en cualquier escenario de la actualidad, y en ella el número de artículos que han desarrollado hasta el momento.

	- 2008	- 2010	- 2011	- 2012	- 2013	- 2014
Lotito, A.				1	1	
Urien, P.					2	
Serfass, D.					1	
Mazzocchi, D.				1	1	
Piramuthu, S.					1	
Yoshigoe, K.					1	
Sethia, Divyashikha						1
Mainetti, L.				1		
Siira, E.		1				
Szu-Hui Wu					1	
Gupta, Daya						1
Patrono, L.				1		
Toirmaanen, V.		1				
Chyan Yang					1	
Mittal, Tanuj						1
Vergallo, R.				1		
Arora, Ujjwal						1
Saran, Huzur						1
Monteiro, D.M.				1		
Roland, M.			1			
Saminger, C.					1	
Ceipidor, U.Biader					1	
Rodrigues, J.J.P.C.				1		
Langer, J.			1			
Grunberger, S.					1	
Medaglia, C.M.					1	
Lloret, J.				1		

Figura 2.13: Matriz que relaciona años con autores relacionados con el modo de operación P2P de NFC. Fuente: Matheo Analyzer

2.3.4. Comunicación

En esta fase se pretende socializar los resultados obtenidos durante el proceso de análisis realizado en la vigilancia tecnológica. A continuación se presentan las revistas más relevantes donde se han publicado los artículos encontrados durante este proceso de búsqueda.

De acuerdo a cada búsqueda se tiene una imagen con sus revistas más relevantes. Esto se puede observar en las figuras 2.14, 2.15 y 2.16.

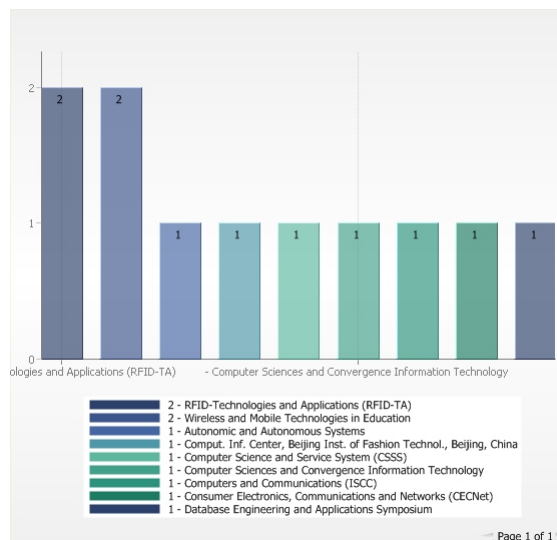


Figura 2.14: Revistas más relevantes relacionadas con la tecnología RFID. Fuente: Matheo Analyzer

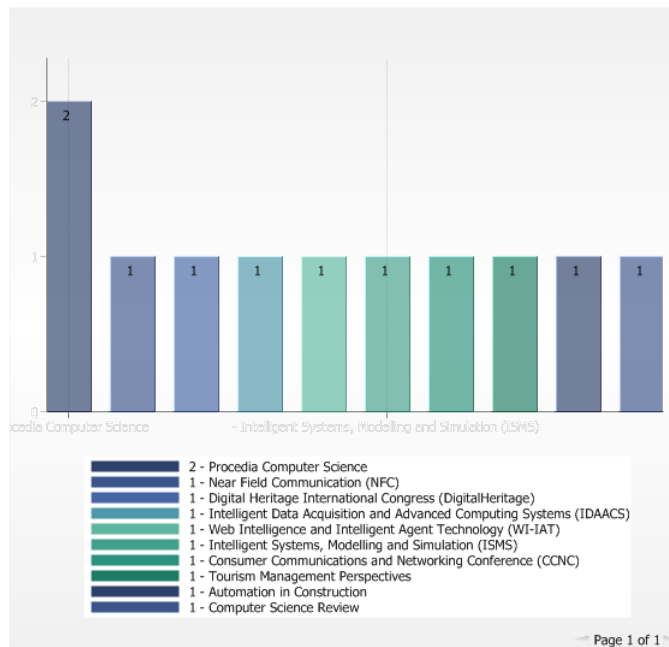


Figura 2.15: Revistas más relevantes relacionadas con la tecnología NFC. Fuente: Matheo Analyzer

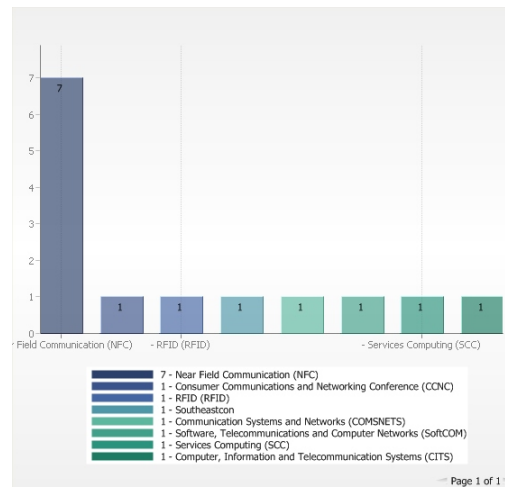


Figura 2.16: Revistas más relevantes relacionadas con el modo de operación P2P de NFC. Fuente: Matheo Analyzer

2.3.5. Conclusiones preliminares del proceso de Vigilancia Tecnológica

De acuerdo con el proceso de Vigilancia Tecnológica y los resultados obtenidos se pueden plantear las siguientes conclusiones:

- La tecnología RFID tuvo un gran desarrollo en el contexto de museos especialmente en el año 2011 debido a que en este año la publicación de artículos relacionados con esta tecnología en contexto de museos se incrementó considerablemente.
- La tecnología NFC aplicada a contextos de museos se ha desarrollado de manera más acelerada desde los últimos años (2011, 2012 y 2013). Esto significa que esta tecnología es innovadora en un contexto de museo.
- Se puede observar que el modo de operación P2P de la tecnología NFC ha tenido un gran crecimiento en desarrollo e implementación en el último año (2013), esto significa que esta parte de la tecnología NFC está surgiendo en el mercado y que se está explorando escenarios alternativos en que se puede aplicar este modo de operación.
- A pesar de que la tecnología NFC está siendo implementada dentro de museos, su modo de operación P2P no ha sido involucrada hasta el momento en contexto de museos. Es por eso que se decide utilizar el modo de operación P2P para dar al usuario una mejor experiencia en una visita al museo.

2.4. Trabajos Relacionados

A continuación se presenta el conjunto de trabajos y artículos científicos que se relacionan con la tecnología RFID y NFC implementadas en contexto de museos y trabajos que desarrollan e investigan el modo de operación P2P - NFC aplicado a cualquier escenario de la vida cotidiana. Este conjunto de trabajo consolidan los referentes para complementar el desarrollo y el alcance de los objetivos de este trabajo de grado. Para su descripción se hará uso del siguiente patrón que incluye:

- **Nombre:** nombre completo de la publicación.
- **Año:** año de la publicación.
- **Tecnologías:** tecnologías y dispositivos de soporte en el trabajo.

2.4.1. Studying Different Methods of Providing Input to Collaborative Interactive Museum Exhibit Using Mobile Devices

Año: 2010

Tecnología: Wi-Fi, iPod Touch/iPhone

Aportes: Este artículo[31] realiza un experimento de pequeños grupos de personas para estudiar

la forma que hacen uso de las interfaces y la evaluación de: la capacidad de aprendizaje de proveer insumos, el impacto del método de entrada en los esfuerzos de la sociabilidad y de grupo para lograr un objetivo común, y la viabilidad del método de entrada para su uso en piezas de museo.

Se enfoca en permitir a los visitantes utilizar sus dispositivos móviles para unirse a una actividad de colaboración que se muestra en una gran pantalla compartida conectada. Cada participante tiene la misma oportunidad de contribuir a la actividad, analizando en realidad el impacto de los comportamientos sociales de los grupos, en especial el grado de participación.

2.4.2. Ubiquitous Wikipedia on Handheld Device for Mobile Learning

Año: 2010

Tecnología: Wi-Fi, PDA

Aportes: En [32] se propone un sistema móvil basado en el contenido de Wikipedia, desarrollando la interfaz móvil de aprendizaje entre lenguajes y aplicaciones multiplataforma. El sistema presenta el contenido de Wikipedia sobre las pequeñas pantallas de PDA, lo cual fomenta el aprendizaje móvil. El escenario de enseñanza escogido de aprendizaje móvil es un museo.

El sistema permite mostrar, buscar, editar la lista de aprendizaje de Wikipedia en dispositivos móviles como los celulares y las PDA's.

2.4.3. Mobile agent based network access for mobile electronic guidebooks

Año: 2002

Tecnología: PDA, J2ME

Aportes: Este artículo [33] describe el software MANAS (framework que adapta el contenido a las necesidades de la PDA) que permite a los usuarios utilizar sus propias PDAs como guías electrónicas móviles en un museo, donde analiza e implementa un escenario común y típico, observando cómo los usuarios manipulan el software MANAS en sus PDA's. Describe la arquitectura del sistema, donde se observa dos divisiones lógicas; Provisión de acceso de red y prestación de servicios de valor añadido.

2.4.4. Indoor Localization and Guidance Using Portable Smartphones

Año: 2012

Tecnología: NFC, Códigos QR

Aportes: En [34] se describe un sistema de ubicación en un mapa basado en Android que ayuda y guía a los visitantes dentro de los edificios públicos. También plantea la arquitectura del sistema donde el cliente interactúa con una tarjeta NFC (o un código QR que están distribuidos en el interior del edificio), la cual contiene la URL de la ruta seleccionada que posteriormente se visualiza en el dispositivo móvil. Se compone de 4 partes, la interfaz del cliente, bases de datos, interfaz de usuario basada en la Web y el servidor.

2.4.5. NFC technology applied to touristic-cultural field: A case study on an Italian museum

Año: 2012

Tecnología: NFC, Códigos QR, Wi-Fi

Aportes: Este artículo [35] desarrolla una investigación sobre usabilidad y experiencia del usuario con la tecnología NFC que se aplica al campo turístico-cultural. Además presenta el diseño de una guía multimedia móvil para los visitantes del museo Wolfsoniana de Génova. Realiza una serie de pruebas para analizar el funcionamiento de la aplicación y de esta forma determinar la experiencia de los usuarios con la aplicación. Analiza y diseña una aplicación móvil que lea etiquetas NFC o códigos QR para mejorar la experiencia del usuario en el museo.

2.4.6. iMuse Mobile Tour: A personalized multimedia museum guide opens to groups

Año: 2011

Tecnología: RFID

Aportes: En [36] se presenta una guía móvil que utiliza la tecnología UHF RFID para proveer servicios de información sensible al contexto. Comprende recorridos predefinidos y auto-definidos, así como juegos interactivos para estimular el aprendizaje. La principal contribución de este trabajo es un servicio de apoyo a grupos que permite a los miembros del grupo aprovechar sus propios teléfonos móviles para acceder a información de exposiciones.

2.4.7. Enhancing user experience at museums using smart phones with RFID

Año: 2009

Tecnología: RFID, Wi-Fi, Bluetooth

Aportes: Este artículo [37] propone un diseño que ofrece una interfaz basada en RFID que puede ser utilizado con fines educativos en museos o lugares de conferencias. El diseño tiene como objetivo la interacción entre el usuario y artefactos específicos. Su objetivo es utilizar el lector de RFID para reconocer los "tags" de los artefactos del museo y usarlo para identificar los archivos multimedia vinculados a ella en el Internet o en la base de datos de los museos.

2.4.8. A Location-Aware System Using RFID and Mobile Devices for Art Museums

Año: 2008

Tecnología: RFID

Aportes: En [38] se describe un sistema basado en RFID que soporta el posicionamiento automático de dispositivos móviles en museos de arte. Proponen y prueban satisfactoriamente información de reconocimiento del lugar y posición de PDA's evitando la necesidad de los usuarios de seleccionar manualmente la información que quieren ver.

2.4.9. Exchange of contact data between mobile phones using NFCIP

Año: 2008

Tecnología: NFC, Bluetooth, Infrarrojo

Aportes: Este artículo [39] evalúa dominios de aplicación realistas para NFC y una implementación para un escenario seleccionado (el intercambio de “información de contactos” entre teléfonos móviles que usan NFCIP y de la API “Information Management” para el acceso a la libreta de direcciones). Compara con las implementaciones existentes con otras tecnologías y discute los defectos de su aplicación.

2.4.10. Study on the Feasibility of NFC P2P Communication for Nursing Care Daily Work

Año: 2013

Tecnología: NFC, RFID

Aportes: Este artículo [40] plantea una propuesta que pretende adaptar la tecnología NFC para registros TPR (Temperatura, pulso y respiración) en los cuidados de enfermería. Se enfocan en la comunicación NFC P2P y descubren que dicha comunicación si es posible. Descubren problemas en la implementación de la transmisión P2P con un rango de éxito de conexión del 42 % en un Samsung.

2.5. Conclusiones del Estado del Arte

De acuerdo con los conceptos fundamentales, tecnologías y trabajos relacionados se puede concluir:

- La tecnología NFC permite crear nuevos escenarios donde los usuarios pueden observar e interactuar con las actividades que se realizan diariamente en las vidas de las personas. Pagos, identificación de usuarios, marketing de proximidad y pases de abordaje son ejemplos de los múltiples escenarios donde la tecnología NFC brindaría todas sus características para mejorar la experiencia de los usuarios.
- El sistema operativo Android, además de representar una de las mayores tasas en ventas de teléfonos inteligentes en el mercado mundial, esto representa una plataforma objetivo amplia para el desarrollo de la tecnología NFC. Estas son algunas de las razones por la cual se escogió este sistema operativo para el desarrollo de la aplicación propuesta en el marco de esta investigación.
- De acuerdo con la Vigilancia Tecnológica desarrollada se puede observar que, en general, todos los trabajos encontrados son investigaciones que se han realizado en los últimos años. Esto significa que el desarrollo y el análisis de este trabajo de grado es innovador, ya que se está utilizando la tecnología NFC P2P en un contexto de museo.

- La mayoría de los trabajos y artículos encontrados se relacionan con las palabras clave RFID - Museum, por lo que esta tecnología ya ha sido más utilizada por ser la tecnología base de NFC. Como se puede ver reflejado en el número de trabajos encontrados relacionados con la tecnología NFC en contexto de museos, es menor que los trabajos que desarrollan e implementan RFID en museos, esto significa que NFC, y en especial su modo de operación P2P, no ha sido lo suficientemente explorada y por tal motivo se soporta la novedad de esta investigación.

Capítulo 3

Modelo de intercambio de información NFC-P2P en museos

3.1. Logística y operación de un Museo

3.1.1. Museo

Definición Museo

Como todo proceso natural, los museos también han evolucionado. De forma que éstos, considerados como «asilos póstumos», «mausoleos» o «santuarios» se van convirtiendo en lugar de estudio e investigación. Incluso, se exige que el conservador tenga una formación universitaria relacionada con las colecciones.[41]

En 1974, el ICOM (Consejo Internacional de Museos) declara una definición en sus Estatutos. Así, en el título 2, artículo 3, afirma que el Museo es una «Institución permanente, sin fines lucrativos, al servicio de la sociedad que adquiere, conserva, comunica y presenta con fines de estudio, educación y deleite testimonios materiales del hombre y su medio.»[42]

La definición de 1974 amplía el concepto de Museo tanto por lo que respecta a los bienes muebles -siguiendo la línea tradicional-, como a los inmuebles que ya gozaban, anteriormente, de ciertas medidas de protección. Entre los bienes muebles incluye todos los testimonios de la vida cultural, como son las representaciones más o menos realistas o simbólicas que tengan un significado religioso, político o social.

Las definiciones emanadas del ICOM determinan los ejes teóricos en los que se basa el Museo hoy, y sirven de marco general al desarrollo de estas instituciones en diferentes países. Para cumplir la misión supone que el Museo va a depender de la política museística de cada país. Por lo tanto, Esta política museística incidirá definitivamente en la orientación y funcionamiento de la institución y en su proyección social. Para ello, será necesario una dotación de medio humanos, materiales y financieros sin los cuales no puede llevarse a cabo esta labor. Dentro

de esta política museística, el museo se concibe como la suma de contenidos (colecciones), continente (edificio) y personal interno (especialistas, administrativos, técnicos, subalternos, etc.) y externo (público) (Giraudy y Bouilhet, 1977:6), como se puede observar en la figura 3.1:

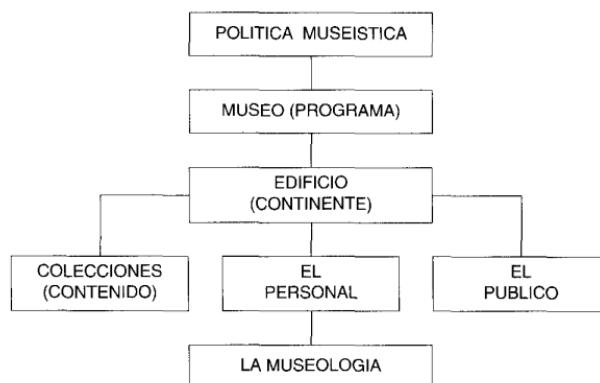


Figura 3.1: Elementos constitutivos de un Museo. Adaptado de[41]

Funciones de un museo

La función fundamental de los museos es la conservación, investigación y exposición de los testimonios del pensamiento humano y de la naturaleza. Cada museo es una identidad única, cada uno es un caso, con su propia personalidad y a través de ésta, debe proyectarse[43].

El museo no es solamente un sitio de deleite sino que es capaz, a la vez, de presentar al público lo real, lo auténtico, lo palpable, lo maravilloso y extraordinario de la cultura. El museo es testigo del encuentro del hombre con su historia y su cultura, así como con la de otros pueblos. También recoge los valores y las tradiciones a conservar permitiendo preservarlos para las siguientes generaciones.

El museo es entendido como un medio, una herramienta, un instrumento valioso e indispensable en el proceso de la formación científica y materialista de la civilización en general. Se concibe como una de las formas posibles de la realización del acercamiento del hombre a la realidad.

Cuando un museo está al servicio de la sociedad como una institución cultural, tiene como misión principal preservar y promover la memoria histórica de la Nación, desempeñando un papel importante en la apreciación artística, histórica, natural y cultural de la población en general. Las funciones más comunes de los museos son:

- Atesorar, custodiar, conservar, catalogar, comunicar y exhibir, de forma ordenada sus fondos y colecciones, con arreglo a criterios científicos, estéticos y didácticos.
- Orientar y supervisar el funcionamiento de los museos y extensiones subordinadas que le correspondan.
- Mantener actualizado el sistema de inventario de los bienes del patrimonio cultural material, natural, inmaterial y el completamiento sistemático del expediente científico.
- Coordinar la formación y desarrollo sus recursos humanos.
- Colocar los fondos y colecciones al servicio público, lo que permite establecer comunicación con la sociedad, a través de los mismos.
- Brindar servicios de asesoría y consultoría a organismos, instituciones u organizaciones en materia de museología.
- Velar por la protección del patrimonio monumental y natural.
- Desarrollar investigaciones científicas sobre sus fondos y colecciones.
- Ejercer acciones tendientes a incrementar los fondos y colecciones del museo.
- Desarrollar una labor educativa, continua y sistemática para lograr el interés de la población y en especial de los niños y jóvenes, en la apreciación, conocimiento y protección de los bienes del Patrimonio Cultural en su concepto más amplio, no sólo en lo referido a la historia de la localidad, sino incluyendo sus tradiciones, etnografía, flora y fauna, geografía del territorio y la cultura en todas sus manifestaciones.
- Elaborar catálogos y monografías de sus fondos y colecciones y proponer su publicación.
- Mantener la actualización y conservación de la documentación vinculada indisolublemente a los fondos y colecciones del museo en sus diferentes soportes, contenido y origen cultural.
- Velar por el cuidado y conservación de los bienes muebles e inmuebles.

Tipología de museos

Según lo estipulado por el ICOM, los museos se clasifican por tipologías de acuerdo a su diversidad, heterogeneidad y naturaleza de sus colecciones[43]. Las tipologías definidas son:

- **Museos de Arte:** Museos que exponen obras de bellas artes y de artes aplicadas, como por ejemplo los museos de escultura, fotografía, cinematografía, arquitectura y las galerías de pintura.

- **Museos de Historia:** Presentan la evolución histórica de una región, país o provincia durante un período determinado o a través de los siglos. Forman parte de este grupo los museos de colecciones de objetos históricos y de vestigios, conmemorativos, militares, de figuras históricas, de archivos, de arqueología, de antigüedades, etc.
- **Museos de Arqueología:** Se distinguen de los museos de historia por el hecho que sus colecciones provienen todo o en gran parte de las excavaciones.
- **Museos de Historia y Ciencias Naturales:** Exponen temas relacionados con una o varias disciplinas como biología, geología, botánica, zoología, paleontología, ecología.
- **Museos de Ciencia y Tecnología:** Se dedican a presentar a una o varias ciencias exactas o tecnologías, tales como astronomía, matemáticas, físicas, química, ciencias médicas, industrias de la construcción, artículos manufacturados, etc.
- **Museos de Etnografía y Antropología:** Su finalidad es exponer materiales sobre la cultura, las estructuras sociales, las creencias, las costumbres, las artes tradicionales, etc.
- **Museos Especializados:** Se dedican a la investigación y exposición de todos los aspectos de un solo tema o sujeto que no esté cubierto en ninguna de las categorías anteriores.
- **Museos Generales:** Exponen y poseen colecciones mixtas que no pueden ser identificados por una esfera principal.
- **Monumentos y Sitios:** Son aquellas obras arquitectónicas o esculturales y obras topográficas que presentan especial interés desde un punto de vista arqueológico, histórico, etnológico y antropológico, y que debido a sus actividades de adquisición, de conservación y comunicación tienen el carácter de un museo o que figuran como trabajo de extensión con un personal expresamente asignado.
- **Reservas Naturales:** Son territorios delimitados y con un personal asignado para su conservación, cuya característica específica es preservar y exponer específicamente vivientes.

3.1.2. Tipos de recorridos en un museo

Existen distintos tipos de recorridos de acuerdo con los tipos de visitantes al museo y las exposiciones; éstos se pueden determinar mediante la utilización de paneles, el manejo del color, la ubicación de los textos y el montaje de las obras. Para exposiciones con orden secuencial el recorrido debe comenzar por la izquierda[44].

Tipos de recorrido:

- **Recorrido sugerido**
Es el más utilizado. Si bien presenta un orden secuencial para la mayor comprensión del guión, permite que la visita se realice de manera diferente si se quiere.

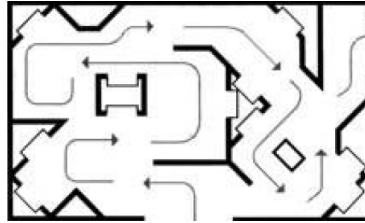


Figura 3.2: Recorrido sugerido. Tomado de[44]

- **Recorrido libre**

Se utiliza para guiones no secuenciales. Permite realizar la visita de acuerdo con el gusto o inquietudes del visitante.

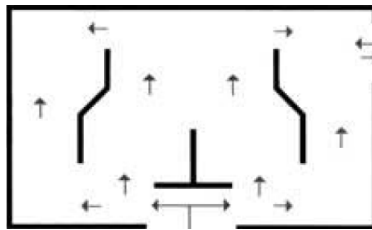


Figura 3.3: Recorrido libre. Tomado de[44]

- **Recorrido obligatorio**

Se utiliza para guiones secuenciales en donde el visitante debe realizar la visita siguiendo el orden planteado a través del montaje. Permite la narración completa del guión mediante un recorrido secuencial de los temas tratados.

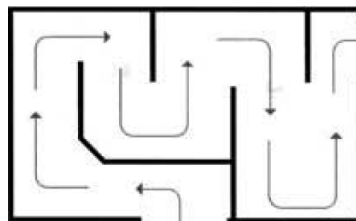


Figura 3.4: Recorrido obligatorio. Tomado de[44]

3.1.3. Objeto (de museo) o musealia

Un Objeto de Museo es una cosa musealizada, una cosa que puede ser definida como cualquier realidad en general. el objeto es abstracto y está muerto, como cerrado sobre sí mismo, hecho del que da testimonio la serie de objetos que es la colección (Baudrillard, 1968). El Objeto de Museo está hecho para ser mostrado, con todo el abanico de connotaciones implícitamente asociadas, ya que se lo puede presentar para emocionar, distraer o instruir. Esta operación de “mostración”, para utilizar un término más genérico que el de exposición, es tan esencial que es el que, creando la distancia, hace de la cosa un objeto.[45]

Los naturalistas y los etnólogos, así como los museólogos, por lo general seleccionan lo que llaman objetos en función de su potencial de testimonio, ya sea por la cantidad de información (rótulos) que puedan llevar para reflejar los ecosistemas o las culturas de las cuales desean conservar las huellas. “Los musealia” son objetos muebles auténticos que, como testimonios irrefutables, muestran el desarrollo de la naturaleza o de la sociedad? (Schreiner, 1985).

Los objetos cambian de sentido en su medio de origen siguiendo el capricho de las generaciones. A continuación, cada visitante es libre de interpretar lo que contempla en función de su propia cultura. De lo que resulta un relativismo que Jacques Hainard resume, en 1984, con una frase que se tornó célebre: “el objeto no es para nada la verdad de nada; polifuncional primero, polisémico después, no tiene sentido más que puesto en un contexto” (Hainard, 1984).

3.1.4. Colección

De manera general, una colección se puede definir como un conjunto de objetos materiales e inmateriales (obras, artefactos, mentefactos, especímenes, documentos, archivos, testimonios, etc.) que un individuo o un establecimiento, estatal o privado, se han ocupado de reunir, clasificar, seleccionar y conservar en un contexto de seguridad para comunicarlo, por lo general, a un público más o menos amplio[45]. El agrupamiento de los objetos debe ser relativamente coherente y significativo para construir una verdadera colección, que será el corazón de las actividades del museo. “La misión de un museo es adquirir, valorizar y preservar sus colecciones con el fin de contribuir a la salvaguarda del patrimonio natural, cultural y científico” (Código de Deontología del ICOM, 2006).

3.1.5. Tipos de exposiciones

“Uno de los aspectos que caracteriza al Museo es la exhibición pública de los objetos que colecciona, habitualmente originales, e interesantes por una u otra razón. La exposición es un método eficaz de difusión cultural, el medio de comunicación característico del Museo.”[46]

Las exposiciones pueden dividirse en varios tipos de acuerdo con sus contenidos y duración[44].

- **Exposición permanente**

Se le llama exposición permanente a la exhibición diaria de las piezas propias de un museo que permanece abierta al público por tiempo indefinido.

El recinto que alberga esta exposición, por lo general se adapta en forma exclusiva para cumplir sus funciones a muy largo plazo, por lo tanto, su diseño debe ser muy riguroso porque implica inversiones considerables que garanticen su duración en el tiempo. La investigación y el alto costo del montaje de un guión para una exposición de este tipo, determinan que su vigencia debe estar entre 8 y 10 años. Por esto la necesidad de crear un montaje adecuado en cuanto a su comunicación, conservación de las piezas expuestas, necesidades interactivas y de tecnología para permitir el deleite del público a muy largo plazo.

No obstante su vocación es estática, un montaje permanente se está revisando y actualizando constantemente de acuerdo con las investigaciones realizadas por la curaduría, los resultados de evaluaciones y estudios de público, la adquisición de piezas y los programas de rotación con fines de conservación.

- **Exposición temporal**

Las exposiciones temporales o transitorias se realizan para ser exhibidas durante un período de tiempo corto, entre dos semanas y tres meses; su duración depende de la trascendencia de la exposición y del nivel de asistencia de público. Por lo general se realizan en recintos que deben adaptarse fácilmente, o en poco tiempo, a las necesidades particulares de montaje de cada muestra. La inversión en mobiliario museográfico es relativamente baja y una vez conformado un inventario básico de bases, vitrinas y paneles, se puede montar una exposición a muy bajo costo para el museo.

- **Exposición itinerante**

Las exposiciones itinerantes permiten descentralizar un museo, ya que a través de éstas se hace llegar parte de su colección a lugares distantes y a segmentos de público que de otra manera difícilmente podrían tener contacto con estas piezas, aportando así al desarrollo educativo y cultural de la Nación.

Su diseño se hace en función de facilitar el transporte y el montaje, el cual se debe adaptar a diferentes espacios de exposición tales como: museos, casas de cultura, bibliotecas, centros educativos, plazas, parques, etc. Deben contar con instrucciones de empaque y condiciones de embalaje que garanticen la conservación de los objetos durante los continuos desplazamientos.

- **Rotación de colecciones por conservación**

El programa de rotación de colecciones de un museo se establece de acuerdo con las condiciones de conservación de los objetos que componen la exposición permanente (obra sobre papel, fotografía, pergamino, cuero, textiles, arte plumario, huesos, zoología y taxonomía). Con base en las recomendaciones para cada tipo de objeto y material se establece el tiempo indicado de exhibición anual que varía entre 1 y 6 meses. Adicionalmente, se pueden crear espacios destinados a exhibir objetos con condiciones especiales de conser-

vación como por ejemplo gabinetes de artes gráficas, fotografía, documentos, textiles o miniaturas. Esta alternativa contribuye a que se presenten novedades dentro de una exposición de otra manera estática. También hay que considerar la necesidad de sustituir las obras que hacen parte del guión general y que por los mismos motivos de conservación deben ser exhibidas sólo por un tiempo limitado.

3.1.6. Público

Es el conjunto de los usuarios del museo (el público de los museos) al cual cada establecimiento está dirigido. Presente en casi todas las definiciones actuales de museo, la noción de público ocupa siempre un lugar central: “institución (. . .) al servicio de la sociedad y de su desarrollo, abierta al público” (ICOM, 2007). Es también una “colección (. . .) cuya conservación y presentación revisten gran interés para el conocimiento, la educación y el placer del público”. (Ley sobre los Museos de Francia, 2002).

La noción misma de público asocia estrechamente la actividad del museo con sus usuarios, es decir, aquellos a quienes se supone va a beneficiar, aún sin recurrir a sus servicios. Los usuarios son, por supuesto, los visitantes -el gran público- en quienes se piensa en primer término, olvidando que no siempre representaron el rol central que el museo les reconoce actualmente, hasta el punto de que existe un gran número de públicos específicos[45].

Los grupos de estudiantes representan un gran conjunto de usuarios que realizan un recorrido en el museo no sólo por cultura o diversión sino también para fines educativos. La visita puede ser una herramienta de aprendizaje, pero es importante que no reproduzca el contexto escolar. En gran medida, el potencial educativo del museo radica en su clara diferencia con ese contexto, su característica no formal, el manejo de un espacio y un tiempo menos pautado, la capacidad de entregar al deseo de cada uno la decisión de recorridos, tiempos, etc.[47]

3.1.7. Profesiones

■ Agentes de vigilancia

agentes de vigilancia o guardianes, afectados a la custodia de los espacios de exposición del museo, quienes, en razón de sus funciones, constituyen el principal contacto con el público, al igual que los encargados de la recepción. La especificidad de la vigilancia de los museos (medidas precisas de seguridad, evacuación del público y de las colecciones, etc.) ha impuesto progresivamente a lo largo del siglo XIX, categorías de reclutamiento que corresponden a un cuerpo específico distinto del resto del personal administrativo.[45]

■ Conservador

la figura del conservador aparece como la primera profesión específicamente museal. Por largo tiempo, el conservador ha estado a cargo del conjunto de tareas directamente vinculadas con los objetos pertenecientes a la colección del museo: su preservación, investigación y comunicación.[45]

- **Museólogo**

El término museólogo se aplica al investigador cuyo objeto de estudio trata de la relación específica entre el Hombre y la realidad, caracterizada como la documentación de lo real por medio de la aprehensión sensible directa. Su campo de acción descansa esencialmente sobre la teoría y la reflexión crítica en el campo museal, ya sea que trabaje dentro o fuera del museo, por ejemplo, en una universidad o en otros centros de investigación. Por extensión, el término museólogo se utiliza para designar a toda persona que trabaja para un museo desempeñando funciones de jefe de proyectos o programador de exposiciones.[45]

- **Museógrafo**

El museógrafo, por sus competencias técnicas, tiene una visión experta sobre el funcionamiento del museo en su conjunto -preservación, investigación y comunicación- y puede administrar (por ejemplo, a través de la redacción de pliegos de condiciones) los datos vinculados a la conservación preventiva tanto como las informaciones a comunicar a los diferentes públicos.[45]

- **Expógrafo y escenógrafo** Las profesiones de expógrafo y escenógrafo, han estado durante largo tiempo emparentadas con la de decorador, que remite a la decoración de los espacios. Pero la decoración realizada en espacios funcionales, como resultado de las actividades normales de la decoración de interiores, difiere de las intervenciones llevadas a cabo en las exposiciones que releva la expografía. En las exposiciones su trabajo tiende más bien a acondicionar el espacio, utilizando los objetos como elementos de decoración, sin ponerlos en valor ni hacerlos significar al inscribirlos en ese espacio.[45]

- **Restaurador**

En lo que concierne a la preservación, es el restaurador, profesional dotado de los conocimientos científicos y sobre todo de las técnicas requeridas para el tratamiento físico de los objetos de colección (su restauración y su conservación preventiva y curativa), quien se ha impuesto la necesidad de una formación altamente especializada por tipo de materias y técnicas, competencias de las que no dispone el conservador.[45]

- **Guía-intérprete o guía-conferencista**

Encargado de acompañar a los visitantes (a menudo en grupos) a las salas de exposición para ofrecerles la información relacionada con el dispositivo de la misma y con los objetos presentados, según los principios de las visitas guiadas. A este primer tipo de acompañamiento se le adjunta la función del animador, a cargo de los talleres o de las experiencias más relevantes surgidas del dispositivo de comunicación del museo. Más adelante, la función del mediador, destinado a servir de intermediario entre las colecciones y el público. Su propósito apunta a interpretar las colecciones y a llevar al público a interesarse por ellas de acuerdo con contenidos previamente establecidos.[45]

- **Directores de museos**

Presentan características profesionales que abarcan una o varias de las competencias evo-

cadadas. Símbolos de autoridad en el seno del museo, sus perfiles (administradores o conservadores, por ejemplo) se presentan a veces como reveladores de las estrategias de acción del museo.[45]

3.2. Tecnología NFC aplicada al modelo de referencia

3.2.1. Etiquetas NFC asociadas a los Objetos Aumentados

Cuando un usuario del museo realiza un recorrido, desea conocer la historia que existe detrás de las colecciones de objetos que se encuentran dentro del museo. Es a través del Guía-Intérprete como captura dicha información o a través de pequeñas tarjetas con información básica, ubicadas en cada objeto del museo. Pero a veces existe el inconveniente que estas tarjetas no se encuentran en todos los objetos o no contengan la información suficiente que un visitante desea conocer y además existe la posibilidad de que el Guía-Intérprete omita o se olvide de hechos con gran relevancia. Es aquí donde los Objetos Aumentados ayudan a evitar esa clase de inconvenientes, ya que permiten almacenar la información de cada objeto de manera digital y de esta manera entregarla a los usuarios de la forma más adecuada, y que sea suficiente y necesaria, permitiendo a un visitante ampliar sus conocimientos acerca de un objeto que le llamó la atención. Los Objetos Aumentados además de brindarle una experiencia nueva a los usuarios, también ayudan a mantener ordenada y actualizada toda la información de la colección que el museo posee, llevando un registro del inventario de los objetos existentes en el museo.

La información de estos Objetos Aumentados se almacenan en una etiqueta NFC que referencia a cada uno de los objetos existentes en el museo. Cuando un usuario esté interesado en ciertos objetos del museo, sólo debe tocar dichas etiquetas con su dispositivo móvil con soporte NFC, e instantáneamente la información se le despliega en la pantalla. La figura 3.5 muestra una etiqueta NFC que contiene la información digital del Objeto de Museo.



Figura 3.5: Etiqueta NFC con el contenido digital del Objeto de Museo. Fuente: Propia

3.2.2. Tecnología NFC-P2P asociada con un intercambio de recorridos.

Cuando dos usuarios o más realizan un recorrido de forma libre y con un tiempo de visita limitado es muy probable que no alcancen a observar la información de todos y cada uno de los objetos del museo, además cada visitante va a ampliar la información sólo de algunos objetos según sus gustos sin poder conocer la información de otros objetos que le pudieron haber interesado. Es aquí donde la opción de poder compartir información recolectada en un museo cobra importancia y gracias a la tecnología NFC en su modo de operación P2P es posible intercambiar dicha información entre dos dispositivos móviles. Para este contexto se comparte la información de los objetos que un visitante A vio con su dispositivo pero que el visitante B no vio. Para compartir la información se deben juntar los dispositivos por la parte trasera a una distancia menor de 10 centímetros, para iniciar el envío de información el visitante A debe tocar la pantalla de su dispositivo, acto seguido podrán separar los dispositivos pudiendo así el visitante B ampliar y visualizar mediante su dispositivo móvil la información de los objetos que él no había visto y que hacían parte del recorrido del visitante A. En la figura 3.6 se observa cómo deben juntar los visitantes sus dispositivos móviles para poder realizar el intercambio de información.



Figura 3.6: Posición de dispositivos móviles para el intercambio de información mediante NFC-P2P

3.3. Escenarios de interacción

Los escenarios de interacción son considerados una herramienta para modelar y asimilar los requerimientos para la construcción de un sistema[48]. Para su descripción se hará uso de un patrón que incluye:

- **Objetivo principal:** propósito del actor en el escenario.
- **Lugar:** espacio físico donde puede darse.
- **Actor:** personaje principal del escenario.
- **Requisitos técnicos:** condiciones que se deben cumplir para la posible implementación del mismo.
- **Condiciones iniciales:** aspectos relevantes que deben cumplirse previamente.

- **Descripción:** desarrollo narrativo de la situación que se desea diseñar.

3.3.1. Escenario de creación de Objetos Aumentados (OA)

- **Objetivo principal:** Generar los Objetos Aumentados.
- **Lugar:** Oficina IPET 117, Universidad del Cauca.
- **Actor:** Tesistas.
- **Requisitos técnicos:** Un computador con acceso a Internet.
- **Condiciones iniciales:** Tener la información asociada a los objetos del museo.
- **Descripción:** El tesista genera el contenido multimedia de cada Objeto de Museo y haciendo uso de sus conocimientos en programación crea páginas Html que contiene imágenes, videos y una descripción del objeto museístico.

3.3.2. Escenario de asociación del Objeto Aumentado a una etiqueta NFC

- **Objetivo principal:** Almacenar la referencia al Objeto Aumentado en una etiqueta NFC.
- **Lugar:** Oficina IPET 117, Universidad del Cauca.
- **Actor:** Tesistas.
- **Requisitos técnicos:** Etiqueta NFC, un dispositivo móvil Android con soporte NFC.
- **Condiciones iniciales:** Uno o más Objetos Aumentados creados.
- **Descripción:** El tesista almacena en una etiqueta NFC la Url que hace referencia al Objeto Aumentado mediante un dispositivo móvil Android con soporte NFC.

3.3.3. Escenario de generación de recorridos

- **Objetivo principal:** Registrar el recorrido de un visitante del museo usando la aplicación móvil.
- **Lugar:** Casa Museo Mosquera.
- **Actor:** Profesores y estudiantes.
- **Requisitos técnicos:** Etiqueta NFC, dispositivo móvil Android con soporte NFC.
- **Condiciones iniciales:** Objetos Aumentados creados con su respectiva etiqueta NFC.

- **Descripción:** El estudiante o profesor ingresa a la Casa Museo Mosquera con un dispositivo móvil Android con soporte NFC y hace un recorrido libre tocando su dispositivo móvil con las etiquetas NFC (previamente ubicadas cerca a los objetos del museo) para visualizar en la pantalla del teléfono móvil la información multimedia del Objeto Aumentado quedando registrado en una base de datos local cada uno de los objetos vistos en orden cronológico por cada visitante.

3.3.4. Escenario de intercambio de información entre dos usuarios con dispositivo móvil Android con soporte NFC-P2P.

- **Objetivo principal:** Intercambiar la información de los recorridos entre dos visitantes del museo.
- **Lugar:** Casa Museo Mosquera.
- **Actor:** Profesores y estudiantes.
- **Requisitos técnicos:** Dos o más dispositivos móviles Android con soporte NFC.
- **Condiciones iniciales:** Uno o más recorridos realizados con el dispositivo móvil.
- **Descripción:** Dos profesores o estudiantes después de realizar el recorrido pueden intercambiar la información de los Objetos Aumentados vistos haciendo uso de la tecnología NFC-P2P, tocando los dos teléfonos móviles.

3.3.5. Escenario de evaluación de la aplicación móvil

- **Objetivo principal:** Evaluar la usabilidad y grado de satisfacción de la aplicación móvil en un contexto de museo.
- **Lugar:** Casa Museo Mosquera.
- **Actor:** Profesores y estudiantes.
- **Requisitos técnicos:** Etiqueta NFC, dos o más dispositivos móviles Android con soporte NFC.
- **Condiciones iniciales:** Haber realizado un recorrido y haber intercambiado la información con otro usuario.
- **Descripción:** Después de terminado el recorrido se aplica una encuesta para medir la usabilidad y el grado de satisfacción de la aplicación móvil.

3.4. Arquitectura de las tecnologías relacionadas

A continuación se presentan las arquitecturas de las tecnologías relacionadas que se aplican al desarrollo de este trabajo de grado, cuando se implementa la tecnología NFC en su modo de operación P2P y de lectura/escritura de etiquetas NFC, y por último el sistema operativo Android.

3.4.1. Arquitectura NFC-Modo de emulación de lector

Este modo de operación de la tecnología NFC es utilizado cuando un dispositivo NFC es usado en modo activo para emular el comportamiento de un lector de tarjetas sin contacto. En la figura 3.7 La transacción se realiza frente a un objeto pasivo, tal como una etiqueta, que se comporta como una tarjeta sin contacto.



Figura 3.7: Modo de emulación de lector. Adaptado de: [49]

El modo de emulación de lector permite que el dispositivo móvil NFC se comporte como un lector sin contacto.

En una transacción de este tipo[49]:

- El dispositivo móvil habilitado para NFC, en el modo de emulación de lector, genera un campo magnético, gracias a su antena.
- El dispositivo móvil NFC envía comandos a la etiqueta de la misma manera que enviaría comandos a una tarjeta inteligente sin contacto, o una etiqueta.
- La etiqueta envía su respuesta al dispositivo móvil NFC.

3.4.2. Arquitectura NFC-P2P

Este modo de operación de la tecnología NFC es utilizado cuando surge la necesidad de transmitir una reducida cantidad de datos (unos pocos kilobytes). Si se desea elevar la cantidad de datos en la transmisión, la tecnología NFC es utilizada para concretar una conexión inalámbrica con el soporte necesario para la comunicación, como por ejemplo Bluetooth[23]. La ventaja del modo de operación P2P viene dada por la inmediatez en el establecimiento de la conexión.

El modo de operación P2P permite que dos dispositivos con soporte NFC se comuniquen entre sí para el intercambio de información. Este modo está basado en el estándar ISO 18092 que incluye dos modos a su vez: P2P Pasivo y P2P Activo.

Modo P2P Activo-Pasivo

En este caso como se observa en la figura 3.8, uno de los dos dispositivos (Iniciador P2P), genera un campo magnético y el otro dispositivo (Objetivo P2P) es quien recibe el campo.



Figura 3.8: Modo P2P Activo-Pasivo. Adaptado de: [49]

Este modo P2P es recomendado por el NFC Forum. El protocolo de intercambio de datos está definido en es estándar ISO 18092 (anteriormente ECMA 340). Como se observa en la figura xx, uno de los dispositivos es el iniciador del intercambio, y se comporta como un lector, y el otro dispositivo es el objetivo del intercambio y se comporta como una tarjeta. Después de todo, este modo puede ser visto como lector de emulación y de tarjeta de emulación. El intercambio es más lento que el modo de tarjeta / lector de emulación clásica, debido a la pila de protocolo adicional [49].

Modo P2P Activo-Activo

Como se puede observar en la figura 3.9, ambos dispositivos generan un campo magnético y se envían datos.



Figura 3.9: Modo P2P Activo-Activo. Adaptado de: [49]

En este modo, los dispositivos juegan un papel similar, ambos generan un campo magnético, que transmiten y reciben datos. En otras palabras, ambos dispositivos se turnan el papel de un lector y el papel de una tarjeta. Este modo es más lento y más complejo. El protocolo de intercambio de información está definido en el estándar ISO 18092 [49].

3.4.3. Arquitectura Android

Como se observa en la figura 3.10, la arquitectura de Android está formada por varias capas cuya finalidad es facilitar el desarrollo de las aplicaciones, proporcionando los medios necesarios para que el desarrollador no tenga que programar a nivel de componentes físicos.

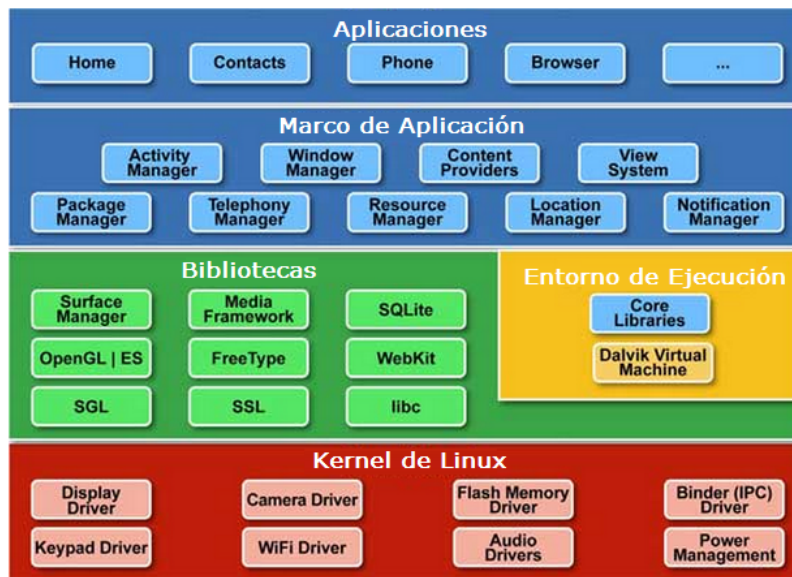


Figura 3.10: Arquitectura del sistema operativo Android. Adaptado de: [50]

La arquitectura de Android sigue un patrón de pila (stack en inglés) lo que permite que las funciones de una capa utilicen elementos de las capas inferiores de forma transparente. A continuación se describen cada una de las capas que componen la arquitectura[51].

- **Aplicación**

El framework de aplicaciones proporciona muchas interfaces de programación. Llamando a las funciones de estas interfaces, las aplicaciones se pueden diseñar fácilmente, simplificando y reutilizando recursos. Además, a través de las funciones proporcionadas por el framework, se puede re-escribir el kernel original de aplicaciones de Android. El framework de aplicaciones proporciona las siguientes interfaces funcionales[51]:

- a) **Proveedor de contenido:** Para permitir a las aplicaciones acceder a datos y a otros programas de aplicación.
- b) **Gestor de recursos:** Para gestionar todos los elementos que forman parte de la aplicación y que están fuera del código, es decir, cadenas de texto traducidas a diferentes idiomas, imágenes o sonidos.
- c) **Gestor de notificaciones:** para permitir a las aplicaciones notificar a la interfaz de mensajes de usuarios.

■ Framework de Aplicaciones

Representa fundamentalmente el conjunto de herramientas de desarrollo de cualquier aplicación. Toda aplicación que se desarrolle para Android, ya sean las propias del dispositivo, las desarrolladas por Google o terceras compañías, o incluso las que el propio usuario cree, utilizan el mismo conjunto de API y el mismo “framework”, representado por este nivel. Entre las API más importantes ubicadas aquí, se pueden encontrar las siguientes:[52]

- **Activity Manager:** Conjunto de API que gestiona el ciclo de vida de las aplicaciones en Android.
- **Window Manager:** Gestiona las ventanas de las aplicaciones y utiliza la librería Surface Manager.
- **Telephone Manager:** Incluye todas las API vinculadas a las funcionalidades propias del teléfono (llamadas, mensajes, etc.).
- **Content Provider:** Permite a cualquier aplicación compartir sus datos con las demás aplicaciones de Android. Por ejemplo, gracias a esta API la información de contactos, agenda, mensajes, etc. será accesible para otras aplicaciones.
- **View System:** Proporciona un gran número de elementos para poder construir interfaces de usuario (GUI), como listas, mosaicos, botones, “check-boxes”, tamaño de ventanas, control de las interfaces mediante teclado, etc. Incluye también algunas vistas estándar para las funcionalidades más frecuentes.
- **Location Manager:** Posibilita a las aplicaciones la obtención de información de localización y posicionamiento.
- **Notification Manager:** Mediante el cual las aplicaciones, usando un mismo formato, comunican al usuario eventos que ocurran durante su ejecución: una llamada entrante, un mensaje recibido, conexión Wi-Fi disponible, ubicación en un punto determinado, etc. Si llevan asociada alguna acción, en Android denominada Intent, (por ejemplo, atender una llamada recibida) ésta se activa mediante un simple clic.
- **XMPP Service:** Colección de API para utilizar este protocolo de intercambio de mensajes basado en XML.

■ Librerías

La siguiente capa corresponde a las librerías utilizadas por Android. Éstas han sido escritas utilizando C/C++ y proporcionan a Android la mayor parte de sus capacidades más

características. Junto al núcleo basado en Linux, estas librerías constituyen el corazón de Android. Entre las librerías más importantes ubicadas aquí, se pueden encontrar las siguientes[52]:

- **Librería libc:** Incluye todas las cabeceras y funciones según el estándar del lenguaje C. Todas las demás librerías se definen en este lenguaje.
- **Librería Surface Manager:** Es la encargada de componer los diferentes elementos de navegación de pantalla. Gestiona también las ventanas pertenecientes a las distintas aplicaciones activas en cada momento.
- **OpenGL/SL y SGL:** Representan las librerías gráficas y, por tanto, sustentan la capacidad gráfica de Android. OpenGL/SL maneja gráficos en 3D y permite utilizar, en caso de que esté disponible en el propio dispositivo móvil, el hardware encargado de proporcionar gráficos 3D. Por otro lado, SGL proporciona gráficos en 2D, por lo que será la librería más habitualmente utilizada por la mayoría de las aplicaciones. Una característica importante de la capacidad gráfica de Android es que es posible desarrollar aplicaciones que combinen gráficos en 3D y 2D.
- **Librería Media Libraries:** Proporciona todos los códecs necesarios para el contenido multimedia soportado en Android (vídeo, audio, imágenes estáticas y animadas, etc.)
- **FreeType:** Permite trabajar de forma rápida y sencilla con distintos tipos de fuentes.
- **Librería SSL:** Posibilita la utilización de dicho protocolo para establecer comunicaciones seguras.
- **Librería SQLite:** Creación y gestión de bases de datos relacionales.
- **Librería WebKit:** Proporciona un motor para las aplicaciones de tipo navegador y forma el núcleo del actual navegador incluido por defecto en la plataforma Android.

■ Runtime de Android

Esta capa incluye la librería del kernel y la máquina virtual Dalvik, la cual se usa para ejecutar los programas de Java, la VM Dalvik está especialmente mejorada para sistemas embebidos, y sus programas ocupan menor espacio de memoria; al mismo tiempo que es capaz de ejecutar varios programas simultáneamente.[51] Runtime de Android consta de la máquina virtual Dalvik y de las librerías Core Java.

- **Máquina virtual Dalvik:** Es un tipo de JVM (Java Virtual Machine) que se utiliza en los dispositivos Android para ejecutar aplicaciones y que se encuentra optimizado para ambientes de baja potencia de procesamiento y de poca memoria. A diferencia de la JVM, la máquina virtual de Dalvik no ejecuta archivos .class, sino que ejecuta archivos .dex. Los archivos .dex se construyen a partir de un archivo .class en el momento de la compilación y proporciona una mayor eficiencia en entornos de bajos recursos. La Dalvik VM (Virtual Machine) permite múltiples instancias de la

máquina virtual que se creará al mismo tiempo que proporciona la seguridad, el aislamiento, la gestión de memoria y soporte de hilos. La máquina virtual de Dalvik fue desarrollada por Dan Bornstein de Google[50].

- **Librerías Core Java:** Estas son diferentes de las librerías de Java SE y Java ME. Sin embargo estas librerías proporcionan la mayor parte de las funcionalidades definidas en las bibliotecas de Java SE[50].

- **Kernel Linux**

Android se basa en el kernel de Linux, versión 2.6 para los servicios básicos del sistema tales como gestión de memoria, gestión de procesos, pilas de red, seguridad, y modelo de drivers. El kernel también actúa como una capa de abstracción hardware entre las aplicaciones y todo el hardware.

3.5. Patrones de arquitectura

Un patrón de arquitectura expresa el esquema de organización estructural esencial para un sistema software, que consta de subsistemas, sus responsabilidades e interrelaciones. En comparación con los patrones de diseño, los patrones arquitectónicos tienen una escalera más grande. Aunque un patrón arquitectónico comunica una imagen de un sistema, no es una arquitectura como tal, es un concepto que captura elementos esenciales de una arquitectura de software[53].

A continuación se presentarán los patrones de arquitectura de la tecnología RFID que son un punto de referencia para el diseño y elección del patrón de arquitectura de la tecnología NFC. Se debe aclarar y recordar que la tecnología RFID, si se puede decir, es la madre de la tecnología NFC, por lo tanto se analiza los patrones de arquitectura desde el punto de vista de esta tecnología madre.

3.5.1. Patrón de arquitectura basado en RFID

Cuando se diseñan aplicaciones basadas en RFID, el sistema debe ser construido de acuerdo a tres opciones donde se debe alojar la información: una base de datos centralizada, una base de datos local alojada en el dispositivo o localizada en la etiqueta RFID. Cada opción conduce al diseño de los patrones de arquitectura[54].

Patrón de arquitectura centralizado

Este patrón de arquitectura es el más utilizado en el desarrollo de aplicaciones. Ha sido estandarizado por EPCglobal[55]. Como se puede observar en la figura 3.11 cuando el dispositivo móvil toca una etiqueta, lee su identificador de etiqueta. Después envía una petición al servidor preguntando por este identificador. Si el servidor encuentra este identificador en su base de datos le envía la respuesta al dispositivo con la información multimedia asociada a la etiqueta.

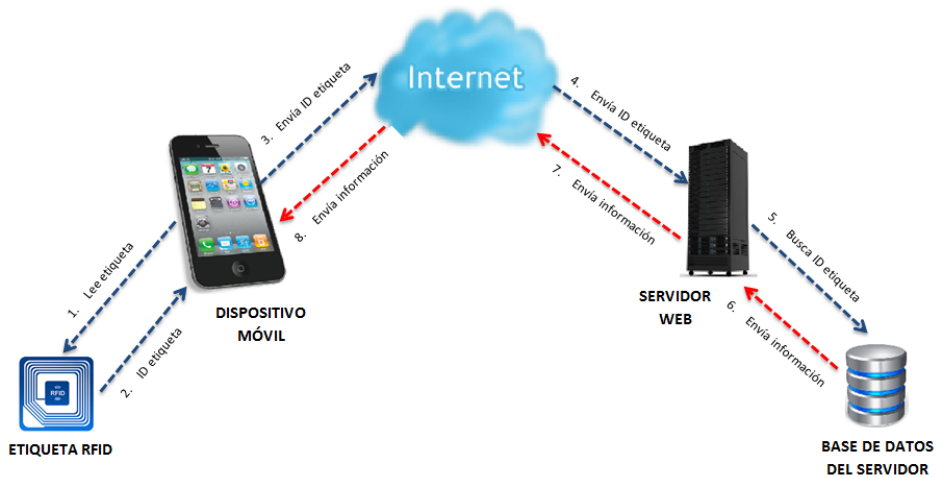


Figura 3.11: Patrón de arquitectura centralizado. Adaptado de[54]

Patrón de arquitectura semi-distribuido

En este patrón de arquitectura, los dispositivos móviles, con soporte RFID, son periódicamente sincronizados con la base de datos central alojada en el servidor. De esta manera, son los usuarios quienes llevan una base de datos interna que contiene la información asociada a las etiquetas en sus dispositivos. Entonces cuando los usuarios tocan una etiqueta RFID con su dispositivo móvil, este leerá su identificador único buscándolo en la base de datos interna y mostrando seguidamente la información solicitada. Así como se puede observar en la figura 3.12.



Figura 3.12: Patrón de arquitectura semi-distribuido. Adaptado de[54]

Patrón de arquitectura distribuido

En este patrón de arquitectura, la información digital se encuentra alojada dentro de la RAM de la etiqueta. Como se puede observar en la figura 3.13, cuando el usuario toque la etiqueta con su dispositivo móvil, este entrara en contacto con la RAM de la etiqueta donde se encuentra la información multimedia de los objetos.

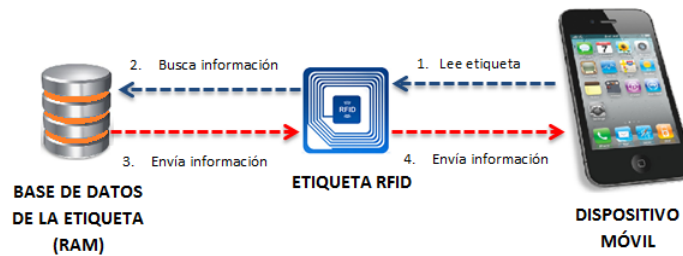


Figura 3.13: Patrón de arquitectura distribuido. Adaptado de[54]

Patrón de arquitectura de memoria compartida distribuida

Este patrón de arquitectura es una mezcla del patrón de arquitectura semi-distribuido y distribuido.[56] Como se puede observar en la Figura 3.14, la información multimedia digital se encuentra alojada en la RAM de la etiqueta. Además cada etiqueta y cada dispositivo móvil guarda una copia de toda la base de datos que almacena la información de cada uno de los objetos.

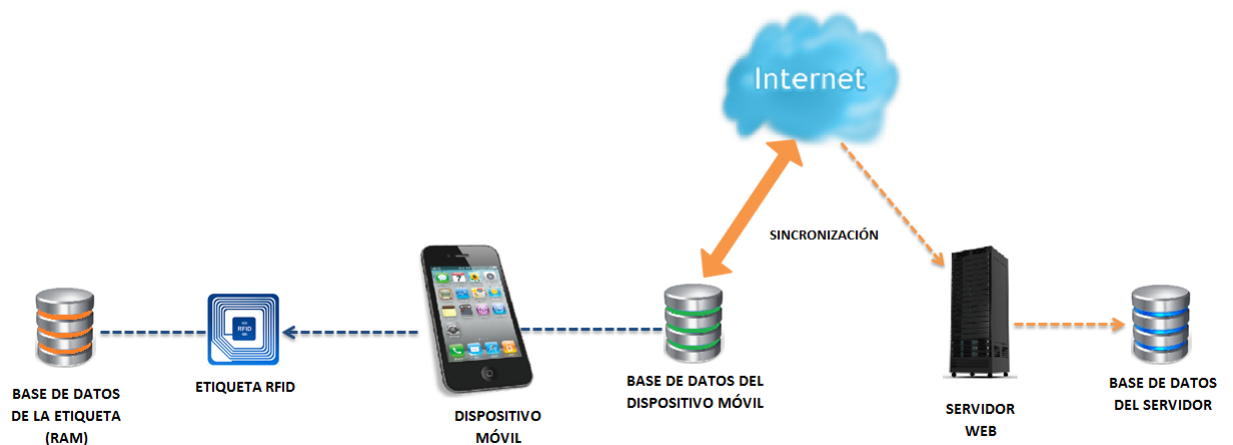


Figura 3.14: Patrón de arquitectura de memoria compartida distribuida. Adaptado de[54]

3.5.2. Patrón de Arquitectura Cliente-Servidor

Se puede definir como un patrón arquitectónico para el desarrollo de sistemas distribuidos.[57] Como se puede observar en la Figura 3.15, en este patrón de arquitectura, el cliente envía un mensaje solicitando un determinado servicio a un servidor (hace una petición), y este envía uno o varios mensajes con la respuesta (provee el servicio).[58]

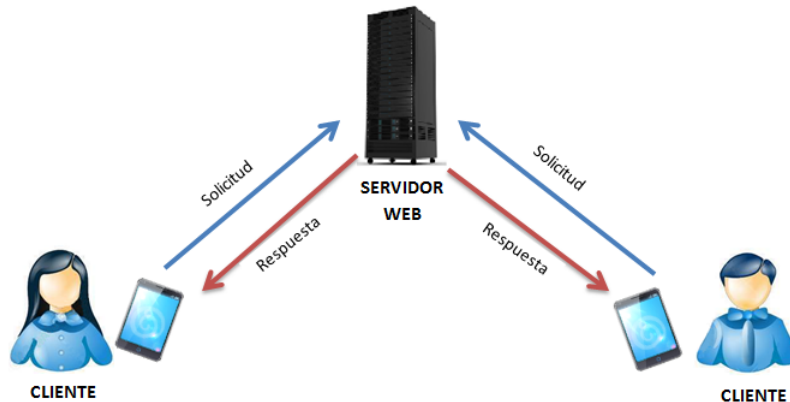


Figura 3.15: Patrón de Arquitectura Cliente-Servidor. Adaptado de[57]

Características de los clientes

Es el que inicia un requerimiento de servicio. El requerimiento inicial puede convertirse en múltiples requerimientos de trabajo a través de redes LAN o WAN. La ubicación de los datos o de las aplicaciones es totalmente transparente para el cliente. Al remitente de una solicitud es conocido como cliente.

A continuación se presentan las características más generales de los clientes[58]:

- Es quien inicia solicitudes o peticiones, tienen por tanto un papel activo en la comunicación.
- Espera y recibe las respuestas del servidor.
- Por lo general, puede conectarse con varios servidores a la vez.
- Normalmente interactúa directamente con los usuarios finales mediante una interfaz gráfica de usuario.

Características de los servidores

Se refiere a cualquier recurso computacional dedicado a responder a los requerimientos del cliente. Los servidores pueden estar conectados a los clientes a través de redes para proveer de los múltiples servicios ofrecidos a los clientes. Al receptor de la solicitud enviada por el cliente se le conoce como servidor.

A continuación se presentan las características más generales de los servidores[58]:

- Desempeñan el papel pasivo en la comunicación, ya que esperan a que lleguen las solicitudes de los clientes.
- Después de la recepción de una solicitud, la procesan y luego envían la respuesta al cliente.
- Por lo general, aceptan conexiones desde un gran número de clientes (en ciertos casos el número máximo de peticiones puede estar limitado).
- No es frecuente que interactúen directamente con los usuarios finales.

3.6. Conclusiones

Del Modelo de intercambio de información NFC-P2P en museos se puede concluir lo siguiente:

- Existe un estudio muy bien fundamentado relacionado con los museos que permite entender y analizar como es el funcionamiento exacto para poder obtener los requerimientos iniciales para el desarrollo de la aplicación móvil dentro de un museo.
- Existen varios patrones de arquitectura para el diseño e implementación de un sistema con la tecnología RFID, que permiten tener una visión amplia para el patrón de arquitectura que mejor se adapte a las necesidades para el desarrollo del presente trabajo de grado.
- De acuerdo al estudio del funcionamiento de los museos, se puede analizar la forma en la que la tecnología NFC puede ser implementada dentro de ellos, así como la obtención de la información de los objetos y el intercambio de los recorridos entre usuarios que se comparten la información obtenida.
- En la arquitectura de Android, se puede decir que provee acceso a múltiples componentes hardware y software del dispositivo a través de librerías e interfaces de comunicación para crear aplicaciones centradas en la experiencia de usuario.
- Una de las ventajas del patrón de arquitectura cliente-servidor es que permite una centralización del control de los recursos, datos y accesos, además que también permite que toda la información que se encuentra almacenada en el lado del servidor generalmente tiene mayor seguridad que si estuviera en el lado de los clientes. También provee una mayor facilidad de mantenimiento y actualización del lado del servidor.

Capítulo 4

Implementación del Modelo de intercambio de información NFC-P2P en museos

4.1. Alternativas de implementación de la aplicación

4.1.1. Modo Lectura de etiquetas

Modo Lectura de etiquetas On-Line

Se diseña una aplicación On-Line para lo que se debe garantizar conectividad Wi-Fi en todo el museo. El contenido multimedia va a estar embebida en páginas Html y cada página va a estar alojada en los servidores FTP de la Universidad del Cauca en las cuentas de cada uno de los integrantes de este proyecto con la siguiente Url: [artemisa.unicauca.edu.co/~\(NombreDeUsuario\)/museoM/tagSxyyy/tagSxyyy.html](http://artemisa.unicauca.edu.co/~(NombreDeUsuario)/museoM/tagSxyyy/tagSxyyy.html) donde NombreDeUsuario es la cuenta de correo donde se ha subido cada carpeta “tagSxyyy” que contiene la página html y las imágenes o video correspondiente, la primera “x” corresponde al número de la sala donde se encuentre la pieza y las siguientes tres “yyy” son secuenciales que empiezan desde el “001” hasta el número total de piezas que hayan en el museo, que en este caso para la Casa Museo Mosquera fueron 106.

Cada vez que el visitante toque una etiqueta NFC con su dispositivo móvil se hará una petición vía Wi-Fi al servidor FTP de la Universidad del Cauca solicitando la página allí alojada, consecutivamente se desplegará en la pantalla del dispositivo móvil un “WebView” donde se cargará la página Html correspondiente con sus respectivos archivos multimedia, igualmente se envían los datos a un servicio web donde se procesan los registros de cada interacción usuario-etiqueta y se almacenan en una base de datos. Una vez el usuario termina el recorrido, procede a compartir con otro usuario.

Modo Lectura de etiquetas Off-Line

El diseño de la aplicación móvil en el modo Off-Line, a diferencia del modo On-Line, no depende de la conectividad Wi-Fi para su funcionamiento dentro del museo. Por lo tanto, la aplicación guarda las imágenes y el contenido asociado a cada pieza en la memoria interna del dispositivo móvil Android, quedando alojados en la dirección “storage/sdcard0/pruebatag/tagSxyyy/tagSxyyy”, cada carpeta “tagSxyyy” contiene la página html y las imágenes correspondientes las cuales serán visualizadas en un WebView dentro de la aplicación “MuseosNFCP2P”, la primera “x” corresponde al número de la sala donde se encuentre la pieza y las siguientes tres “yyy” son secuenciales que empiezan desde el “001” hasta el número total de piezas que hayan en el museo, que en este caso para la Casa Museo Mosquera fueron 106. Los objetos que contienen videos se manejan diferente, todos los videos se encuentran en la carpeta “/storage/sdcard0/pruebavideo/+idTag+.mp4” donde “idTag” es el nombre de cada video y manejan la misma estructura de “tagSxyyy”, estos videos serán visualizado en un “VideoView” dentro de la aplicación “MuseosNFCP2P”.

Cada vez que el usuario toque una etiqueta NFC, el dispositivo leerá la información que se encuentra almacenada en la etiqueta extrayendo únicamente el identificador de la etiqueta (tagSxyyy) para poder realizar una búsqueda en la base de datos interna y desplegar en la pantalla del dispositivo el contenido multimedia correspondiente al Objeto de Museo del cual se desea obtener más información.

La aplicación móvil en modo Off-Line guarda el recorrido del usuario en una base de datos que se encuentra almacenada en la memoria interna del dispositivo móvil Android. Se guiará al usuario a una zona donde exista cobertura de Wi-Fi, preferiblemente al final del recorrido, para enviar los datos con la información del recorrido del usuario a un servidor.

4.1.2. Modo Intercambio de información P2P**Modo Intercambio de información P2P On-Line**

Una vez la información de los recorridos de dos usuarios estén almacenados en la base de datos en el servidor, se puede proceder al intercambio de información entre dos dispositivos móviles en una zona del museo con cobertura Wi-Fi, en este punto al tocar dos celulares, mediante la tecnología NFC-P2P, se envía el “idGroup” del dispositivo B al dispositivo A, el dispositivo A recibe y organiza un paquete con su “idGroup” y el “idGroup” del dispositivo B y envía ese paquete al servidor, el servicio web procesa estos dos datos y compara los dos recorridos existentes en la base de datos con dichos “idGroup” enviando como respuesta al dispositivo A el conjunto de objetos que el dispositivo B había observado en su recorrido pero que el dispositivo A no había visto, se repite el procedimiento para enviar la información del dispositivo A al dispositivo B.

Modo Intercambio de información P2P Off-Line

Una vez almacenada la información de los recorridos de los usuarios en la base de datos del servidor, se procede al escenario de intercambio de información en el museo. Este modo de intercambio Off-Line, mediante la tecnología NFC-P2P, permite intercambiar un archivo entre dos dispositivos móviles tocándose entre sí. Este archivo corresponde a la base de datos que se encuentra en la memoria interna del dispositivo y que contiene el recorrido de los usuarios móviles tocándose entre sí.

Cuando dos usuarios toquen entre sí sus dispositivos móviles, se transferirá la información de todo el recorrido en un archivo al otro dispositivo. Una vez el dispositivo tenga las dos bases de datos (la propia y la del otro usuario), éste procederá a realizar una comparación entre los dos recorridos para poder filtrar los objetos que el usuario no haya visto creando una nueva base de datos que almacenará la información de dichos objetos.

Ya realizado el proceso de comparación en el dispositivo, se procede a la visualización de los objetos que el usuario no ha visto de acuerdo al recorrido del otro usuario. Para esto se despliega en la pantalla del dispositivo un WebView donde se cargará la página HTML correspondiente a los Objetos de Museo que no han sido vistos por el usuario.

Simultáneamente se envía la tercera base de datos al servidor que contiene la información compartida entre los dos usuarios. Esto se hace para guardar el registro de los usuarios que compartan su información entre sí.

4.1.3. Categorización de visitantes**Modo estudiante**

Cada dispositivo móvil es usado por un grupo de 1 o 2 estudiantes, por lo que la aplicación presenta una interfaz donde se asigna un identificador único a cada grupo, se procede a pedir sólo los códigos estudiantiles ya que previamente se tiene almacenados en una tabla de la base de datos la relación entre códigos estudiantiles y sus respectivos nombres.

Modo turista

Cuando el usuario haya seleccionado la opción “Turista” en la aplicación móvil, se procederá a solicitarle su email para su identificación dentro de la base de datos. A diferencia del Modo Estudiante, no va a ser necesario el ingreso de un identificador único de grupo, ya que el turista va a ingresar al museo como única persona.

Modo anónimo

Si el usuario ingresa a la aplicación móvil como Modo Anónimo no necesita ingresar ningún tipo de información personal, por consiguiente se enviará un número autoincremental a la base de datos para poder identificar a los usuarios anónimos. Esto se hace porque existen algunos usuarios que no les gusta dar información personal a los sistemas.

4.2. Selección de los modos para el desarrollo de la aplicación móvil en un entorno de museos.

4.2.1. Selección modo lectura de etiquetas Off-Line

Se selecciona este modo debido a las características de los museos de la Ciudad de Popayán, una de ellas es que contienen pocas piezas, por consiguiente se pueden tener almacenados los contenidos multimedia de los objetos en la memoria interna del dispositivo móvil, permitiendo un óptimo manejo de los recursos en cuanto a batería ya que no es necesario estar haciendo peticiones a un servidor cada vez que se toca una etiqueta y en cuanto a la fluidez de la aplicación ya que al estar el contenido multimedia en la memoria del dispositivo móvil éstos se cargarán y desplegarán más rápido que al tenerlos alojados en un servidor de Internet.

Otro factor decisivo fue la dificultad para garantizar Internet en todas las salas de un museo, esto debido a factores como infraestructura y económicos para comprar todos los equipos necesarios.

4.2.2. Selección modo intercambio de información P2P On-Line

Debido a que el modo de operación NFC-P2P permite intercambiar, entre dos dispositivos, información con una tasa de transferencia muy baja (106, 212 o 424 kbits/s) se decide realizar la aplicación móvil en su modo On-Line para el intercambio de información entre dos usuarios en un entorno de museos, ya que el tamaño de un archivo con la base de datos es mayor que un dato en texto plano con el identificador de dicho archivo. De esta forma los archivos con la base de datos de los recorridos se sube previamente al servidor, así al juntar dos dispositivos sólo se compartirá un dato en texto plano que relaciona la base de datos con el usuario, en este punto se hace el procesamiento de comparación de dos recorridos en el servidor haciendo un proceso más rápido, ya que un servidor cuenta con mayores capacidades de memoria y procesamiento que un dispositivo móvil.

Este modo sólo necesita garantizar Internet en una zona del museo, que con los recursos propios y el apoyo de la Universidad del Cauca sí es factible.

4.2.3. Selección modos de visitantes

Se seleccionan los tres modos (estudiante, turista y anónimo) debido a que es importante conocer la naturaleza de quien va a hacer uso de la aplicación, esto permite que sólo se solicite los datos necesarios según el tipo de visitante y se permite el modo anónimo ya que hay usuarios que prefieren no dar sus datos pero igualmente es importante conocer sus recorridos e interacción con la aplicación.

4.3. Descripción de los mecanismos para implementar la aplicación móvil

Una vez se ha definido el modelo de referencia y se ha recuperado la arquitectura de las tecnologías base de esta tesis, se procede a plantear los mecanismos para almacenar, recuperar e intercambiar información entre usuarios de dispositivos móviles con sistema operativo Android soportando la tecnología NFC en su modo de operación P2P teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- De los patrones de arquitectura, se concluyó que se debe diseñar dos sistemas, en primer lugar, un usuario que tenga la capacidad de detectar etiquetas NFC y en segundo lugar que tenga acceso a la red para que al momento del intercambio de información entre dos dispositivos móviles se haga uso de una aplicación web alojada en el servidor encargada de complementar este proceso.
- La arquitectura de Android define los componentes para el desarrollo de la aplicación móvil.

En esta tesis se emplea el modelo de 4+1 vistas propuesto por Philippe Kruchten [59], ya que permite representar de forma estándar los mecanismos para almacenar, recuperar e intercambiar información a través de diagramas UML.

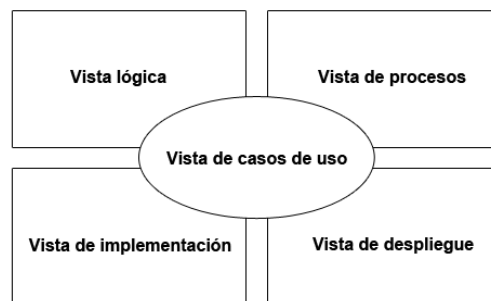


Figura 4.1: Descripción de arquitectura según Kruchten. Adaptado de[60]

Como se observa en la figura 4.1 este modelo incluye:

- **Vista de casos de uso:** descripción de la funcionalidad del sistema, las interfaces externas, y los principales usuarios a través de un diagrama de casos de uso. Esta vista es obligatoria cuando se utiliza el modelo 4+1 vistas, ya que todos los elementos de los mecanismos para almacenar, recuperar e intercambiar información se derivan de los requerimientos allí presentados.
- **Vista lógica:** descripción de cómo el sistema está estructurado en términos de unidades de implementación a través de diagramas de clases y paquetes.
- **Vista de procesos:** describe los flujos de trabajo del sistema y del negocio a través de diagramas de actividades directamente relacionados con los casos de uso definidos anteriormente.
- **Vista de implementación:** se describe el sistema en términos de componentes y relaciones a través de un diagrama de componentes.
- **Vista de despliegue:** describe cómo los componentes de la vista de implementación son mapeados en el hardware a través de un diagrama de despliegue.

4.3.1. Vista de Casos de Uso

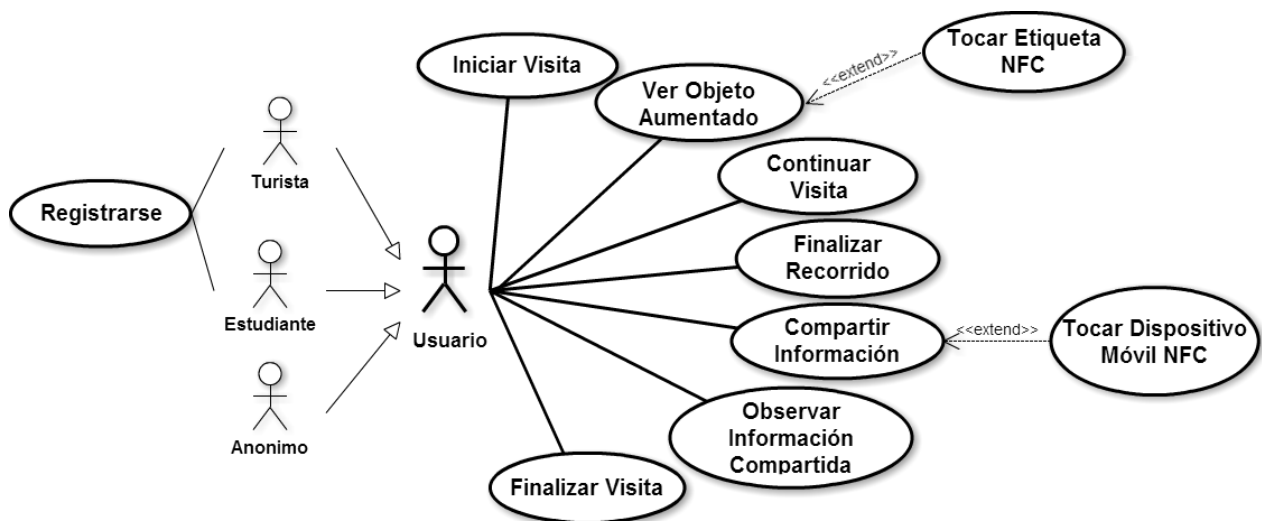


Figura 4.2: Diagrama de casos de uso de los mecanismos para almacenar, recuperar e intercambiar información. Fuente propia.

Los casos de uso mostrados en la figura 4.2 están directamente relacionados con los escenarios de interacción propuestos en el modelo de referencia. Para la especificación de los casos de uso se emplea un formato que incluye [61]:

- **Actores:** actores involucrados en el caso de uso.
- **Requisitos:** condiciones iniciales que favorecen el caso de uso.
- **Escenario de interacción:** escenario del modelo de referencia con el que se relaciona el caso de uso.
- **Flujo de eventos:** flujo principal de eventos en el caso de uso y su relación con los escenarios de interacción del modelo de referencia.
- **Flujos alternos:** eventos que pueden ocurrir en el desarrollo del caso de uso impidiendo que termine correctamente.
- **Resultado:** resultado de la ejecución del caso de uso.

CU: Registrarse

Actores: turista o estudiante o anónimo.

Requisitos: el usuario dispone de un dispositivo móvil con soporte NFC y previamente instalada la aplicación MuseosNFCP2P.

Escenario de interacción: Escenario de generación de recorridos.

Flujo de eventos: el usuario accede a la aplicación desde un dispositivo móvil dónde en la primera interfaz seleccionará una de tres opciones “turista”, “estudiante” y “anónimo” si elige una de las primeras 2 opciones, pasará a una nueva interfaz donde se le pedirán unos datos de registro de acuerdo al usuario seleccionado como código estudiantil o cédula, nombre y correo. Si el usuario elige “anónimo” pasará a Iniciar Visita sin necesidad de ingresar sus datos. El sistema envía los datos al servidor y la información se guarda en la base de datos.

Resultado: se crea una sesión para el usuario en la aplicación, así todo los objetos que se empiecen a descubrir con el dispositivo móvil estarán asociados al recorrido del presente usuario.

CU: Iniciar Visita

Actores: turista o estudiante o anónimo.

Requisitos: CU-Registrarse, disponer de un dispositivo móvil con soporte NFC con la aplicación MuseosNFCP2P instalada.

Escenario de interacción: Escenario de generación de recorridos.

Flujo de eventos: Una vez el usuario selecciona la opción “iniciar visita” se le presenta una interfaz con el siguiente mensaje “toque la etiqueta del objeto del cual desea obtener más información”, es una interfaz que su principal funcionalidad es mostrarle al usuario una imagen de cómo debe acercar el celular a una etiqueta para poder empezar con el recorrido.

Flujos alternos: el usuario selecciona la opción “exit” para salir de la aplicación.

Resultado: El usuario visualiza como debe empezar a hacer el recorrido.

CU: Ver Objeto Aumentado

Actores: turista o estudiante o anónimo.

Requisitos: CU-Registrarse, CU-Iniciar Visita, disponer de un dispositivo móvil con soporte NFC con la aplicación MuseosNFCP2P instalada.

Escenario de interacción: Escenario de generación de recorridos.

Flujo de eventos: El usuario localiza una etiqueta NFC y la toca con el dispositivo móvil, solicitando la información del objeto aumentado. El sistema le provee acceso a los recursos multimedia del objeto, hay tres tipos de recursos multimedia, una imagen con texto, imágenes tipo “slider” con texto, y videos.

Flujos alternos: el usuario selecciona la opción “finalizar recorrido” del menú contextual para finalizar el recorrido y pasar al escenario de intercambio de información.

Resultado: el usuario observa un recurso multimedia asociado a un Objeto de Museo y el sistema guarda registro de la interacción entre el usuario y los objetos.

CU: Continuar Visita

Actores: turista o estudiante o anónimo.

Requisitos: CU-Registrarse, CU-Iniciar Visita, CU-Ver Objeto Aumentado, disponer de un dispositivo móvil con soporte NFC con la aplicación MuseosNFCP2P instalada.

Escenario de interacción: Escenario de generación de recorridos.

Flujo de eventos: El usuario selecciona la opción “continuar visita” y el sistema le muestra un “alert” indicándole que debe tocar una nueva etiqueta NFC para continuar la visita, el usuario localiza una nueva etiqueta NFC y la toca con el dispositivo móvil, solicitando la información del objeto aumentado y el sistema responde dándole acceso a los recursos multimedia del objeto. A continuación el usuario revisa cada recurso y avanza en busca de otros objetos, repitiendo el mismo procedimiento hasta que termine de ver todos los objetos que le han llamado la atención.

Flujos alternos: el usuario selecciona la opción “finalizar recorrido” del menú contextual para finalizar el recorrido y pasar al escenario de intercambio de información.

Resultado: el usuario observa un recurso multimedia asociado a un Objeto de Museo y el sistema guarda registro de la interacción entre el usuario y los objetos.

CU: Finalizar Recorrido

Actores: Turista, estudiante o anónimo

Requisitos: CU-Registrarse, CU-Iniciar Visita, CU-Ver Objeto Aumentado, CU-Continuar Visita, disponer de un dispositivo móvil con soporte NFC con la aplicación MuseosNFCP2P instalada, tener acceso a Internet.

Escenario de Interacción: Escenario de Generación de Recorridos

Flujo de Eventos: El usuario selecciona la opción “Finalizar recorrido” del menú contextual cuando desee dar por finalizado su recorrido en el museo. La aplicación solicitara una contraseña para poder confirmar que el usuario realmente desea terminar su recorrido, esta contraseña será dada por el museo al usuario cuando inicie el recorrido. Esto se hace para evitar que por

alguna razón, el usuario involuntariamente finalice el recorrido. Cuando se ingrese la contraseña para terminar el recorrido, en ese momento se envían los datos al servidor (base de datos) de todas las interacciones que el usuario realizó en el museo tocando las etiquetas NFC de los Objetos de Museo.

Flujo Alternativo: Si el usuario no desea terminar el recorrido, podrá cancelar la solicitud de la contraseña para finalizar el recorrido, de esta manera el usuario seguirá disfrutando de su recorrido por el museo. Si el usuario está ingresando una contraseña incorrecta, la aplicación responderá con una excepción pidiendo que ingrese la contraseña correcta.

Resultado: El servidor guarda todos los registros de la interacción entre el usuario y las etiquetas NFC asociadas a los Objetos de Museo.

CU: Compartir Información

Actores: Turista, estudiante o anónimo

Requisitos: CU-Registrarse, CU-Iniciar Visita, CU-Ver Objeto Aumentado, CU-Continuar Visita, CU-Finalizar Recorrido, disponer de un dispositivo móvil con soporte NFC con la aplicación MuseosNFCP2P instalada, tener acceso a Internet.

Escenario de Interacción: Escenario de Intercambio de Información

Flujo de Eventos: Para compartir la información de su recorrido, un usuario debe tocar el otro dispositivo NFC para transferir el recorrido visto en el museo, en este momento se le presentará en la interfaz al usuario una imagen ilustrativa de cómo deben tocar los dispositivos móviles. Una vez los dos dispositivos se toquen, el usuario debe seleccionar la opción “Compartir Información”. En ese momento le transmite la información del recorrido que ese usuario realizó en el museo, haciendo uso del servidor que compara los dos recorridos y arroja un resultado de los objetos que el otro usuario no alcanzó a visualizar.

Resultado: Realizar la comparación de los dos recorridos de los usuarios en el servidor, para poder sacar el resultado de los objetos que el otro usuario no alcanzó a observar.

CU: Observar Información Compartida

Actores: Turista, estudiante o anónimo

Requisitos: CU-Registrarse, CU-Iniciar Visita, CU-Ver Objeto Aumentado, CU-Continuar Visita, CU-Finalizar Recorrido, CU-Compartir Información, disponer de un dispositivo móvil con soporte NFC con la aplicación MuseosNFCP2P instalada, tener acceso a Internet.

Escenario de Interacción: Escenario de Intercambio de Información

Flujo de Eventos: Después que el otro usuario comparta su información tocando sus dispositivos móviles NFC, el usuario podrá seleccionar la opción “Observar la información compartida”, que mostrará en la pantalla del dispositivo todos aquellos objetos del otro usuario que no pudo visualizar dentro del museo.

Flujo Alternativo: El usuario también puede seleccionar la opción “Compartir Información”, si desea compartir su recorrido con otro usuario.

Resultado: Visualizar el intercambio de información de los Objetos de Museo en la pantalla del

dispositivo móvil NFC de los usuarios.

CU: Finalizar Visita

Actores: Turista, estudiante o anónimo

Requisitos: CU-Registrarse, CU-Iniciar Visita, CU-Ver Objeto Aumentado, CU-Continuar Visita, CU-Finalizar Recorrido, CU-Compartir Información, CU-Observar Información Compartida
disponer de un dispositivo móvil con soporte NFC con la aplicación MuseosNFCP2P instalada, tener acceso a Internet.

Escenario de Interacción: Escenario de Finalización de la Visita

Flujo de Eventos: Después que el usuario comparta y visualice la información compartida de los Objetos de Museo, puede dar finalizada su visita seleccionando la opción “exit” de la aplicación. En ese preciso instante, se envían los datos del intercambio de información entre los usuarios al servidor (base de datos).

Flujo Alternativo: ninguno

Resultado: El servidor guarda los registros del intercambio de información entre los usuarios, dando por finalizada la aplicación móvil y por lo tanto la visita al usuario.

4.3.2. Vista lógica

Los paquetes de la figura 4.3 contienen la lógica de negocio y de presentación del sistema.

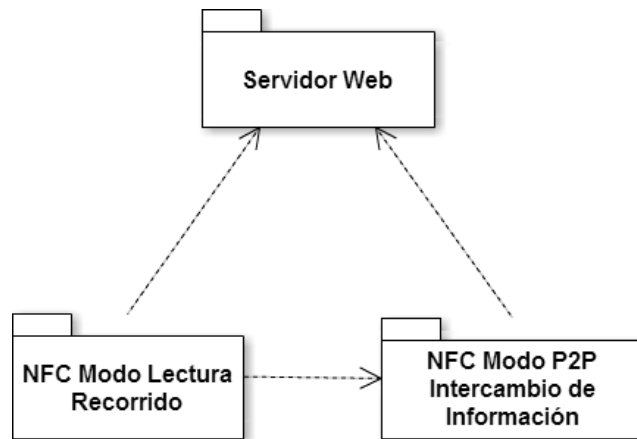


Figura 4.3: Diagrama de Paquetes. (Fuente propia).

Se propone el diagrama Entidad - Relación de la figura 4.4 para representar el modelo de intercambio de información NFC-P2P en museos. Complementariamente, el diagrama de la figura 4.5 presenta un modelo de base de datos, basado en el modelo E-R.

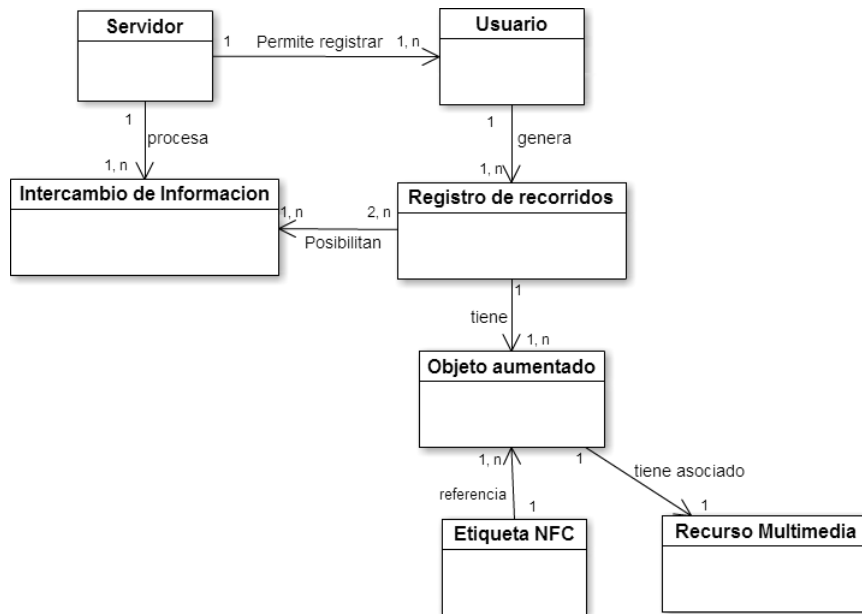


Figura 4.4: Diagrama Entidad-Relación. (Fuente Propia).

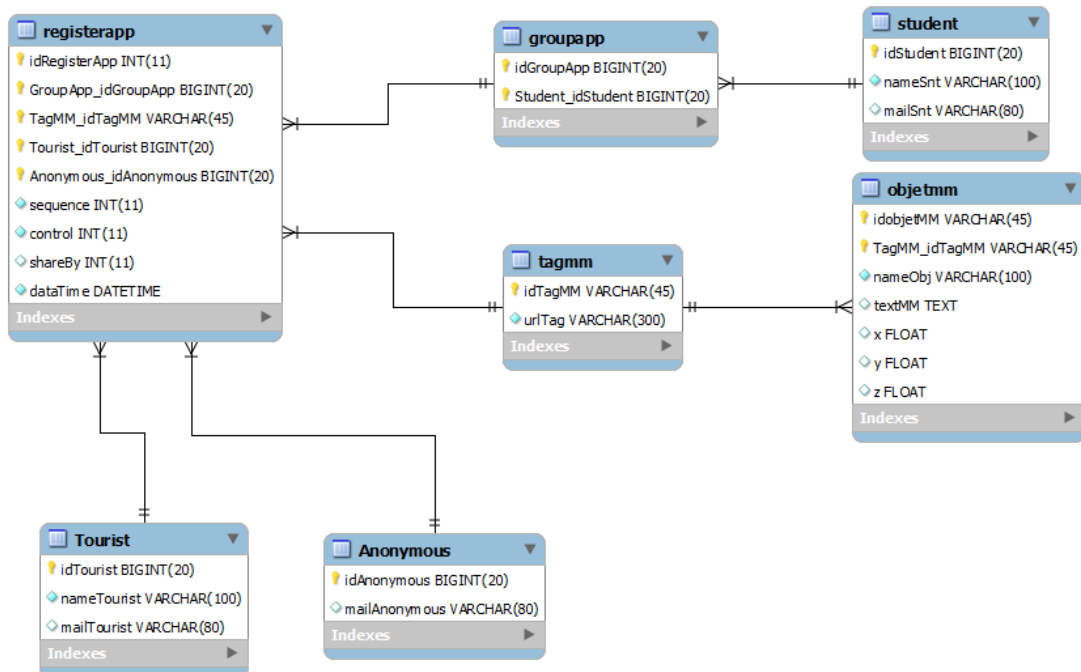


Figura 4.5: Diagrama de Bases de datos. (Fuente Propia).

Del lado de la aplicación cliente, se propone un diagrama de clases (figura 4.6). La clase “Recorrido” permite registrar la interacción de los usuarios almacenando un registro cada vez que se toca una nueva etiqueta, información que se enviará después a un servidor web. La clase “Objeto” permite visualizar el contenido digital en el dispositivo móvil. La clase “Compartir” permite compartir y visualizar el intercambio de recorridos entre dos usuarios.

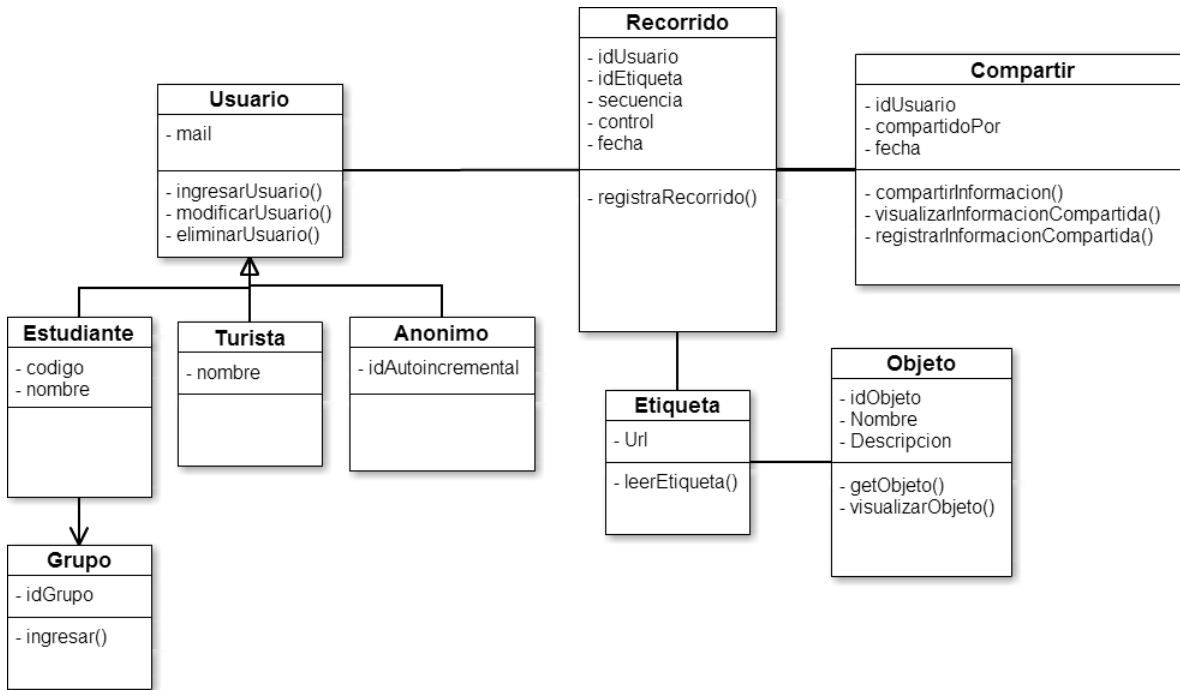


Figura 4.6: Diagrama de Clases. (Fuente Propia).

4.3.3. Vista de procesos

La figura 4.7 incluye diagramas de actividades para los casos de uso: Ver Objeto Aumentado y Compartir Información que describen los flujos de trabajo del modelo de negocio.

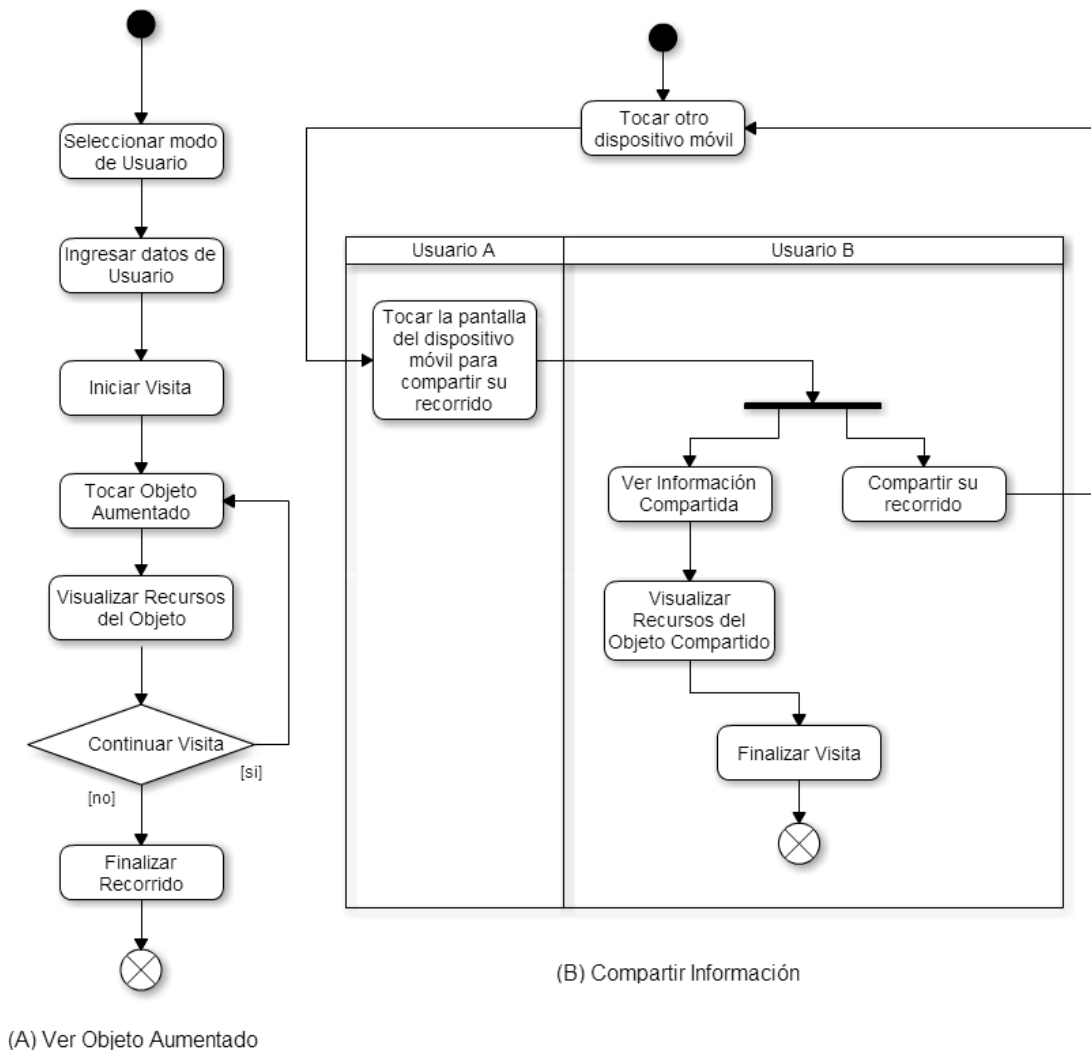


Figura 4.7: Diagramas de actividades. (Fuente Propia).

4.3.4. Vista de Implementación

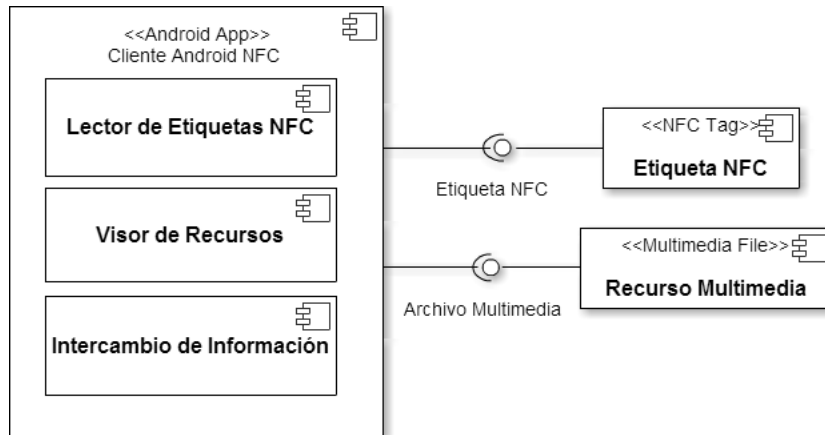


Figura 4.8: Diagrama de componentes del modelo de intercambio NFC-P2P. (Fuente Propia).

El resultado del proceso de descomposición del sistema se muestra en la figura 4.8 Para facilitar la comprensión de los procesos de comunicación se amplía la descripción de cada componente:

- **Cliente Android NFC:** Este componente hace referencia a una aplicación Android. Los componentes internos se pueden asociar directamente a las clases definidas en la figura 4.6.
- **Etiqueta NFC:** Definida en las secciones 2.2.3 y 3.2.1, su principal característica es la url allí almacenada referenciando a uno o más Objetos de Museo.
- **Recurso Multimedia:** Es un recurso asociado a los Objetos de Museo, almacenado en la memoria interna del dispositivo móvil y recuperado a través de un identificador único que tiene cada url.
- **Intercambio de información:** Este componente hace referencia al intercambio de recorridos entre dos usuarios en un contexto de museos.

4.3.5. Vista de despliegue

En el diagrama de despliegue, figura 4.9, se observa como los componentes software diseñados se mapean en el hardware.

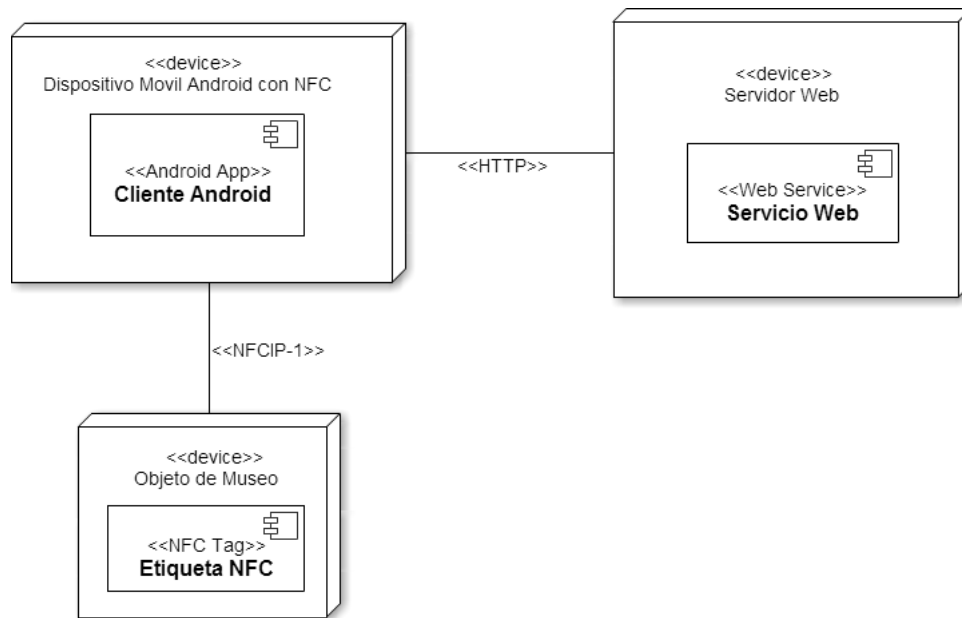


Figura 4.9: Diagrama de despliegue del modelo de intercambio NFC-P2P. (Fuente Propia).

- **Dispositivo Móvil Android con NFC:** puede ser un Smartphone o un Tablet PC Android con soporte NFC en el que se instala la aplicación cliente para iniciar una visita interactiva en el museo, visualizando los objetos aumentados, registrando su recorrido y permitiendo intercambiar información entre dos dispositivos móviles.
- **Servidor Web:** Representa un equipo servidor donde se encuentra un servicio web que se encarga del almacenamiento de los recorridos realizados por los usuarios de la aplicación móvil y gestiona el proceso de comparación de recorridos para un óptimo intercambio de información. La implementación del servicio web fue desarrollado por otro grupo de tesis [62], el cual se hace uso en este proyecto.
- **Objeto de Museo:** es un objeto real que ha sido seleccionado y etiquetado para el desarrollo de una visita interactiva dentro de un museo.

4.4. Conclusiones

De la Implementación del Modelo de intercambio de información NFC-P2P en museos se puede concluir lo siguiente:

- Se analizaron diferentes alternativas de implementación de la aplicación seleccionando las más adecuadas para las características de los museos de Popayán, apoyándose con los

diagramas UML para analizar los requerimientos para poder implementar la aplicación móvil.

- Existen diferentes tipos de visitantes por lo que es importante hacer una categorización de ellos dentro de la aplicación.
- Se ha aportado un modelo de los mecanismos para implementar una aplicación móvil que permite el intercambio de información mediante la tecnología NFC en un contexto de museos.

Capítulo 5

Caso de estudio

El presente capítulo presenta un informe detallado de la realización de las experiencias que se llevaron a cabo en la Casa Museo Mosquera de la ciudad de Popayán (Cauca - Colombia) utilizando la tecnología NFC como herramienta para realizar una visita didáctica e interactiva dentro del museo. El equipo de trabajo a cargo de la ejecución de esta actividad está conformado por los autores de esta investigación y compartido el caso de estudio con [62] en el marco del proyecto PFMTIC del programa de profesional en turismo.

Se describe el diseño, la preparación y la ejecución de las experiencias realizadas el 14 de Noviembre de 2013 y los días 5, 12, 13 y 16 de Diciembre de 2013, explicando la forma en cómo se desarrolló la actividad en cada una de las jornadas planteadas, los usuarios que hicieron parte de las mismas, el tiempo de ejecución, elementos usados y personal a cargo.

Se realiza un análisis de los datos obtenidos en cada una de las experiencias que consiste en evaluar los diferentes recorridos y transiciones que los usuarios realizan en una visita al museo para determinar si existen y cuáles son los diferentes patrones de movilidad de los usuarios cuando se encuentran dentro del museo, además se presenta un análisis de las encuestas de satisfacción realizadas en las experiencias y de la información compartida entre los visitantes.

5.1. Diseño de experiencias

El diseño fue el primer paso para la ejecución de la experiencia en el museo, para ello fue necesario indagar sobre los aspectos fundamentales para lograr el objetivo de la implementación de la tecnología NFC P2P en un museo. A continuación se habla de forma general, de éstos aspectos para poner en marcha las experiencias que consisten en la interacción de estudiantes y docentes de la Universidad del Cauca con objetos digitalizados con dispositivos móviles Android utilizando tecnología ubicua en un contexto de museo.

5.1.1. Proceso de selección de un Museo en la Ciudad de Popayán

Selección de Museo para realizar la experiencia.

Se realizó una reunión el día 23 de Agosto de 2013 con la profesora Ángela Chantre, Ing. Gustavo Ramírez, Ing. Catalina Córdoba, y los autores de esta investigación con [62] donde se definieron los siguientes aspectos:

- **Museos opcionales para realizar la experiencia:** Se analizó la necesidad que el museo escogido fuera apto para las necesidades solicitadas por la Profesora Ángela Chantre, en el momento que sus alumnos interactuaran con las piezas existentes en él, y que además se contextualizaran en un ambiente de aprendizaje que fuera totalmente digital, por lo tanto se llegó al acuerdo que los museos más adecuados fueron la Casa Museo Mosquera y el Museo Nacional Guillermo Valencia de la Ciudad de Popayán.
- **Grupos opcionales para realizar la experiencia:** Los grupos escogidos como opcionales para realizar la experiencia en el museo fueron los siguientes: Introducción a la Ingeniería Electrónica Grupos A y B, Patrimonio Cultural del Programa de Turismo, Desarrollo de aplicaciones para sistemas Ubicuos del programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones y un grupo de expertos docentes de la Universidad del Cauca.

Presentación a directivos de Museos.

El día 9 de Octubre de 2013 se llevó a cabo la reunión con la Directora Martha Hubach Valencia del Museo Nacional Guillermo Valencia, la Directora Alexandra Collazos de la Casa Museo Guillermo León Valencia, la Ingeniera Catalina Córdoba y las estudiantes Katherine Alegría y Victoria Chaves, donde se presentó la propuesta que consiste en la implementación de la tecnología NFC en los respectivos museos. La propuesta fue aceptada por las directoras de ambos museos dando la aprobación de los requisitos para la ejecución de la experiencia, siendo uno de los requisitos principales el solicitar un permiso al Ministerio de Cultura, se evaluó la posibilidad de realizar ese trámite pero debido a que se demoraban en dar respuesta a la solicitud no fue posible escoger alguno de los anteriores museos.



Figura 5.1: Presentación a Directivos de Museos. Fuente propia

Reunión con la directiva del museo elegido para la experiencia

Se llevó la presentación de la propuesta a la Vicerrectora de Cultura y Bienestar de la Universidad del Cauca Paloma Muñoz, quién es la Directora de la Casa Museo Mosquera de la Ciudad de Popayán (Cauca - Colombia). La reunión se realizó el día 30 de Agosto de 2013 en el museo mencionado estando presentes Paloma Muñoz, el Señor Francisco Javier Valencia, la Ingeniera Catalina Córdoba, y los autores de esta investigación con [62]. La propuesta fue aceptada por la Vicerrectora Paloma Muñoz y además como el museo hace parte de la Universidad del Cauca no requirió permisos extras para la implementación de la tecnología NFC en el museo, de esta forma se inició la planificación y diseño de la experiencia en la Casa Museo Mosquera.

5.1.2. Visita a la Casa Museo Mosquera

Debido a que el Museo escogido fue la Casa Museo Mosquera de la Ciudad de Popayán, se realizó una primera visita para hacer un análisis general del escenario donde se ejecutaría la experiencia, se analizó su infraestructura, los objetos que son exhibidos en él y el tiempo que toma en realizar un recorrido a las cuatro salas del museo con el acompañamiento del guía turístico.

Análisis de infraestructura

Se observó que la Casa Museo Mosquera es una estructura construida aproximadamente en la mitad del siglo XVIII, por lo tanto es una edificación muy antigua que tiene paredes de aproximadamente 1,6 metros de espesor, esto influye a la hora de conectar los routers dentro del museo, ya que por el tipo de estructura que se presenta hace que la señal entregada sea de baja calidad y a la vez la conexión a Internet no llegue a ciertos espacios generando posibles complicaciones con la aplicación móvil en su modo On-Line.

Una vez analizada la estructura que presenta las salas de exposición se verificó cómo es la distribución de la misma, como por ejemplo, tipo de pisos y ubicación de ventanas, entradas y salidas, para generar un primer mapa en el cual se podía localizar de manera apropiada las zonas libres de los salones, donde se encuentran ubicadas las piezas, y los posibles lugares para adecuar y colocar los elementos necesarios para la experiencia como se observa en la figura 5.2 y la figura 5.3.



Figura 5.2: Estructura de la Casa Museo Mosquera. Fuente propia



Figura 5.3: Estructura de la Casa Museo Mosquera. Fuente propia

Se observó que las salas de exposición del museo no disponían de Internet, solo una oficina que esta contigua a las mismas en donde funciona la Vicerrectoría de Cultura y Bienestar de la Universidad del Cauca. La oficina cuenta con un único punto de red. Este impedimento llevó al grupo a realizar un primer diseño para que desde ese punto de red, las salas del museo pudieran conectarse y acceder a Internet.

Este diseño cuenta con 5 routers debido a las gruesas paredes que presenta la estructura del museo. El museo tiene 4 salas físicas, donde la primera sala es más grande que las otras 3, por este motivo se especificó que ésta sala debía contar con dos routers para evitar problemas con la red. Las demás salas cuentan con un router para cada una de ellas y se colocaron en las puertas para no ocasionar daños al interior del museo por posibles caídas de los mismos. De esta manera, se pensó en un principio que éste diseño cubría con las necesidades que se plantearon. Este diseño se detalla mejor en la sección 5.2.2 del presente capítulo.

De igual forma, se analizó que los puntos de toma de corriente (para conectar los routers) eran muy escasos o estaban lejos de donde se quería instalar los routers. Por esta razón, se decide utilizar extensiones. La figura 5.4 da un ejemplo de cómo se encuentran ubicados los puntos de toma de corriente en el museo.

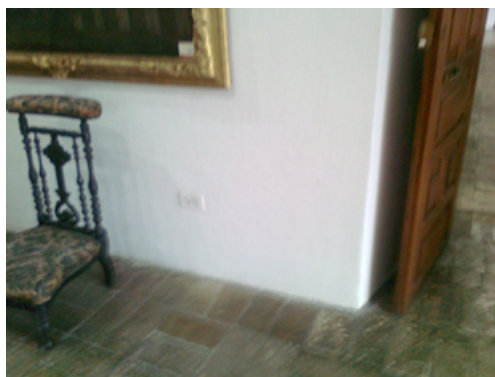


Figura 5.4: Puntos de toma de corriente. Fuente propia

Análisis del tiempo de visita con el guía, tipo de información entregada y su calidad

La primera visita que se realizó en el museo con el guía, determinó que un recorrido total al mismo dura 45 minutos aproximadamente. Esto ayudó a analizar posteriormente cómo utilizar esta variable en la experiencia, como por ejemplo, cuánto tiempo debe durar un estudiante con la herramienta dentro del museo.

Durante la visita el guía entregó información de calidad ampliando los conceptos que se tienen de la historia de la Familia Mosquera. Pero al mismo tiempo, el guía no poseía toda la

información de todos los objetos del museo, es aquí donde se profundizó en una búsqueda de información de cada una de las piezas que se encuentran dentro del museo, para que de esta manera la herramienta tuviera información detallada de los objetos y fuera competitiva respecto a realizar una visita con el guía.

Análisis de la distribución de los objetos en el museo

Como primera medida, se analizó que los objetos del museo son muy antiguos que datan aproximadamente entre los siglos XVII y XVIII, por lo tanto se debían manejar con mucho cuidado los objetos a la hora de realizar la experiencia. Además se hizo un conteo aproximado de 130 objetos, contando 30 objetos por sala aproximadamente.

Los objetos se encuentran situados en grandes vitrinas, sobre paredes (cuadros) y distribuidos en las salas sobre soportes, como se puede observar en la figura 5.5. Existen espacios donde los objetos quedan muy cercanos entre sí, por lo tanto se pensó en utilizar atriles para que a la hora de interactuar con los objetos no exista peligro alguno de tropezar con ellos, además también para no generar desorden en el museo. Debido a que muchos objetos están dentro de las vitrinas, se optó por utilizar pequeñas tablas que se adhieren a las mismas, ya que no es posible poner las etiquetas dentro de las vitrinas, generando una mejor visualización en el interior del museo para cuando se ejecute la experiencia.



Figura 5.5: Distribución de los objetos en el museo. Fuente propia

5.2. Preparación de experiencias

En este punto se ilustra y explica los diferentes procedimientos o aspectos a tener en cuenta en el momento de la preparación de las experiencias en la Casa Museo Mosquera.

5.2.1. Medición de la estructura del museo

Se levantó un mapa a escala de la estructura de las salas de exposición del museo, éste se diseñó con el programa SweetHome3[63], una distribución con licencia pública GNU (linux), que permite no solamente montar la estructura sino tener en cuenta los anchos de muros, configuración de accesos y ubicación de piezas en el lugar. Este trabajo se realizó manualmente, para permitir tomar medidas reales de espesor de paredes, ubicación de ventanas y puertas, tamaño de las mismas y la distancia entre objetos, para que los diseños que se realizarán sobre dicho mapa se asemejen lo más posible al ambiente real. El resultado de este mapa en formato digital 3D se observa en la figura 5.6.



Figura 5.6: Mapa en 3D de las salas de exposición de la Casa Museo Mosquera. Fuente propia

5.2.2. Diseño de la red

Una vez se realizó la visita y se observó cómo es la distribución de las salas, se diseñó las posibles distribuciones de cableado y los lugares más adecuados para colocar los dispositivos que se usarían para dar señal Wi-Fi a las salas.

El primer diseño realizado se muestra en la figura 5.7, que permite tomar el punto de red existente en la oficina de Vicerrectoría de Cultura y Bienestar de la Universidad del Cauca como punto principal de alimentación de red para los routers que entregan servicio de red inalámbrica a la infraestructura.

De este punto inicial se conecta un Hub que divide la red en dos partes, la primera conectada a un router inalámbrico “A”, que dará señal Wi-Fi a la oficina y que en caso de ser necesario podría adaptarse a partir de él una red cableada para este sitio. Una vez satisfecha la demanda de

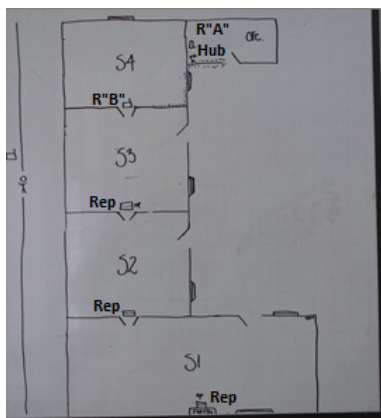


Figura 5.7: Primer diseño de distribución de red inalámbrica Casa Museo Mosquera. Fuente propia

Internet en la oficina principal, la segunda señal entregada por el Hub se conecta con el routers inalámbrico “B”, ubicado sobre la puerta de la sala 4 (S4), y sobre las puertas de las salas 3, 2 y 1 (S3, S2 y S1 respectivamente) se ubican repetidores de Wi-Fi, para expandir la cobertura de la señal, y así evitar cablear en exceso, ya que se debe tratar de mantener los espacios del museo lo más libres posibles. La ubicación de los router en estos puntos se debe a que en la estructura se evidenció que los puntos de toma de corriente necesarios para el funcionamiento de los router están a un lado de las puertas de ingreso a las salas, y que por medio de extensiones, se podrían conectar sin tener mayor inconveniente y a su vez no ser tan invasivas en la infraestructura.

Una vez planteado el diseño se pasó a buscar los elementos necesarios para su montaje en el museo, pero se presentó el inconveniente que no se encontraban repetidores Wi-Fi en los laboratorios de la Universidad del Cauca que se pudieran utilizar para el montaje de este primer diseño de red, por lo tanto se debió realizar un nuevo diseño.

El segundo diseño mostrado en la figura 5.8, trata de evitar el problema de uso de repetidores Wi-Fi y solo hacer uso de 3 router inalámbricos para evitar tener espacios sin cobertura de señal. Para este diseño se ubicó en el punto de red de la oficina principal del edificio un router inalámbrico A, que extendería un cable UTP a un Hub ubicado en la parte de afuera de la oficina y de éste se extienden tres cables, uno de ellos va hacia el router 1 ubicado sobre la puerta de la sala 4 (S4), un segundo cable va conectado al router ubicado sobre la puerta entre las salas 3 y 2 (S3 y S2) y el tercero se extendería hasta la puerta de ingreso al museo.

Este diseño entregó buenos resultados, ya que cubría con señal Wi-Fi en un 99 % todas las salas del museo, pero se tenía el inconveniente que el cableado era demasiado extenso y esto podría generar inconvenientes a la hora de pasar por la puerta de salida como por ejemplo que un visitante tropezara con el cable y sufriera un accidente o que el cable se quiebre debido al paso de muchas personas sobre él, sumado a esto el punto de red de esta edificación tenía

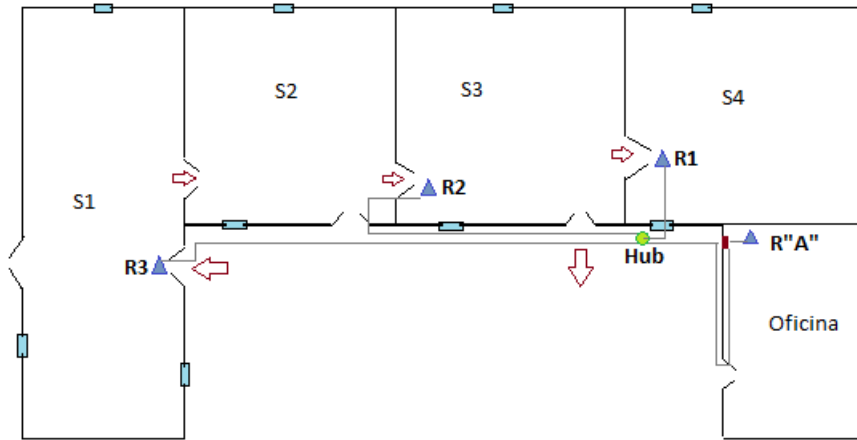


Figura 5.8: Segundo diseño de distribución de Red inalámbrica Casa Museo Mosquera. Fuente propia

restricciones con respecto al número de usuarios permitidos, es decir, no podían estar más de 2 dispositivos conectados a la vez, porque automáticamente se caía el acceso a la red en el punto y la otra restricción era la no posible navegación en la página de video (youtube) por medio de los dispositivos móviles, este era un problema importante ya que era necesario el acceso a este tipo de páginas por medio de estos dispositivos.

Para el tercer diseño, se pensó en hacer uso del servicio de datos que proveen los operadores, Claro, Tigo y Movistar, pero se observó que debido al tipo de infraestructura que posee el museo, en algunos sectores de éste se debilitaba la señal Wi-Fi y la aplicación instalada en los dispositivos móviles no podía acceder a Internet, y este acceso es necesario ya que ésta se comunica con el servicio web para entregar datos importantes, como son la fecha, el tiempo, orden de interacción con las piezas, nombre de la pieza, entre otros.

Debido a los inconvenientes que se enuncian anteriormente se presentó una petición de acceso a Internet en las salas del museo a la división de sistemas de la Universidad del Cauca, sección encargada del montaje y mantenimiento de las redes en los diferentes edificios pertenecientes a la Universidad. Como respuesta la división de sistemas decidió colocar un punto de red dentro de las salas del museo para dar solución a las necesidades de red que se requieren en la ejecución del proyecto de implementación de TICs.

5.2.3. Levantamiento de la información de las piezas de las salas de exposición

Para entregar a los usuarios una información detallada de cada uno de los objetos se empezó con la recolección de datos de cada pieza existente dentro del museo con el contenido

básico de sus respectivas tarjetas de información, este proceso tuvo una duración de aproximadamente dos días. La figura 5.9 muestra la información que se tiene en las tarjetas del museo.



Figura 5.9: Tarjetas de información de los objetos de la Casa Museo Mosquera. Fuente propia

Con esto se generó una primera versión del inventario de los objetos en el museo, pero con una información básica. Para ampliar los contenidos se realizaron unos videos grabando al guía, para obtener datos que no se encontraron desde un primer instante. Gracias a los videos, la información recolectada fue más concisa y más robusta, pero aun así se necesitaba más recursos debido a que no se tenía información de algunos de los objetos, por lo tanto se continuó haciendo una búsqueda en Internet y recursos bibliográficos, libros que contenía datos sobre la Familia Mosquera, búsqueda de la información en los mismos objetos del museo e indagación al personal del mismo, quienes poseían mayor información acerca de los objetos.

Con todo lo anterior, se pudo suplir la información necesaria para entregarla al usuario. Obtenidos los datos tanto básicos como específicos, se procede a su almacenamiento digital y a generar la interfaz de usuario para presentar la información al visitante. Este punto se explica con mayor detalle en la sección 5.2.6 del presente documento. Todo este proceso de captura de información tuvo una duración de aproximadamente un mes.

5.2.4. Fotos de las piezas existentes en las salas de exposición

Para presentar la información detallada de los objetos del museo al visitante en su dispositivo móvil se tiene una interfaz donde él observa la foto del objeto y su descripción, es por esta razón que se contrató un fotógrafo quien realizó la captura de fotos de cada uno de los objetos.

Inicialmente se observó que la aplicación móvil demoraba en cargar las imágenes debido a su tamaño (1MB aproximadamente), se decidió reducir la calidad de las fotos obteniendo imágenes de menor tamaño con respecto a las primeras (200KB aproximadamente). Con este cambio se obtuvo una mejor respuesta por parte del dispositivo móvil para desplegar la información de una forma más rápida.

5.2.5. Etiquetas NFC

Se utiliza la etiqueta NFC mostrada en la figura 5.10 que tiene una capacidad de almacenamiento de 137 bytes, capacidad suficiente para guardar la información requerida para las experiencias. Experimentalmente se mide el alcance de estas etiquetas observando que el dispositivo móvil logra establecer una conexión con la etiqueta a una distancia de 1,5 cm aproximadamente.



Figura 5.10: Etiqueta NFC escogida para la experiencia. Fuente propia

5.2.6. Diseño digital de los objetos

Se procede a realizar el diseño de las animaciones que se les presenta a los usuarios. Al principio se escogió utilizar un tipo de animación con avatares. Un avatar es un personaje virtual que se está utilizando cada vez más en las interfaces de usuario para mejorar la comunicación persona-máquina. La idea consistía en que el avatar empezará a hablar del objeto que se estuviera observando, para tener una animación divertida para el visitante y que la experiencia en el museo fuera interactiva.

Se hicieron algunas pruebas a usuarios reales con este tipo de animación, pero se decidió eliminarlo debido a que las opiniones generales de los usuarios fueron que los avatares eran un poco infantiles, no encajaban en el contexto de museo y ocupaba bastante espacio en la pantalla del dispositivo móvil. Principalmente por estas razones se decidió eliminar este tipo de animación. Consecuente a esto, se decidió utilizar animaciones en páginas HTML (Hyper Text Markup Language) y CSS (Cascading Style Sheets). HTML es un metalenguaje que define lenguajes de diseño descriptivos; proporcionando un medio para codificar documentos hipertexto cuyo destino sea el intercambio directo entre sistemas o aplicaciones. Este lenguaje define una estructura de documentos jerárquica con elementos y componentes interconectados, proporciona una especificación formal completa del documento y los documentos generados por él son legibles. CSS es un lenguaje que define el estilo de la presentación de páginas de Internet. Se usa comúnmente en conjunto con HTML, donde la parte de HTML define la estructura de la página

y la parte de CSS define la presentación de la página, esto es, aspectos como colores, tipos de letra, márgenes, dimensiones, entre otros.

Este diseño de páginas proporcionó la facilidad y manejo sencillo para la presentación de la información de los objetos. Por lo tanto se escogió este tipo de diseño que ofrece variedad de animaciones. Lo siguiente fue buscar y desarrollar el tipo de animaciones adecuadas que suplieran todas las necesidades como son la visión del objeto, calidad de animación y un diseño adecuado. Teniendo en cuenta todas estas necesidades, se decidió implementar tres tipos de animaciones. La primera animación consiste en una tarjeta virtual, donde la parte frontal muestra la foto del objeto (figura 5.11) y si el usuario presiona la flecha amarilla, la tarjeta voltea mediante una animación, mostrando por la parte de atrás la descripción del objeto (figura 5.12).



Figura 5.11: Parte frontal de la información del objeto. Fuente propia

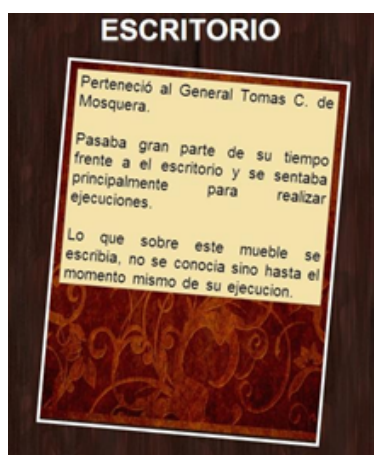


Figura 5.12: Parte de atrás de la información del objeto. Fuente propia

La segunda animación consiste en un deslizador de fotos (slider), este tipo de animación puede contener información de dos o más objetos al mismo tiempo. Como se puede observar en la figura 5.13, en la parte izquierda se muestra la foto del objeto y en la parte derecha se muestra la descripción del mismo. A ambos lados de la imagen, se puede ver que se cuenta con unas flechas, que al presionarlas dirigen al siguiente objeto dependiendo de la dirección de la flecha.



Figura 5.13: Animación que contiene dos o más objetos. Fuente propia

Por último, se realizó una tercera animación que contiene un video. En este caso el usuario debe utilizar audífonos para evitar el ruido en el museo. El video va narrando los detalles más importantes acerca del objeto que el usuario está observando. Como se puede ver en la figura 5.14, en la parte inferior de la pantalla se encuentran las opciones para controlar las opciones de reproducción del video.



Figura 5.14: Animación de los videos de los objetos del Museo. Fuente propia

Ya decidido el tipo de animaciones a usar, se continuó con el desarrollo de los mismos. Cada página HTML que contiene la información de los objetos, se almacenó en un principio en el FTP de artemisa (Uno de los servidores de la Universidad del Cauca). La herramienta escogida que se utilizó para subir la información al servidor fue Filezilla [64]. Por lo tanto la URL que se diseñó para almacenar dicha información fue en el siguiente formato:

artemisa.unicauca.edu.co/usuario/museoM/tagSxxx/tagSxxx.html

Donde el usuario corresponde al usuario del correo institucional de la Universidad del Cauca. Se decidió utilizar la carpeta museoM, ya que hace referencia al Museo Mosquera. La carpeta tagSyxxx hace referencia a la identificación de los objetos que se obtuvieron cuando se hizo la captura de la información, con su respectivo número ya registrado en la base de datos de los objetos (yxxx). Este formato se describe en detalle en la sección 4.1.1.

5.2.7. Diseño de ambiente

La parte de diseño del ambiente es importante, debido a que el usuario va a interactuar con las etiquetas y debe ser lo más intuitiva posible. Para ello se analizaron varias opciones. Primero se escogieron un tipo de tarjetas de papel ubicando detrás de ellas las etiquetas NFC. Como existían etiquetas NFC que contenían la información de dos o más objetos, se decidió identificar las tarjetas por colores y de esta forma colocar el mismo color de la tarjeta a los objetos que estaban referenciados a ellas. Un ejemplo de ellos se evidencia en la figura 5.15 en donde se observa que tanto la tarjeta de información como la tarjeta que contiene la etiqueta NFC tienen una franja de color verde que la relaciona con el objeto.



Figura 5.15: Diseño de las tarjetas para la experiencia. Fuente propia

En la figura 5.16 se puede observar con mayor detalle la referencia del color de la tarjeta con el objeto, y una foto que permite identificar que información contiene dicha etiqueta NFC.



Figura 5.16: Referencia de color y foto de los objetos. Fuente propia

Para hacer más intuitiva el manejo de la herramienta, se decidió añadirle a las tarjetas una foto del objeto. De esta forma, el usuario puede distinguir de una forma más simple, el objeto del que desea ampliar su información. La figura 5.16 hace evidencia de este tipo de diseño que se realizó en el museo para la experiencia.

De acuerdo a la distribución de los objetos en el museo existen espacios donde no se podían colocar las tarjetas, por ello se diseñaron unos atriles para que hicieran de soporte a las tarjetas. En la figura 5.17 se puede observar los atriles que se diseñaron para esta experiencia.



Figura 5.17: Atriles en la Casa Museo Mosquera. Fuente propia

También existía el inconveniente de las grandes vitrinas dentro del museo, en ellas no había espacio donde colocar las tarjetas para que fueran visibles e intuitivas. Por esta razón se diseñaron un tipo de tablas pequeñas que se adhirieron a las vitrinas, brindando el soporte para las etiquetas. La figura 5.18 muestra la distribución de las etiquetas con soporte de las tablas diseñadas para la experiencia.



Figura 5.18: Tablas pequeñas que se diseñaron para soportar las tarjetas. Fuente propia

5.2.8. Guión

Los guiones son en general una ayuda a la hora de ejecutar la experiencia. Estos contienen la hora exacta a la que debe comenzar la actividad, lo que cada integrante del grupo debe decir a los visitantes, que en este caso son estudiantes o docentes y un cronograma de toda la actividad. En el Anexo C se encuentra el guion generado para las experiencias.

5.2.9. Encuestas

Para poder analizar los datos obtenidos en la experiencia fue necesario crear las encuestas adecuadas para la captura de estos datos. En total se realizaron 3 tipos de encuestas; los preTest, los posTest y las encuestas de satisfacción. Los preTest se hicieron para saber que tanto conocían los estudiantes acerca de la historia de la Familia Mosquera. Los posTest se hicieron para verificar si los estudiantes aprendieron acerca de la historia del Museo Mosquera dentro del museo ya sea por guía o por la herramienta, el análisis de datos y conclusiones de las encuestas de preTest y posTest se encuentran en la tesis “Integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma SAKAI a través de dispositivos móviles android con soporte NFC”[62]. Las encuestas de satisfacción ayudan a analizar todo lo que tenga que ver con la herramienta en sí, como por ejemplo si es intuitiva, si los objetos son visibles y entendibles o si la experiencia dentro de

un museo con aplicaciones móviles es útil en un futuro [65]. El Anexo D hace evidencia de las encuestas realizadas en las experiencias.

5.3. Ejecución de experiencias

Se realizaron en total 6 experiencias, a continuación se realiza una descripción de cada una de ellas.

5.3.1. Primera Experiencia: Grupo Docentes

La primera experiencia fue realizada el día 14 de noviembre de 2013 y tiene como finalidad ser la primera prueba concepto. Esta prueba tiene como objetivo mejorar la distribución de las etiquetas NFC sobre el museo, la calidad de información contenida en ellas, observar si era o no intuitiva la aplicación móvil, la velocidad de acceso de los dispositivos móviles en tiempo real y la cobertura de la señal Wi-Fi. Para esta ocasión asistieron la profesora Ángela Chantre, el Ingeniero Gustavo Ramírez, el Profesor Gustavo Fuentes y el Profesor Andrés Castrillón. El equipo de trabajo a cargo de la ejecución de esta actividad está conformado por los autores de esta investigación y compartido el caso de estudio con [62], y acompañando la experiencia la Ingeniera Catalina Córdoba.

La tabla 5.1, contiene la ficha descriptiva, con los datos más relevantes de esta actividad:

Fecha de experiencia	14 de noviembre de 2013
Hora de inicio	10:00 a. m.
Hora de finalización	12:30 p. m.
Docente a cargo del grupo	no aplica
Participantes	4 Docentes
Guión	no
Modo aplicación móvil (Off-Line, On-Line)	On-Line
Número de salas con móvil	Todas (4)
Trazabilidad	Si
Número de encuestas de satisfacción	0
Número de encuestas en total	0

Tabla 5.1: Ficha técnica de la primera experiencia. Fuente propia

Para soportar esta actividad se realizó un registro fotográfico del movimiento que tuvieron los participantes de la actividad (tabla 5.2).

Evidencia Fotográfica	Descripción
	<p>Interacción con objetos tipo Video en la Sala 1 por el ingeniero Gustavo Ramírez, toma nota la estudiante Katherine Alegría.</p>
	<p>Interacción con objetos tipo Video en la Sala 1 por la profesora Ángela Chantre. Toma nota la estudiante Victoria Chaves.</p>
	<p>Interacción con objetos que se encuentran dentro de vitrinas, por la profesora Ángela Chantre.</p>
	<p>Interacción con objetos que se encuentran sobre la pared, por el profesor Andrés Castrillón. Toma nota el estudiante Juan Manuel Puyo.</p>
	<p>Interacción con objetos que se encuentran sobre la pared, por el profesor Andrés Castrillón. Toma nota el estudiante Juan Manuel Puyo.</p>

Tabla 5.2: Actividad de la primera experiencia. Fuente propia

Conclusiones de la primera experiencia

De acuerdo con el desarrollo de la experiencia realizada, los docentes sugirieron hacer los siguientes cambios para mejorar la experiencia en el museo:

- Se sugirió hacerle cambios a la aplicación móvil y desarrollar una aplicación en modo Off-Line, debido a que la aplicación en modo On-Line presentaba problemas en el acceso rápido a la información de los objetos observados y en algunas partes del museo se perdía la señal Wi-Fi, por lo que en ocasiones no se podía acceder a la información que se encontraba alojada en el FTP. Por lo tanto se decidió implementar la aplicación móvil en los dos modos, tanto On-Line como Off-Line.
- En algunas zonas del museo la distribución de las etiquetas no era adecuada, ya que se observaba que las etiquetas estaban unidas unas de otras, provocando desorden en el museo y confusión a los visitantes que no podían relacionar la etiqueta con sus respectivos objetos. Por lo tanto se decidió reducir la cantidad de etiquetas distribuidas en estas zonas relacionando más objetos a una sola etiqueta NFC.
- Los docentes analizaron que la información presentada de los objetos era escasa, por lo que se decidió investigar con más detalle la información de cada objeto para ampliar la información y presentar una mejor herramienta para las siguientes experiencias.
- Para tener una mejor organización a la hora de realizar las experiencias, los docentes sugirieron hacer un guión que permitiera mantener el orden y control de las experiencias, donde se detalla por ejemplo, el tiempo de bienvenida, tiempo de las encuestas, libreto de diálogos, entre otros.
- Mejorar la presentación de la información de los objetos en el dispositivo móvil para que fuera entendible e intuitiva, y mejorar aspectos como tamaño de imagen y tamaño de letra.

5.3.2. Segunda Experiencia: Grupo Introducción a la Ingeniería I

La segunda experiencia fue realizada el día 5 de Diciembre de 2013 y tiene como finalidad ser la segunda prueba concepto. Para esta ocasión asistió el grupo de Introducción a la Ingeniería de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, curso dictado por la Ingeniera Eva Maya. El equipo de trabajo a cargo de la ejecución de esta actividad está conformado por los autores de esta investigación y compartido el caso de estudio con [62], y acompañando la experiencia la Ingeniera Catalina Córdoba.

Para esta ocasión, las salas de exposición se dividen en dos secciones, siendo la sección A las salas 1 y 2 y la sección B las salas 3 y 4 como se muestra en la figura 5.19.

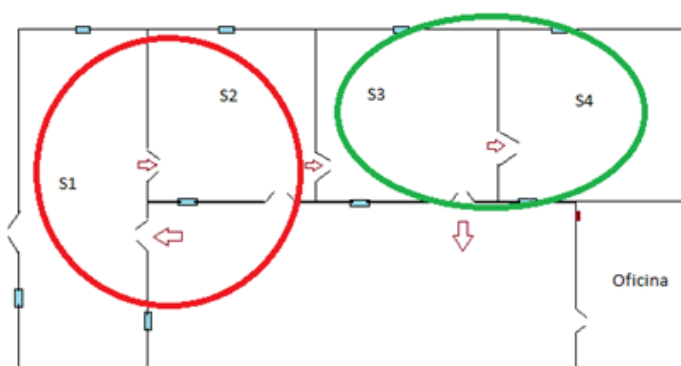


Figura 5.19: Distribución de las salas para interacción de los visitantes. Fuente propia

La interacción con las piezas de la sección A se realizó en compañía del Guía del museo quien entregó a los estudiantes la información de los objetos. Para este momento los alumnos tuvieron una introducción a la actividad y realizaron un preTest de conocimientos sobre los diferentes temas que componen la historia que presenta este museo a sus visitantes. Una vez terminaron la actividad en las salas de la sección A, pasaron a una introducción sobre la tecnología NFC implementada en el museo, cómo se usa, cómo utilizar los dispositivos móviles, cómo funciona la aplicación, cómo se presenta la información de los objetos a través de la aplicación a los visitantes, cómo interactuar con las animaciones presentadas y los tipos de animación implementados. Una vez finalizada la introducción y registrados en la aplicación móvil, continuaron con el recorrido de las salas de la sección B, sección que tiene los objetos etiquetados y que cuenta con cobertura de señal W-Fi. Terminado el tiempo de recorrido, los estudiantes pasaron a un punto donde se les presentó la opción de compartir la información observada utilizando la tecnología NFC en su modo de operación P2P, finalizado el proceso de compartir realizaron el posTest de las salas 3 y 4 y las encuestas de satisfacción, dando por terminada la segunda experiencia.

Esta prueba tenía como finalidad determinar el tiempo de los siguientes procesos:

- Ejecución del preTest
- Recorrido de las salas 1 y 2 (S1 y S2) en compañía del Guía.
- Ejecución del posTest
- Presentación del uso de la aplicación móvil y su interacción con los objetos etiquetados.
- Recorrido de las salas 3 y 4 (S3 y S4) haciendo uso de los dispositivos móviles.

Además de medir estos tiempos, se debía verificar el funcionamiento de la aplicación móvil, la conexión de la aplicación con el servicio de trazabilidad y mirar el desempeño de este servicio.

La tabla 5.3, contiene la ficha descriptiva con los datos más relevantes de esta actividad:

Fecha de experiencia	5 de Diciembre de 2013
Hora de inicio	4:30 p. m.
Hora de finalización	5:30 p. m.
Docente a cargo del grupo	Ingeniera Eva Maya
Curso	Introducción a la Ingeniería
Facultad perteneciente	Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Participantes	8 Estudiantes
Guión	Sí
Modo aplicación móvil (Off-Line, On-Line)	On-Line
Salas con guía	Sala 1 y 2
Salas con herramienta	Sala 3 y 4
Trazabilidad	Sí
Aplicación de preTest	Sí (8 encuestas)
Aplicación de posTest	Sí (16 encuestas)
Aplicación encuesta de satisfacción	Sí (10 encuestas)
Número total de encuestas	34

Tabla 5.3: Ficha técnica de la segunda experiencia. Fuente propia

Para soportar esta actividad se realizó un registro fotográfico del movimiento que tuvieron los participantes de la actividad (tabla 5.4).






Evidencia Fotográfica	Descripción
	<p>Interacción del grupo con las piezas de la sala 1, este recorrido lo realizaron con guía.</p>
	<p>Interacción del grupo con las piezas de la sala 2, este recorrido lo realizaron con guía.</p>
	<p>Se realiza la introducción a la tecnología presente en las salas 3 y 4, además se explica el uso de la aplicación y de los dispositivos móviles, y cómo interactuar con las etiquetas dispuestas sobre los objetos para obtener la información de los mismos.</p>
	<p>Interacción de los estudiantes con las etiquetas dispuestas en las salas 3 y 4.</p>
	<p>Realización de encuesta de satisfacción.</p>

Tabla 5.4: Actividad de la segunda experiencia. Fuente propia

Síntesis y análisis de la información compartida de la segunda experiencia

En esta experiencia asistieron un total de 10 estudiantes, pero debido a que únicamente se contaban con cinco dispositivos móviles con soporte NFC, se decidió realizar la experiencia por parejas. Por lo tanto, se tienen los datos de trazabilidad de 5 grupos para las salas 3 y 4, ya que los estudiantes utilizaron la herramienta en esta sección. Si todos los grupos decidieran intercambiar información entre sí, se obtendría un registro de 20 datos en total, pero en el proceso de compartir la información entre los grupos de esta experiencia se obtuvo un registro de 6 datos de intercambio de información.

A continuación se muestran los datos obtenidos después de realizar el análisis de la información compartida entre los participantes de la actividad. En las tablas 5.5 y 5.6 se observa el Id del objeto (La relación Id-Objeto se encuentra detallado en las tablas 6.1, B.1, B.35 y B.74 del capítulo 6) y la variable n, que representa cuántas veces ese objeto fue compartido en esta experiencia.

Se puede observar que los objetos de la tabla 5.5 fueron compartidos una sola vez, por lo que se puede decir que los participantes de la actividad realizaron recorridos de muy pocos saltos, es decir observaron muy pocos objetos en la sala 3. Además también se debe a que los participantes intercambiaron información con uno solo de ellos, es decir su información no fue compartida con todos los participantes, por esta razón se obtuvo que los objetos se compartieron una sola vez.

Id	66	67	68	69	70	71
n	1	1	1	1	1	1
Id	72	79	80	81	82	
n	1	1	1	1	1	

Tabla 5.5: Objetos compartidos en la Sala 3 (Segunda experiencia). Fuente propia.

Como se observa en la tabla 5.6 existieron objetos que se compartieron dos veces como máximo, esto se debe a que un participante al menos compartió su información con dos o más visitantes. Pero esto no concluye que estos objetos fueron de los más compartidos, ya que su número es aún bajo.

Id	97	98	100	102	85
n	2	2	2	2	1
Id	89	90	91	99	
n	1	1	1	1	

Tabla 5.6: Objetos compartidos en la Sala 4 (Segunda experiencia). Fuente propia.

Síntesis y análisis de información de las encuestas de satisfacción de la segunda experiencia

Las figuras 5.20, 5.21, y 5.22 muestran los estadísticos descriptivos básicos generados a partir de la encuesta de satisfacción realizada al final de la experiencia. Se definieron 4 variables para medir la experiencia de interacción siendo “1” el menor valor y “4” el valor máximo (figura 5.20), otras 2 variables para medir el grado de aceptación de la aplicación MuseosNFCP2P y para medir el interés de usar este tipo de herramientas en otras situaciones donde “1” es el menor valor y “2” el máximo valor (figura 5.21), y una última variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia (figura 5.22).

		La experiencia de interacción con la aplicación es:	La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:	La experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es:	El manejo de la aplicación móvil es:
N	Válidos	10	10	10	10
	Perdidos	0	0	0	0
	Media	3,400	3,300	2,900	3,600
	Mediana	3,000	3,000	3,000	4,000
	Moda	3,0	3,0	3,0	4,0

Figura 5.20: Variables de experiencia de interacción en la aplicación MuseosNFCP2P - Segunda experiencia. Fuente propia

		El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:	Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?
N	Válidos	10	10
	Perdidos	0	0
	Media	2,00	1,900
	Mediana	2,00	2,000
	Moda	2	2,0

Figura 5.21: Variables para medir el grado de aceptación de la aplicación MuseosNFCP2P - Segunda experiencia. Fuente propia

		Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.
N	Válidos	10
	Perdidos	0
Media		8,100
Mediana		8,000
Moda		8,00

Figura 5.22: Variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia. - Segunda experiencia. Fuente propia

En las figuras 5.3.2 y 5.24 se observa que el 100 % de los participantes de esta actividad respondieron que la experiencia de interacción con la aplicación y del móvil con los objetos es intuitiva o muy intuitiva.

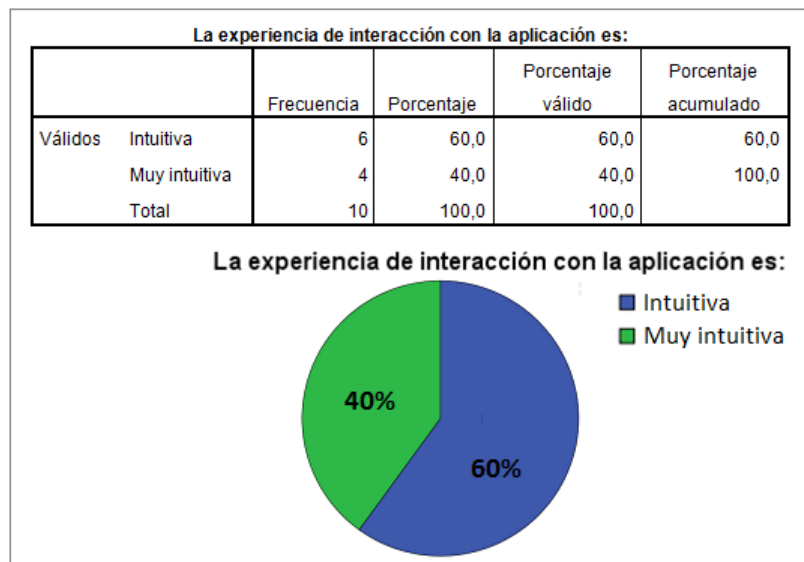


Figura 5.23: Respuesta a “La experiencia de interacción con la aplicación es:” - Segunda experiencia. Fuente propia

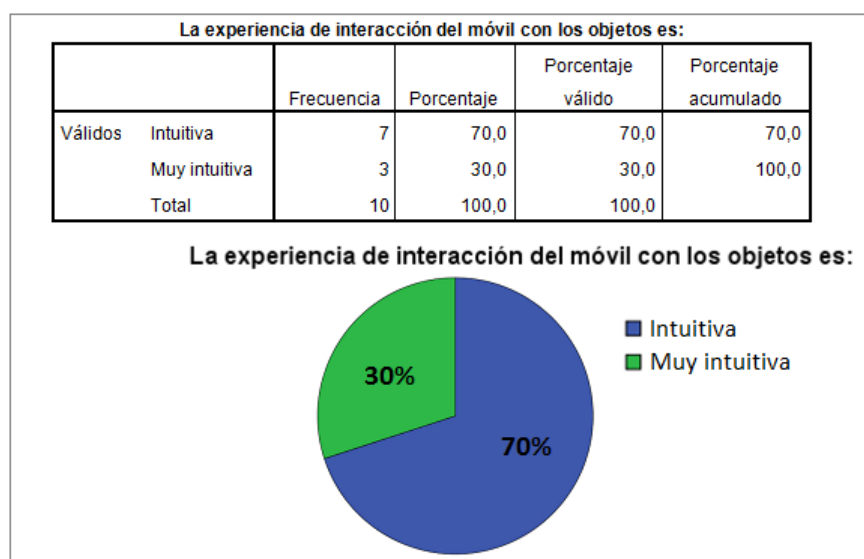


Figura 5.24: Respuesta a “La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:” - Segunda experiencia. Fuente propia

En la figura 5.3.2 se observa que el 80 % de los participantes de esta actividad respondieron que la experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es intuitiva o muy intuitiva.

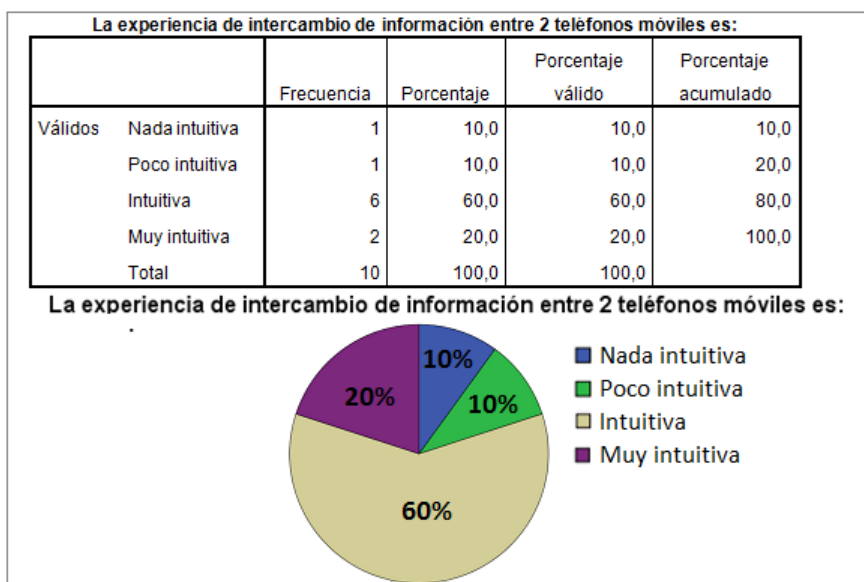


Figura 5.25: Respuesta a “La experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es:” - Segunda experiencia. Fuente propia

En la figura 5.26 se puede observar que el 90 % de los participantes de esta actividad respondieron que el manejo de la aplicación móvil es fácil o muy fácil.

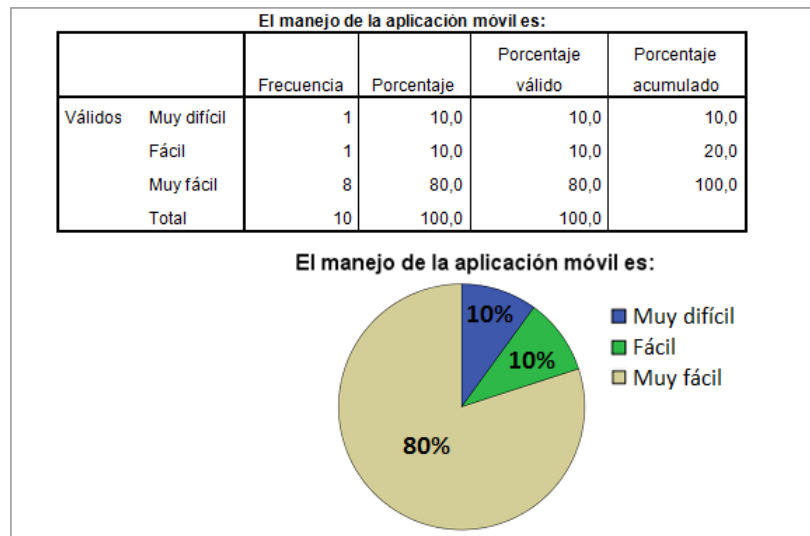


Figura 5.26: Respuesta a “El manejo de la aplicación móvil es:” - Segunda experiencia. Fuente propia

En la figura 5.27 se puede observar que el 100 % de los participantes de esta actividad respondieron que el tipo de herramientas utilizadas en la experiencia son adecuadas.

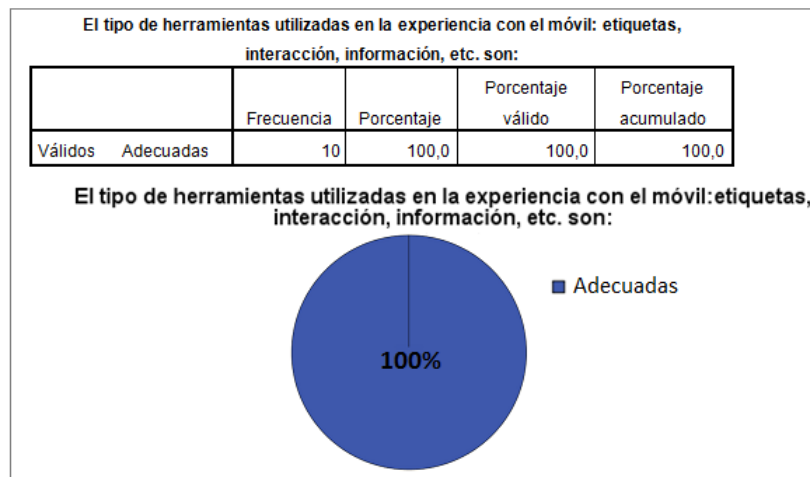


Figura 5.27: Respuesta a “El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:” - Segunda experiencia. Fuente propia

En la figura 5.28 se observa que el 90 % de los participantes de esta actividad les gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones.

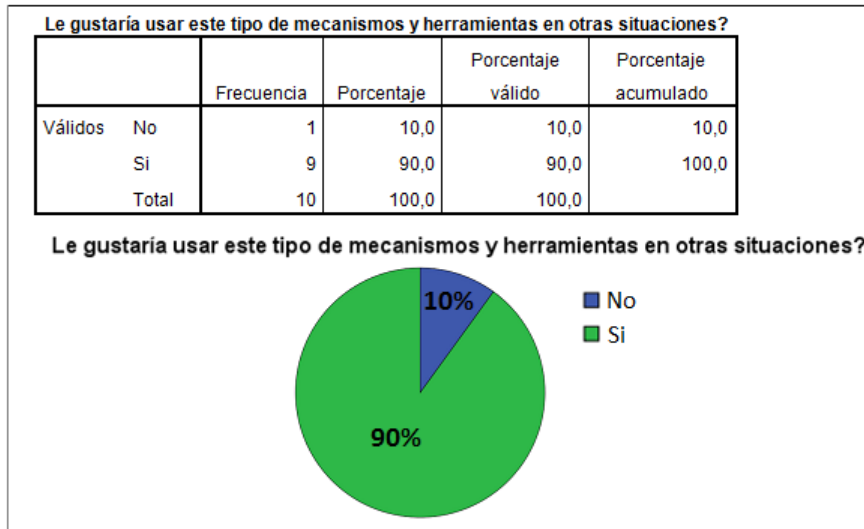


Figura 5.28: Respuesta a “Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?” - Segunda experiencia. Fuente propia

En la figura 5.29 se puede observar que respecto a la pregunta “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” las respuestas fueron por encima de 7 siendo 1: Nada satisfactorio y 10: Muy satisfactorio.

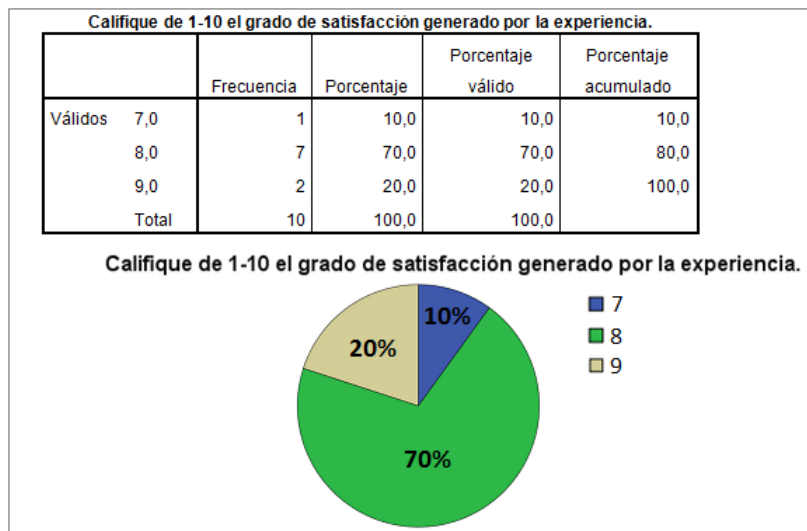


Figura 5.29: Respuesta a “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” - Segunda experiencia. Fuente propia.

Conclusiones de la segunda experiencia:

A partir del desarrollo de esta experiencia y del análisis de la información recolectada se puede concluir:

- Aunque la aplicación móvil mejoró en cuanto al contenido presentado al visitante, se siguieron presentando problemas de conectividad dentro del museo. Por lo que se vio necesario tomar en cuenta la sugerencia del Grupo de Docentes e implementar la aplicación móvil en su modo Off-Line, la cual sería usada para las siguientes experiencias.
- La interfaz de la aplicación móvil para compartir la información presentó problemas de usabilidad, por lo que se decidió realizar mejoras a la interfaz para las próximas experiencias y de esta manera proveer a los visitantes una visita interactiva.
- Con esta experiencia se pudo constatar la importancia de tener un guión que permita mantener el orden para la ejecución de la actividad. Se detectaron falencias en el guión, por lo que se decidió hacerle ajustes para mejorarlo y permitir así una mejor experiencia de los visitantes y para los tesistas realizar una actividad sin fallas, demoras ni imprevistos.
- En esta experiencia se obtuvieron un 30 % de los datos de información compartida si se hubiera decidido compartir la información entre todos los grupos. Por lo tanto, se puede observar que este porcentaje es bajo debido a que no era obligatorio compartir información con todos los grupos y además para este proceso se contaba solo con 10 minutos, por lo que no era posible compartir la información entre todos.
- Más del 80 % de los participantes de esta experiencia encuentran intuitiva o muy intuitiva su interacción con la aplicación y del móvil con los objetos.
- El 80 % de los participantes encuentran intuitiva o muy intuitiva la experiencia de intercambio de información entre 2 dispositivos móviles.
- En una escala del 1 al 10 siendo 1: Nada satisfactorio y 10: Muy satisfactorio, el promedio del grado de satisfacción generado por la experiencia es de 8.1 siendo ésta una buena calificación que indica que la experiencia fue buena y satisfactoria para la mayoría de los participantes.

5.3.3. Tercera experiencia: Grupo Patrimonio Cultural

Por limitaciones del documento, esta sección se encuentra en el anexo A sección A.1

Conclusiones de la tercera experiencia:

A partir del desarrollo de esta experiencia y del análisis de la información recolectada se puede concluir:

- La aplicación móvil en su modo Off-Line presentó mejoras en rendimiento y velocidad comparado con las anteriores experiencias donde se usó la aplicación móvil en modo On-Line, observando una mejora en la experiencia de los visitantes con la herramienta.
- Con los ajustes realizados al guión se tuvo un mejor control de la experiencia respetando el cronograma y el libreto, permitiendo una mejor disposición de los visitantes a esta actividad, lo que se ve reflejado en la encuesta de satisfacción.
- En esta experiencia se realizaron un 11,1 % de los datos de información compartida si se hubiera decidido compartir la información entre todos los grupos en las sala 1 y 2. También se realizaron un 15,6 % de los datos de información compartida si se hubiera decidido compartir la información entre todos los grupos en las sala 3 y 4. Por lo tanto, se puede observar que estos porcentajes son bajo debido a que no era obligatorio compartir información con todos los grupos y que además para este proceso se contaba solo con 10 minutos, por lo que no era posible compartir la información entre todos.
- Existieron tres objetos(15, 16 y 47) entre las salas 1 y 2 que fueron los objetos que más compartieron los participantes en esta experiencia con un máximo de 6 veces por objeto.
- En la sala 3, cuatro(68, 69, 72 y 74) objetos fueron los más compartidos con un máximo de 5 veces por objeto.
- En la sala 4, dos objetos(92 y 101) fueron los más compartidos con un máximo de 4 veces por objeto.
- Más del 89 % de los participantes de esta actividad respondieron que la experiencia de interacción con la aplicación y del móvil con los objetos es intuitiva o muy intuitiva.
- En una escala del 1 al 4 el promedio de intuitividad de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es de 3,4 con un 93,9 % de los encuestados que respondieron “intuitiva” o “muy intuitiva”. La experiencia fue satisfactoria en cuanto al intercambio de información.
- A más del 94 % de los participantes de esta actividad les gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones.
- En una escala del 1 al 10 el grado de satisfacción generado por la experiencia es de 8.3 siendo ésta una buena calificación que indica que la experiencia fue buena y satisfactoria para la mayoría de los participantes.

5.3.4. Cuarta experiencia: Grupo de Introducción a la Ingeniería II

Por limitaciones del documento, esta sección se encuentra en el anexo A sección A.2

Conclusiones de la cuarta experiencia:

A partir del desarrollo de la experiencia y del análisis de la información recolectada se puede concluir:

- En esta experiencia se realizaron un 58,3 % de los datos de información compartida si se hubiera decidido compartir la información entre todos los grupos. Por lo tanto, se puede observar que este porcentaje, aunque no es bajo, se debe a que no era obligatorio compartir información con todos los grupos y que además para este proceso se contaba solo con 10 minutos, por lo que no era posible compartir la información entre todos.
- En todas las salas los objetos que más se compartieron tuvieron un máximo de 3 veces por objeto.
- Más del 87,5 % de los participantes de esta experiencia encuentran intuitiva o muy intuitiva su interacción con la aplicación y del móvil con los objetos.
- El 75 % de los participantes encuentran intuitiva o muy intuitiva la experiencia de intercambio de información entre 2 dispositivos móviles.
- A todos los participantes de esta actividad les gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones.
- En una escala del 1 al 10 siendo 1: Nada satisfactorio y 10: Muy satisfactorio el 75 % de las respuestas fueron iguales o superiores a 9 con un promedio de grado de satisfacción generado por la experiencia de 8,7 siendo ésta una buena calificación que indica que la experiencia fue buena y satisfactoria para la mayoría de los participantes.

5.3.5. Quinta experiencia: Grupo Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos

Por limitaciones del documento, esta sección se encuentra en el anexo A sección A.3

Conclusiones de la quinta experiencia:

A partir del desarrollo de la experiencia y del análisis de la información recolectada se puede concluir:

- En esta experiencia se realizaron un 13,3 % de los datos de información compartida si se hubiera decidido compartir la información entre todos los grupos. Por lo tanto, se puede observar que este porcentaje es bajo, debido a que no era obligatorio compartir información con todos los grupos y que además para este proceso se contaba solo con 10 minutos, por lo que no era posible compartir la información entre todos.
- En la sala 1, tres objetos(8, 16 y 29) fueron las más compartidos con un máximo de 6 veces por objeto.

- En la sala 2, el objeto que más se compartió con un máximo de 6 veces fue el objeto 50.
- En la sala 3, dos objetos(77 y 78) fueron las más compartidos con un máximo de 6 veces por objeto.
- En la sala 4, el objeto que más se compartió con un máximo de 7 veces fue el objeto 104.
- Todos los participantes de esta actividad respondieron que la experiencia de interacción con la aplicación y del móvil con los objetos es intuitiva o muy intuitiva.
- En una escala del 1 al 4 el promedio de intuitividad de la experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es de 2,5 con un 57,1 % de los encuestados que respondieron “intuitiva”. En esta experiencia se obtiene una baja calificación en esta pregunta debido a que para obtener una experiencia rápida y satisfactoria del intercambio de información se debía garantizar Internet en una zona del museo, pero ese día se presentaron problemas de inestabilidad con la red de la Universidad del Cauca por lo que algunos pudieron compartir pero con dificultades.
- En una escala del 1 al 10 siendo 1: Nada satisfactorio y 10: Muy satisfactorio el promedio del grado de satisfacción generado por la experiencia es de 7.36, ésta calificación es menor a la obtenida en las otras experiencias y se debe al problema que tuvieron algunos participantes en la opción de compartir debido a problemas que se presentaron ese día con la red de la Universidad del Cauca en las instalaciones del Museo.

5.3.6. Sexta experiencia: Grupo Expertos

Por limitaciones del documento, esta sección se encuentra en el anexo A sección A.4

Conclusiones de la sexta experiencia:

A partir del desarrollo de la experiencia y del análisis de la información recolectada se puede concluir:

- En esta experiencia se realizaron un 41,7 % de los datos de información compartida si se hubiera decidido compartir la información entre todos los grupos. Por lo tanto, se puede observar que este porcentaje, aunque no es bajo, se debe a que no era obligatorio compartir información con todos los grupos y que además para este proceso se contaba solo con 10 minutos, por lo que no era posible compartir la información entre todos.
- En todas las salas los objetos que más se compartieron tuvieron un máximo de 2 veces por objeto.
- El 100 % de los docentes que participaron en la experiencia encuentran intuitiva o muy intuitiva su interacción con la aplicación móvil y los objetos.

- El 75 % de los docentes encuentran intuitiva o muy intuitiva la experiencia de intercambio de información entre dos dispositivos móviles.
- Todos los docentes que participaron en la experiencia encuentran favorable utilizar la aplicación “MuseosNFCP2P” en espacios reales de aprendizaje y proponen algunos escenarios específicos.

5.4. Conclusiones

- De acuerdo con este caso de estudio, es importante resaltar que es conveniente realizar la ejecución de las pruebas concepto, ya que gracias a estas se mejora notablemente la calidad de las siguientes experiencias, como por ejemplo realizar cambios o ajustes a la aplicación móvil tanto de lectura de etiquetas NFC como la del intercambio de información, realizar mejoras en el guión de la experiencia para evitar demoras o desorden en la ejecución de las mismas, mejorar la presentación de la información a los usuarios (Interfaz de usuario), ubicación y distribución de las etiquetas NFC en el museo, entre otras.
- Tomando los datos de información compartida de todas las experiencias realizadas, se puede concluir que los objetos que más se compartieron fueron:
 - En la Sala 1 fue el objeto 16 (Lámpara Francesa) con un máximo de 16 veces compartido.
 - En la Sala 2 fue el objeto 47 (Urna Devocional) con un máximo de 15 veces compartido.
 - En la Sala 3 fueron el objeto 68 (Anteojos de Campaña y Porta-Anteojos), 71 (Escritorio Boulle y Cofre), 72 (Cabellos del General Mosquera, Cabellos de Joaquín Mosquera, Gorro del General Mosquera y Libro) y 82 (Libro) con un máximo de 13 veces compartido.
 - En la Sala 4 fue el objeto 104 (Banda y Bastón) con un máximo de 13 veces compartido.
- Tomando los datos de información compartida de todas las experiencias realizadas, se puede concluir que los objetos que menos se compartieron fueron:
 - En la Sala 1 fue el objeto 9 (Armarios Consolas) con un número de 2 veces compartido.
 - En la Sala 2 fueron los objetos 36 (Retrato del Arzobispo) y 49 (Cuadros Religiosos La Virgen, San José y El Niño) con un número de 4 veces compartido.
 - En la Sala 3 fue el objeto 76 (Banda de la Legión Francesa) con un número de 5 veces compartido.
 - En la Sala 4 fue el objeto 93 (Óleo del General Obando) con un número de 2 veces compartido.

- Debido a la no homogeneidad de los grupos encuestados, se obtuvieron resultados diferentes a cada pregunta. Esto ayuda a mejorar la calidad de la aplicación móvil, la visualización de los objetos y la interacción, ya que se tienen diferentes puntos de vista.
- Más del 80 % de los participantes del grupo de Introducción a la Ingeniería I encuentran intuitiva o muy intuitiva su interacción con la aplicación y los objetos. Más del 89 % de los participantes del grupo de Turismo encuentran intuitiva o muy intuitiva su interacción con la aplicación y los objetos. Más del 87,5 % de los participantes del grupo de Introducción a la Ingeniería II encuentran intuitiva o muy intuitiva su interacción con la aplicación y los objetos. Se observa que el 100 % de los participantes del grupo de Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos respondieron que la aplicación es intuitiva o muy intuitiva en diferentes aspectos. Se observa que el 100 % del grupo de Expertos encuentran “intuitiva” o “Muy intuitiva” la experiencia de interacción con la aplicación y los objetos. Por lo tanto se puede concluir que la experiencia de interacción con la aplicación móvil y los objetos es muy intuitiva si se desea implementar en un entorno real.
- El promedio de intuitividad de la experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles del grupo de Turismo es de 3,4 con un 93,9 % de los encuestados que respondieron “intuitiva” o “Muy intuitiva”. El 75 % de los participantes del grupo de Introducción a la Ingeniería dictado por la Ingeniera Magaly Cerón respondieron que la experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es intuitiva o muy intuitiva. El 57,1 % de los participantes del grupo de Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos respondieron que la experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es intuitiva. El 75 % de los participantes del grupo de Expertos respondieron que la experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es intuitiva o muy intuitiva. Por lo tanto se puede concluir que la experiencia de intercambio de información con un 75 % es intuitiva, exceptuando al grupo de Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos que presentó un porcentaje bajo debido a los inconvenientes de red que se presentaron el día de la experiencia. Por lo que se plantea como un punto de trabajo futuro, desarrollar un módulo de intercambio de información en modo Off-Line.
- Al 90 % de los participantes del grupo de Introducción a la Ingeniería dictado por la Ingeniera Eva Maya les gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones. A todos los participantes del grupo de Turismo y de Introducción a la Ingeniería dictado por la Ingeniera Magaly Cerón les gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones. Al 92,9 % de los participantes del grupo de Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos les gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones. Por lo tanto, se puede concluir que la mayoría de las personas encuestadas están dispuestas a utilizar este tipo de sistemas en diferentes contextos haciendo uso de la tecnología NFC.
- El grado de satisfacción generado por la experiencia del grupo de Introducción a la Ingeniería dictado por la Ingeniera Eva Maya es de 8.1. El grado de satisfacción generado

por la experiencia del grupo de Turismo es de 8.3. El grado de satisfacción generado por la experiencia del grupo de Introducción a la Ingeniería dictado por la Ingeniera Magaly Cerón de 8,7. El grado de satisfacción generado por la experiencia del grupo de Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos es de 7.36. Con los datos obtenidos se puede observar que la experiencia para los participantes fue buena y satisfactoria.

Capítulo 6

Análisis de las transiciones de los visitantes con Cadenas de Markov

En el presente capítulo se presenta un análisis de los resultados de los datos obtenidos en la captura de información que se llevó a cabo en la experimentación del caso de estudio. Este análisis consiste en evaluar las diferentes transiciones de los visitantes para determinar si existen y cuáles son los diferentes patrones de movilidad de los visitantes durante su visita en la Casa Museo Mosquera de la Ciudad de Popayán.

Para el análisis, este capítulo indica el uso del modelamiento de los movimientos del visitante mediante Cadenas de Markov para predecir su evolución y comportamiento en el futuro, además de realizar la validación del modelo mediante el método Chi Cuadrado de Pearson o Bondad de Ajuste.

6.1. Introducción y conceptos

Para dar inicio al tema de Cadenas de Markov, se define en primera instancia que es un Proceso Estocástico.

6.1.1. Procesos estocásticos

Éstos se definen como los procesos dependientes de leyes causales y probabilísticos, por lo que están sometidos al azar y son objeto de análisis estadístico. Este tipo de procesos sirven para poder comprender la correlación, la cual se entiende estadísticamente como la relación entre varios datos, por ejemplo la estatura de los padres con los hijos[66].

Un proceso estocástico se define como una colección indexada de variables aleatorias (X_t), donde el índice t toma valores de un conjunto T dado. Con frecuencia T se toma como el conjunto de enteros no negativos y X_t representa una característica de interés medible en el tiempo t [67].

De esta manera el proceso puede estar en una de las $s + 1$ categorías mutuamente excluyentes conocidos también como estados. La variable aleatoria (X_t) hace referencia al estado del proceso en el tiempo t . De esta forma, los procesos estocásticos $X_t = X_0, X_1, X_2, \dots$ proporcionan una representación matemática (modelo matemático) de cómo evolucionará la condición del proceso real a través del tiempo[67].

Los procesos estocásticos pueden ser clasificados en[68]:

- **Tiempo discreto:** Cuando el valor de la variable sólo puede cambiar en una serie de momentos determinados del tiempo.
- **Tiempo continuo:** Cuando el valor de la variable puede cambiar en cualquier momento del tiempo.

Otra forma de clasificar a los procesos estocásticos es:

- **Variable continua:** La variable puede tomar cualquier valor comprendido en un rango.
- **Variable discreta:** La variable sólo puede tomar determinados valores o estados discretos.

6.1.2. Cadenas de Markov

Las Cadenas de Markov, que recibe su nombre del matemático ruso Andrei Markov, es un proceso estocástico discreto en el tiempo, por tanto, representa un sistema que varía su estado a lo largo del tiempo, siendo cada cambio una transición en el sistema. Las Cadenas de Markov son modelos probabilísticos para predecir la evolución y el comportamiento en el futuro de determinados sistemas[69].

Una Cadena de Markov es una serie de eventos, en la cual la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediato anterior. En efecto, las cadenas de este tipo tienen memoria, “Recuerdan” el último evento y esto condiciona las posibilidades de los eventos futuros. Esta dependencia del evento anterior distingue a las Cadenas de Markov de las series de eventos independientes, como tirar una moneda al aire o un dado[70].

Se define una Cadena de Markov como un proceso estocástico $(X_t)_{t \in T}$ si cumple la siguiente propiedad 6.1, llamada propiedad Markoviana[71]; Dada una secuencia de variables aleatorias X_1, X_2, X_3, \dots tales que el valor de X_n es el estado del proceso en el tiempo n . Si la distribución de probabilidad condicional de X_{t+1} en estados pasados es una función de X_t por sí sola, entonces:

$$P(X_{t+1} = \frac{x_{t+1}}{X_t} = x_t, X_{t-1} = x_{t-1}, \dots, X_2 = x_2, X_1 = x_1) = P(X_{t+1} = \frac{x_{t+1}}{X_n} = x_t) \quad (6.1)$$

La propiedad markoviana indica que la distribución de probabilidad de un estado en tiempo futuro $xt + 1$ depende sólo del estado actual xt y no de los estados de tiempo pasado $xt - 1, it - 2, \dots, i1, i0$ por los que pasa el proceso [72].

Cuando $T = 1, 2, 3, \dots$, se establece la probabilidad condicional;

$$P(X_{t+1} = \frac{j}{X_t} = i) = P(X_1 = \frac{j}{X_0} = i) = p_{ij} \dots \quad (6.2)$$

Para $i, j \in S$, donde S es el conjunto de estados, la ecuación es independiente de t . De la ecuación 6.1 el cambio de estado i (en el tiempo t) al estado j (en el tiempo $t + 1$) de un periodo a otro se le conoce como transición de iaj , y la probabilidad de que esta transición ocurra es P_{ij} , llamándose así como probabilidad de transición (o de un paso) en la Cadena de Markov. Al supuesto anterior se le conoce como suposición estacionaria debido a que la ley de probabilidad de transición que relaciona un estado actual (tiempo t) con el estado futuro (tiempo $t + 1$) no cambia con el tiempo, es decir, permanece estacionaria. Por lo cual, toda Cadena de Markov que cumpla con dicho supuesto estacionario se le conoce como Cadena de Markov Estacionaria [71].

La ley de distribución de las probabilidades de transición (o de un paso) en una cadena de markov de S estados se representa en una matriz que se denota P de orden $s \times s$ llamada Matriz de Probabilidad de Transición P

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1s} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2s} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{s1} & P_{s2} & \dots & P_{ss} \end{pmatrix}$$

La matriz de probabilidad de transiciones cumple las siguientes propiedades:

(i) P_{ij} de la matriz de probabilidad de transición P , representa la probabilidad de transición del estado i (fila i) al estado j (columna j).

(ii) $p_{ij} \geq 0$ para todos $i, j \in S$

(iii) $\sum_{j=1}^s P(X_{t+1} = j / X_t = i) = \sum_{j=1}^s P_{ij} = 1$

Observación Si las matrices $A = [a_{ij}]$ y $B = [b_{ij}]$ son matrices estocásticas, entonces $C = A * B$ es también estocástica. Por multiplicación de matrices se tiene:

$$C = [c_{ij}] = [a_{ij}] * [b_{ij}] = \sum_{k=1}^m a_{ik} b_{kj}$$

de este modo

$$\sum_{j=1}^m C_{ij} = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m a_{ik} b_{kj} = \sum_{k=1}^m a_{ik} \sum_{j=1}^m b_{kj}$$

Una consecuencia es que cualquier potencia de la matriz T es también una matriz estocástica: T_n

$P_{ij}^{(n)}$ se define como la Probabilidad de Transición Estacionaria de n pasos, refiriéndose así a la probabilidad de que una cadena se encuentre en el estado i en un tiempo t y n periodos después de que la cadena se encuentre en el estado j .

Se denota $p_{ij}^{(n)}$ como:

$$P(X_{t+n} = j / X_t = i) = P(X_n = j / X_0 = i) = P_{ij}^{(n)} \tag{6.3}$$

Si $n = 1$ en la ecuación 6.3, esta se reduce a $P_{ij}^{(1)} = P_{ij}$ equivalente a la ecuación 6.4

Notación:

$$1\text{ paso} : P_{ij} = P(X_{t+1} = j / X_t = i) \tag{6.4}$$

$$n\text{ pasos} : P_{ij}^{(n)} = P(X_{t+n} = j / X_t = i) \tag{6.5}$$

de esta manera $P_{ij}^{(n)}$ es el (ij) elemento de la matriz

$$P_n = P \times P \times P \dots \times P \tag{6.6}$$

que se obtiene al multiplicar la matriz P por si misma n veces.

Distribución de Probabilidad Inicial Se define la probabilidad de distribución inicial para una Cadena de Markov como el siguiente vector

$$q_i = [q_1, q_2, q_3 \dots] = q \tag{6.7}$$

Donde q_i es la probabilidad de que la Cadena de Markov se encuentre en el estado i en el tiempo 0, de esta manera $q_i = P X_0 = i, q_i$.

Dada la probabilidad inicial, se determina la probabilidad de llegar al estado j en el tiempo n en la ecuación 6.8, de la cual se infiere que la probabilidad de estar en un estado j es dada sin necesidad de conocer el estado en el cual da inicio.

$$P. \text{ de estado } j \text{ en tiempo } n = \sum_{i=1}^s q_i * P_{ij}^n = q * (\text{columna de } j \text{ de } P_n) \tag{6.8}$$

Cadenas de Markov Absorbente

Una Cadena de Markov que consta de estados transitorios y absorbentes (un estado es absorbente si $p_{ii} = 1$) se la define como Cadena de Markov Absorbente, de esta manera la Cadena de Markov Absorbente se encuentra en un estado transitorio inicial para pasar luego a un estado absorbente y terminar así toda posible transición entre estados diferentes.

De esta manera en el vector de estado absorbente, la línea de la matriz de transición correspondiente a las probabilidades de transición de dicho estado constará de un 1 en la diagonal principal y ceros en los demás elementos

Para ilustrar Una Cadena de Markov Absorbente que contiene p estados transitorios y q estados absorbentes la cadena P se representa como matriz canónica del proceso de la siguiente manera:

$$P = \begin{pmatrix} I & O \\ Q & M \end{pmatrix}$$

I: matriz identidad de dimensión q

O: matriz nula de dimensión $q \times p$

Q: matriz de dimensión $p \times q$ que contiene las probabilidades de paso de estados transitorios a absorbentes.

M: matriz $p \times p$ con las probabilidades de los estados transitorios a estados transitorios.

6.1.3. Cadenas de Markov para modelar el movimiento espacio-temporal del visitante

Los movimientos de visitantes pueden ser modelados a nivel micro o a nivel macro [73]. A nivel micro los movimientos son representados por un proceso estocástico continuo $(X_t)_{t \in T}$, donde $T = [0, \infty)$ y que toma valores en un espacio de estados S . Los estados S consisten en varios puntos espaciales georefenciados que representan las localizaciones de los movimientos de las personas, denominado así el espacio de estado continuo. Por otra parte, en un museo se da el caso en que se presente un modelado del movimiento espacio-temporal de los Objetos de Museo de interés del visitante, el espacio de estado S puede ser considerado como el compendio de los diferentes Objetos de interés, por lo tanto, S es discreto.

A nivel macro los movimientos del visitante son representados por un proceso estocástico discreto $(X_t)_{t \in T}$, donde $T = 1, 2, 3, \dots$ y que toma valores en un espacio de estados S . En este caso de estudio el proceso del movimiento se centra en el modelamiento a nivel macro y en un espacio de estado S discreto. De esta manera:

$$S = A_1, A_2, A_3 \dots A_k$$

De esta manera A_i donde $i = 2, 3, \dots, k$ representa los Objetos de Museo y A_1 representa el estado “OUT” que es la región exterior al espacio S .

El proceso estocástico se modela representando el movimiento del visitante en S por un Cadena de Markov estacionaria discreta donde cada movimiento ocurre después de un salto. De esta forma, el movimiento del visitante sobre una secuencia de tiempos $t = 1$ a $t = m$ se representa como:

$$M(m) = (A_{i1}, A_{i2}, A_{i3}, \dots, A_{im}) \quad (6.9)$$

Donde A_1 representa el estado final alcanzado “OUT”. Esto se debe a que el visitante debe finalizar siempre su visita. Así el adicionar este estado es asumido como un estado de absorción ya que el proceso termina una vez que llegue a ese estado [73].

6.1.4. Validación del modelo

En este proyecto se utiliza la técnica de CM (Cadenas de Markov) en el modelamiento del movimiento espacio-temporal del visitante [74] y para el cálculo de diferentes patrones de movimiento. En este sentido interesa conocer si existe una relación dependiente de pasar de un Objeto a otro, es decir los saltos que son generados por los visitantes en el museo modelados por CM.

Para validar el modelamiento se hará uso del método de validación de CM Chi Cuadrado de Pearson o Bondad de Ajuste[75].

Chi Cuadrado, X^2 , se utiliza para comparar un conjunto de frecuencias observadas n_{ij} con un conjunto de frecuencias esperadas o teóricas E_{ij} , indicando la diferencia existente entre ambas y la relación de dependencia o independencia entre las variables. Pearson planteó la utilización del estadístico X^2 para analizar la independencia, definido por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^k \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (6.10)$$

Por lo tanto se plantea la hipótesis nula H_0 a contrastar como la independencia entre los factores y la hipótesis alterna H_1 como la dependencia entre los factores. El valor de X^2 calculado se compara con el valor tabulado de una X^2 , este último indica el valor de un nivel de confianza determinado y $(n - 1) * (k - 1)$ grados de libertad, donde n es el número de filas de la matriz y k es el número de columnas de la matriz. Si el valor calculado es mayor que el valor teórico $X^2_{(n-1)(k-1)}$ encontrado con el programa “Critical Chi Square Value Calculator” [76], significa que las diferencias entre las frecuencias observadas y las frecuencias teóricas o esperadas son muy elevadas, por lo que se concluye que existe dependencia entre los factores o atributos analizados.

Resumiendo así:

$$X^2 > X^2_{(n-1)(k-1)} \quad (6.11)$$

$$X^2 < X^2_{(n-1)(k-1)} \quad (6.12)$$

De esta manera, si los resultados de la validación son en relación a la ecuación 6.11, indica si se rechaza la hipótesis nula H_0 existiendo así la dependencia entre variables, en caso contrario, ecuación 6.12, se acepta la hipótesis nula H_0 existiendo independencia entre las variables.

6.2. Diseño del modelo e implementación de Cadenas de Markov en modelamiento del movimiento espacio-temporal de visitantes

Para esta etapa se utilizan los datos obtenidos de las experiencias realizadas en la Casa Museo Mosquera de la Ciudad de Popayán, para modelar el movimiento espacio-temporal de los visitantes sobre la base teórica de las Cadenas de Markov. El modelamiento se presenta en las probabilidades de los patrones del proceso de CM y seguidamente a ser evaluadas.

Se denota un proceso estocástico como una variable aleatoria de estados que evoluciona en el tiempo $(X_t)_{t \in T}$ de forma parcial o totalmente aleatoria en un determinado espacio de probabilidad S e indexado por índice t que pertenece a un conjunto de parámetros T , se establece t como la variable de tiempo $T = 1, 2, 3, \dots$

$(X_t)_{t \in T}$ representa los diferentes estados u Objetos de Museo que se encuentran previamente etiquetados para que los visitantes puedan realizar la visita utilizando la tecnología NFC.

Debido a que la Casa Museo Mosquera cuenta con 4 salas y cada sala está organizada de acuerdo a los elementos que se encuentran en ellas, se ha decidido realizar el análisis de cada sala. A continuación, se describen y se analizan la trazabilidad de cada una de ellas.

6.3. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 1

6.3.1. Definición de Estados y Matriz de Transición en la Sala 1

En la tabla 6.1 se indican los códigos usados para cada uno de los Objetos de Museo que se encuentran ubicados en la sala 1 de la Casa Museo Mosquera de la Ciudad de Popayán, en donde se realizaron las experiencias en los meses de Noviembre y Diciembre de 2013.

Id	Estado
1	FLORERO Y ARMARIO JOYERO
2	LAPIDAS
3	MESAS DE MADERA Y OLEOGRAFIAS
4	RETRATOS SIMON BOLIVAR
5	JUANA FLOREZ
6	LIBROS
7	CUADRO FAMILA MOSQUERA
8	UNIFORME DIPLOMÁTICO
9	ARMARIOS CONSOLAS
10	ESPEJO
11	FRUTERO
12	RELOJ
13	JOYERO MUDÉJAR
14	BARGUEÑO
15	MESA JARDINERA
16	LÁMPARA FRANCESA
17	ARQUILLA BARQUEÑO
18	BARGUEÑO
19	RETRATOS DE DON JOAQUIN MOSQUERA
20	DOCUMENTOS Y RETRATOS DEL GENERAL MOSQUERA
21	RETRATOS ILUSTRES (ARZOBISPO MANUEL JOSE, SIMON BOLIVAR, JOSE MARIA MOSQUERA)
22	BUSTO DE MARMOL
23	ESCRITORIO
24	CANDELABRO, RELOJ Y LAMPARA
25	CUADRO DE ESPADA Y GENERAL MOSQUERA
26	BIBLIOTECA
27	LÁMPARA
28	LIBRO
29	CARTA

Tabla 6.1: Objetos de Museo Sala 1. Fuente propia

Se determina así los estados de la Cadena de Markov que comprenden los 29 Objetos de Museo de la sala 1 y un estado adicional de absorción identificado como “OUT”, que comprende el estado de salida del espacio de estados S .

Para modelar las transiciones de los visitantes en el museo, se plantea el siguiente formato (figura 6.1).



Figura 6.1: Secuencia de Movimiento.

- La casilla con sombreado azul se refiere al inicio de la secuencia del recorrido de los visitantes.
- El Id del Objeto de Museo es el número que se encuentra en “Negrita” y representa el Objeto de Museo.
- El número que se encuentra entre paréntesis indica el número de visitantes que observaron el Objeto de Museo.

A continuación en la figura 6.2 se explica con detalle las secuencias del recorrido.

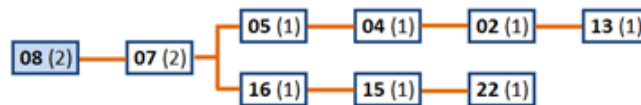


Figura 6.2: Ejemplo de Secuencia de Movimiento.

De acuerdo con la figura 6.2, dos visitantes comenzaron por el Objeto con Id igual a 8 que corresponde al Uniforme Diplomático. Después los mismos visitantes les llamó la atención el Objeto con Id igual a 7 que corresponde al Cuadro de la Familia Mosquera. El tercer objeto visto por los dos visitantes fue diferente, un visitante observó el Objeto con Id igual a 5 mientras que el otro visitante observó el Objeto con Id 16. Por lo tanto, un visitante observó 6 Objetos mientras que el otro observó 5 Objetos. Las transiciones quedarían de la siguiente forma (figura 6.3):

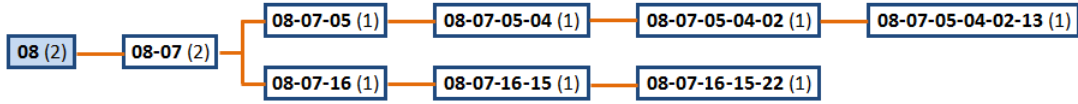


Figura 6.3: Transición de Objeto a Objeto.

Para comenzar a modelar el movimiento de los visitantes con Cadenas de Markov, se obtiene la matriz de transición (Tabla 6.2) y para ello es dibujado el árbol gráfico de transiciones (ver figuras 6.4 y 6.5) con la suma de todas las secuencias de movimientos por visitante y las frecuencias de cuándo un visitante toca una etiqueta para poder visualizar la información del objeto. Se observa que el número máximo de transiciones es igual a 30, indicando el número máximo de objetos vistos por un visitante en el museo en la sala 1.

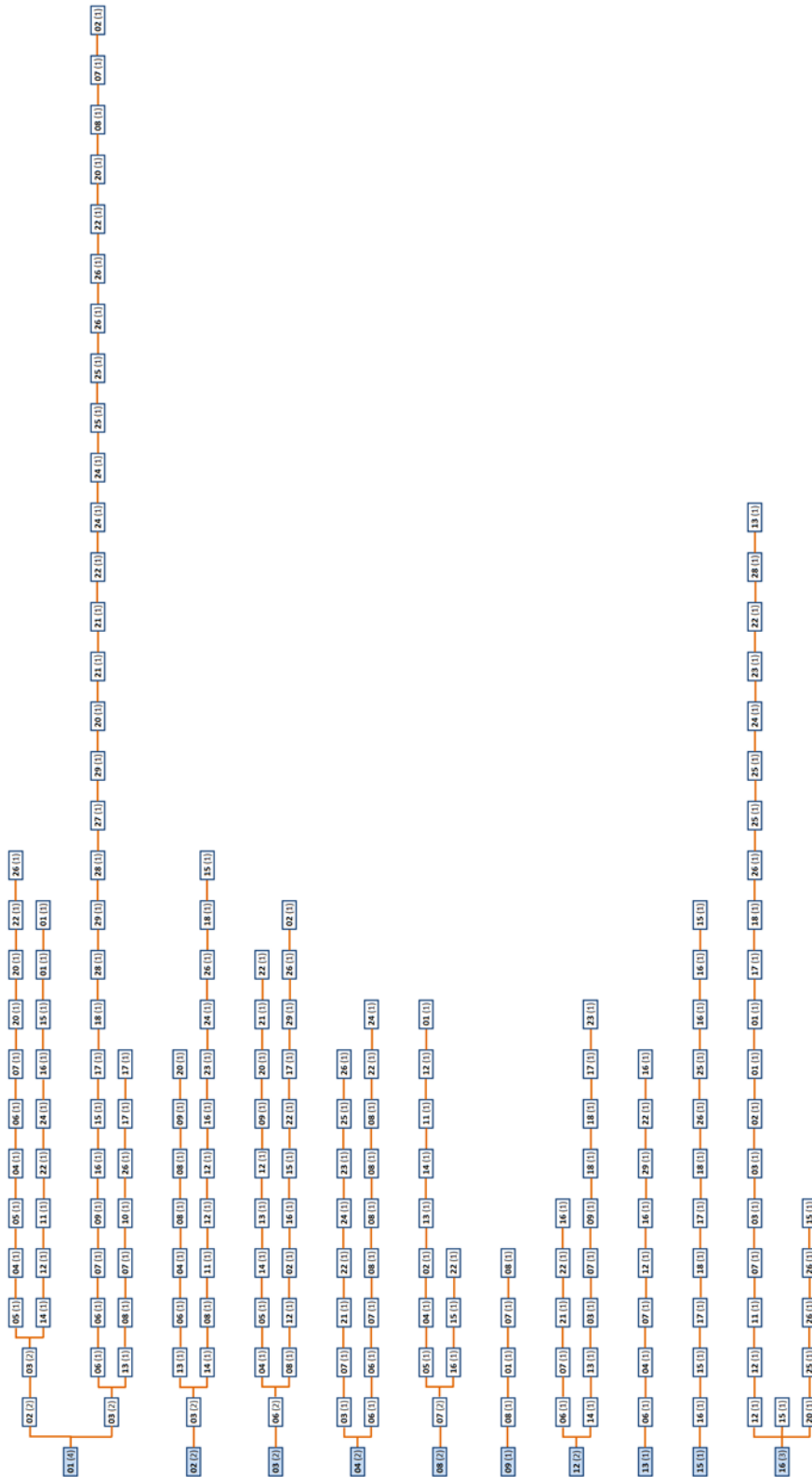


Figura 6.4: Árbol de transiciones de la Sala 1, primera parte. Fuente propia

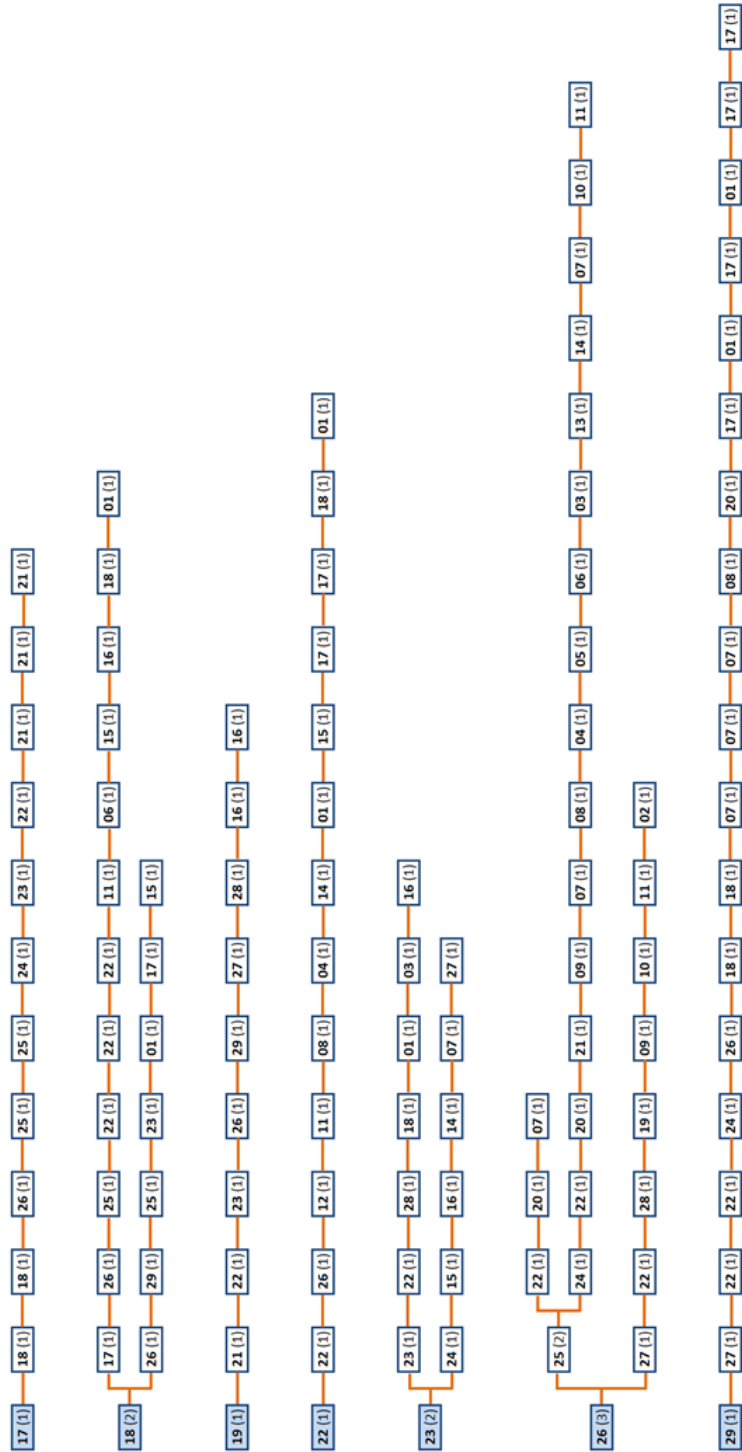


Figura 6.5: Árbol de transiciones de la Sala 1, segunda parte. Fuente propia

	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29								
OUT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
1	0.235	0.118	0.118	0.176	0	0	0	0.059	0	0	0	0	0	0	0	0.059	0	0.235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
2	0.3	0.1	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
3	0	0	0.071	0.071	0	0.071	0.214	0.143	0	0	0	0	0	0.214	0.143	0	0.071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
4	0	0	0.1	0.1	0	0.3	0.2	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
5	0	0	0	0	0.6	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
6	0	0	0	0.083	0.25	0	0.167	0.333	0.083	0	0	0	0	0	0	0.083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	0.05	0	0.05	0.05	0	0.05	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0	0.05	0	0	0	0.05	0	0	0	0.05	0.1	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0			
8	0.059	0.059	0	0	0.118	0	0	0.235	0.235	0.059	0	0.059	0.059	0	0	0	0	0	0	0	0.059	0	0.059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9	0	0	0	0	0	0	0	0.143	0.143	0	0.143	0	0	0	0	0	0.143	0	0.143	0	0.286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0.125	0	0.125	0	0	0	0.125	0.125	0.125	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0.083	0.083	0	0	0	0.083	0	0	0.083	0	0.25	0.167	0	0.083	0	0.167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0.125	0	0	0.125	0	0	0.25	0	0.125	0	0	0	0.125	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0.125	0	0	0	0	0	0.25	0.125	0	0.125	0.125	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0.357	0.071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.214	0.214	0	0	0	0	0.143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0.211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.053	0	0.053	0.368	0.105	0	0.053	0	0.053	0	0	0	0.053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.053	0
17	0.118	0.118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.059	0	0.176	0.353	0	0	0	0	0.059	0	0	0.059	0	0	0	0.059	0	0	0.059	0	0	0.059	0
18	0	0.188	0	0	0	0	0	0.063	0	0	0	0	0	0	0	0.063	0	0.188	0.188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0.063	0	0	0.063	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0.1	0.3	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0.08	0.04	0	0.12	0.04	0.16	0.04	0.2	0.08	0	0.08	0	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0.091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.091	0.091	0	0	0	0	0.091	0.273	0.091	0.091	0.182	0	0.091	0.182	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.077	0	0	0	0	0.154	0.077	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0.1	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0.05	0	0.05	0.1	0	0	0.05	0	0	0.3	0.1	0.05	0	0.1	0.05	0	0.1	0.05	0	0.1	0.05	0	0.1
27	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.167	0	0	0.167	0	0.167	0.167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.167
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.143	0	0.143	0	0	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0

Tabla 6.2: Matriz de Transición Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad inicial de tocar con el dispositivo móvil un Objeto de Museo A_i , denotada $Pr(A_i(1))$, está dada por el número de toques al Objeto como primer Objeto visto dividido por la sumatoria total de toques a todos los Objetos de Museo que fueron elegidos como primera opción.

Tomando como ejemplo el Objeto con Id igual a 1 (Florero y Armario Joyero), el cálculo de su probabilidad inicial es:

$$Pr(1(1)) = \frac{4}{31}$$

En la tabla 6.3 se resume las probabilidades iniciales de los Objetos de la sala 1.

Pr	Probabilidades
Pr(1)	0,129
Pr(2)	0,065
Pr(3)	0,065
Pr(4)	0,065
Pr(8)	0,065
Pr(9)	0,032
Pr(12)	0,065
Pr(13)	0,032
Pr(15)	0,032
Pr(16)	0,097
Pr(17)	0,032
Pr(18)	0,065
Pr(19)	0,032
Pr(22)	0,032
Pr(23)	0,065
Pr(26)	0,097
Pr(29)	0,032

Tabla 6.3: Probabilidades Iniciales Sala 1. Fuente propia

La probabilidad inicial de cualquier secuencia de movimientos desde el momento en que un visitante ingresa al museo hasta cuando termina la visita, puede ser calculada con la matriz de transiciones y el vector de probabilidades iniciales, ejecutando la ecuación 6.13.

$$Pr = (X_1 = i_1, X_2 = i_2, X_3 = i_3, \dots, X_n = i_n) = v_{i_1} P_{i_1} P_{i_2} P_{i_3} P_{i_4} \dots P_{i_{n-1}} P_{i_n} \quad (6.13)$$

Se hará uso de la ecuación 6.13 para obtener Las probabilidades de los patrones de movimientos. Dado el caso en que el patrón de movilidad de un visitante en el museo sea $09 \rightarrow 08 \rightarrow 01 \rightarrow 07 \rightarrow 08 \rightarrow 08 \rightarrow \text{OUT}$, el movimiento del visitante tendrá como inicio los Armarios

Consolar (09), su próximo Objeto será el Uniforme Diplomático (08), seguidamente del Florero y Armario Joyero (01), luego pasará a ver el Objeto del Cuadro de la Familia Mosquera (07) y como último Objeto vuelve a ver los Armarios Consolas (08), por lo tanto la probabilidad de este patrón es calculado usando la tabla 6.2 y la tabla 6.3 de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 Pr((09)(08)(01)(07)(08)(OUT)) &= Pr(09) \times Pr((08)/(09)) \times Pr((01)/(08)) \times Pr((07)/(01)) \\
 &\times Pr((08)/(07)) \times Pr((OUT)/(08)) \\
 &= 0,032 \times 0,143 \times 0,059 \times 0,2 \times 0,059 \\
 &= 0,0000002
 \end{aligned}
 \tag{6.14}$$

El supuesto fundamental tomado en este proceso es que cada probabilidad de transición de un solo salto se considera estacionaria, es decir cada transición de un solo salto es independiente de donde se produce en una Cadena de Markov. Por ejemplo, la suposición de que la probabilidad de pasar de A a D en el patrón de secuencia ADBC es el mismo que pasar de A a D en la secuencia BCEFAD de cinco saltos.

6.3.2. Validación del modelado de Cadenas de Markov para el movimiento de visitantes en el caso de estudio (Sala 1)

Para validar el modelado por medio de CM del movimiento de los visitantes se hará uso de la validación expuesta en la sección 6.1.4, con el fin de identificar si existe relación entre el comportamiento del estado predecesor y el estado sucesor (haciendo referencia a los Objetos de Museo) del movimiento del visitante.

El modelo de validación a utilizar es X^2 (Chi Cuadrado) dado por la ecuación 6.10, para realizar este cálculo se utiliza el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) [77], versión 19.0. Con la ayuda del programa SPSS se calcula el nivel de confianza p , es decir a menor valor de p , mayor evidencia para rechazar la hipótesis nula H_0 . Si $p < 0,05$, se rechaza la H_0 , dado que existe poca probabilidad ($\leq 5\%$) de que los resultados ocurran (azar) si la H_0 fuera cierta.

La hipótesis nula H_0 , se define como la independencia existente de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. La hipótesis alterna H_1 se define como la dependencia de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. Si H_0 es válida se concluye que no es confiable modelar el movimiento de los visitantes en el museo a través de CM.

Para realizar el análisis de Chi Cuadrado o Bondad de Ajuste se utiliza el programa SPSS, donde se ingresa el número de toques de los Objetos de Museo vistos por cada visitante en la Sala 1 del museo (transiciones), registrados al ejecutar las experiencias que se llevaron a cabo en los meses de Noviembre y Diciembre de 2013 en la Casa Museo Mosquera. Obteniendo los siguientes resultados mostrados en las tablas 6.4 y 6.5.

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
predecesor * sucesor	337	100,0 %	0	0 %	337	100,0 %

Tabla 6.4: Resumen del Procesamiento de los Casos de la Sala 1. Fuente propia.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1522,447	841	6,10E-42
Razón de verosimilitudes	949,046	841	0,005
Asociación lineal por lineal	120,426	1	5,10E-28
N de casos válidos	337		

Tabla 6.5: Pruebas de Chi Cuadrado X^2 de la Sala 1. Fuente propia.

Entonces, el valor calculado Chi Cuadrado es de $X^2 = 1522,447$ y grados de libertad $gl = 841$. el valor de grados de libertad es dado por la multiplicación $(n - 1) * (k - 1)$ donde n es el número de filas de la matriz y k es el número de columnas de la matriz, como la matriz evaluada es de orden 30×30 , el valor de $gl = (30 - 1)(30 - 1) = 841$. Los grados de libertad permiten hallar el valor de $X^2_{(n-1)(k-1)}$ calculado con el programa “Critical Chi Square Value Calculator” [76], con un nivel de confianza de $p = 0,05$.

A continuación, se compara el valor calculado X^2 con el programa SPSS con el valor de referencia $X^2_{(n-1)(k-1)}$, para $gl = 841$

- $X^2 = 1522,447$, valor calculado con el programa SPSS
- el valor de referencia $X^2_{(n-1)(k-1)}$ corresponde a un valor de 909,577, para un nivel de confianza de $p = 0,05$

Por lo tanto, se cumple la definición 6.11 ($X^2 > X^2_{(n-1)(k-1)}$), rechazando así la hipótesis nula H_0 de independencia existente de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. Concluyendo que el movimiento de un visitante está influenciado por el estado u Objeto de museo donde se encuentre para pasar a otro.

Se confirma así la validación de modelar el movimiento de los visitantes con Cadenas de Markov en la Sala 1.

6.3.3. Patrones de movilidad de las secuencias o transiciones del visitante en la Sala 1

Para llevar a cabo este análisis se debe determinar los patrones de movilidad para identificar las secuencias o transiciones significativas en el modelamiento del movimiento del visitante

dentro del museo. Estos patrones de movilidad son determinados por el número de toques realizados a cada estado (etiqueta NFC asociada a cada Objeto de Museo), en donde la probabilidad de cada patrón se obtiene haciendo uso de la ecuación 6.13, utilizando los valores presentes en la matriz de transición (tabla 6.2) y el vector de probabilidades iniciales (tabla 6.3), para un número de toques n , donde n toma valores entre el rango de 2 y 30.

Los patrones y sus respectivas probabilidades son los registrados en las tablas 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11, 6.12, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16, 6.17, 6.18, 6.19, 6.20.

Patrón	16 - 15
Probabilidad	0,012733447

Tabla 6.6: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, $n=2$. Fuente propia

Patrón	08 - 07 - 16 - 15 - 22	09 - 08 - 01 - 07 - 08	26 - 25 - 22 - 20 - 07
Probabilidad	0,00000319584540	0,00000018759597	0,00000267990074

Tabla 6.7: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, $n=5$. Fuente propia.

Patrón	12 - 06 - 07 - 21 - 22 - 16	16 - 20 - 25 - 26 - 26 - 15
Probabilidad	0,00000150914922	0,00000020989198

Tabla 6.8: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, $n=6$. Fuente propia.

Patrón	23 - 24 - 15 - 16 - 14 - 07 - 27
Probabilidad	0,00000003307389

Tabla 6.9: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, $n=7$. Fuente propia.

Patrón	18 - 26 - 29 - 25 - 23 - 01 - 17 - 15	23 - 23 - 22 - 28 - 18 - 01 - 03 - 16
Probabilidad	0,00000000876135	0,00000001926068

Tabla 6.10: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, $n=8$. Fuente propia.

Patrón	01 - 03 - 13 - 08 - 07 - 10 - 26 - 17 - 17	02 - 03 - 13 - 06 - 04 - 08 - 08 - 09 - 20
Probabilidad	0,00000000496578	0,00000001366771
Patrón	04 - 03 - 07 - 21 - 22 - 24 - 23 - 25 - 26	13 - 06 - 04 - 07 - 12 - 16 - 29 - 22 - 16
Probabilidad	0,00000000580065	0,0000000021276
Patrón	26 - 27 - 22 - 28 - 19 - 09 - 10 - 11 - 02	
Probabilidad	0,00000006912442	

Tabla 6.11: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, $n=9$. Fuente propia.

Patrón	04 - 06 - 06 - 07 - 08 - 08 - 08 - 08 - 22 - 24	08 - 07 - 05 - 04 - 02 - 13 - 14 - 11 - 12 - 01
Probabilidad	0,00000000199746	0,00000000069762
Patrón	12 - 14 - 13 - 03 - 07 - 09 - 18 - 18 - 17 - 23	19 - 21 - 22 - 23 - 26 - 29 - 27 - 28 - 16 - 16
Probabilidad	0,0000000007091	0,00000000068082

Tabla 6.12: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=10. Fuente propia.

Patrón	03 - 06 - 04 - 05 - 14 - 13 - 12 - 09 - 20 - 21 - 22
Probabilidad	0,00000000185155

Tabla 6.13: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=11. Fuente propia.

Patrón	01 - 02 - 03 - 14 - 12 - 11 - 22 - 24 - 16 - 15 - 01 - 01	03 - 06 - 08 - 12 - 02 - 16 - 15 - 22 - 17 - 29 - 26 - 02
Probabilidad	0,0000000004488	0,0000000000015
Patrón	15 - 16 - 15 - 17 - 18 - 17 - 18 - 26 - 25 - 16 - 16 - 15	17 - 18 - 18 - 26 - 25 - 25 - 24 - 23 - 22 - 21 - 21 - 21
Probabilidad	0,0000000101849	0,0000000025114

Tabla 6.14: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=12. Fuente propia.

Patrón	01 - 02 - 03 - 05 - 04 - 05 - 04 - 06 - 07 - 20 - 20 - 22 - 26	02 - 03 - 14 - 08 - 11 - 12 - 12 - 16 - 23 - 24 - 26 - 18 - 15
Probabilidad	0,0000000001249	0,0000000000080
Patrón	18 - 17 - 26 - 25 - 22 - 22 - 22 - 11 - 06 - 15 - 16 - 18 - 01	
Probabilidad	0,0000000000017	

Tabla 6.15: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=13. Fuente propia.

Patrón	22 - 22 - 26 - 12 - 11 - 08 - 04 - 14 - 01 - 15 - 17 - 17 - 18 - 01
Probabilidad	0,00000000000003

Tabla 6.16: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=14. Fuente propia.

Patrón	26 - 25 - 24 - 22 - 20 - 21 - 09 - 07 - 08 - 04 - 05 - 06 - 03 - 13 - 14 - 07 - 10 - 11
Probabilidad	0,000000000000041

Tabla 6.17: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=18. Fuente propia.

Patrón	29 - 27 - 22 - 22 - 24 - 26 - 18 - 18 - 07 - 07 - 07 - 08 - 20 - 17 - 01 - 17 - 01 - 17 - 17
Probabilidad	0,0000000000000047

Tabla 6.18: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=19. Fuente propia.

Patrón	16 - 12 - 12 - 11 - 07 - 03 - 03 - 02 - 01 - 01 - 17 - 18 - 26 - 25 - 25 - 24 - 23 - 22 - 28 - 13
Probabilidad	0,0000000000000000054

Tabla 6.19: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=20. Fuente propia.

Patrón	01 - 03 - 06 - 06 - 07 - 09 - 16 - 15 - 17 - 18 - 28 - 29 - 28 - 27 - 29 - 20 - 21 - 21 - 22 - 24 - 24 - 25 - 25 - 26 - 26 - 22 - 20 - 08 - 07 - 02
Probabilidad	0,0000000000000000047

Tabla 6.20: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 1, n=30. Fuente propia.

6.3.4. Patrones de movilidad de cada Estado (Objeto de Museo) en la Sala 1

Se realiza el análisis de los patrones de movilidad de acuerdo al modelamiento de Cadenas de Markov a partir de la siguiente premisa: Dada la probabilidad inicial, se determina la probabilidad de llegar al estado j en el tiempo n en la ecuación 6.15, de la cual se infiere que la probabilidad de estar en un estado j es dada sin necesidad de conocer el estado en el cual da inicio.

$$P.deestadojentiempn = \sum_{i=1}^s q_i * P_{ij}^n = q * (columnadejP_n) \tag{6.15}$$

La obtención de patrones consiste en obtener las probabilidades más significativas de la probabilidad del estado j en la transición n , P^n , de igual manera las probabilidades de estado inicial q . La secuencia de movimientos (patrones de movilidad) se generan a medida que la probabilidad P^n toma valores.

De esta manera la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de un salto será:

$$P^n, \text{ donde } n = 1, \text{ luego } q * P^1$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.21.

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,112	0,055	0,036	0,064	0,008	0,024	0,04	0,047	0,03	0,025
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,005	0,021	0,029	0,02	0,034	0,054	0,046	0,061	0,043	0
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,027	0,017	0,042	0,015	0,019	0,04	0,041	0,014	0,013	0,017

Tabla 6.21: Probabilidad de estar en algún estado S después de un salto en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de 2 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 2, \text{ luego } q * P^2$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.22

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,199	0,039	0,021	0,038	0,028	0,009	0,037	0,058	0,036	0,011
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,008	0,018	0,025	0,028	0,025	0,034	0,046	0,05	0,042	0,002
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,024	0,02	0,053	0,018	0,022	0,03	0,04	0,011	0,013	0,015

Tabla 6.22: Probabilidad de estar en algún estado S después de dos saltos en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún objeto del espacio de estados S después de 3 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 3, \text{ luego } q * P^3$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.23

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,272	0,032	0,019	0,03	0,019	0,014	0,033	0,052	0,039	0,013
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,007	0,019	0,025	0,019	0,022	0,032	0,036	0,04	0,036	0,002
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,021	0,022	0,05	0,018	0,023	0,027	0,039	0,011	0,013	0,014

Tabla 6.23: Probabilidad de estar en algún estado S después de tres saltos en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún objeto del espacio de estados S después de 4 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 4, \text{ luego } q * P^4$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.24

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,337	0,028	0,017	0,025	0,021	0,01	0,028	0,047	0,036	0,013
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,007	0,018	0,023	0,016	0,018	0,027	0,034	0,034	0,031	0,002
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,021	0,021	0,051	0,016	0,022	0,026	0,036	0,011	0,013	0,013

Tabla 6.24: Probabilidad de estar en algún estado S después de cuatro saltos en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún objeto del espacio de estados S después de 5 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 5, \text{ luego } q * P^5$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.25

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,396	0,024	0,016	0,022	0,017	0,011	0,025	0,042	0,033	0,012
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,007	0,017	0,021	0,014	0,015	0,024	0,031	0,03	0,027	0,002
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,02	0,02	0,048	0,015	0,021	0,024	0,033	0,01	0,012	0,012

Tabla 6.25: Probabilidad de estar en algún estado S después de cinco saltos en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún objeto del espacio de estados S después de 6 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 6, \text{ luego } q * P^6$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.26

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,449	0,022	0,014	0,02	0,016	0,009	0,022	0,038	0,029	0,011
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,006	0,015	0,019	0,012	0,014	0,022	0,028	0,027	0,024	0,002
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,018	0,019	0,045	0,015	0,02	0,023	0,031	0,009	0,011	0,011

Tabla 6.26: Probabilidad de estar en algún estado S después de seis saltos en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún objeto del espacio de estados S después de 7 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 7, \text{ luego } q * P^7$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.27

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,498	0,02	0,012	0,018	0,014	0,008	0,019	0,034	0,026	0,01
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,005	0,014	0,017	0,011	0,012	0,02	0,026	0,024	0,022	0,002
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,017	0,018	0,042	0,014	0,019	0,021	0,028	0,008	0,01	0,01

Tabla 6.27: Probabilidad de estar en algún estado S después de siete saltos en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún objeto del espacio de estados S después de 8 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 8, \text{ luego } q * P^8$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.28

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,543	0,018	0,011	0,016	0,013	0,007	0,017	0,03	0,024	0,009
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,005	0,013	0,015	0,01	0,011	0,018	0,024	0,022	0,02	0,002
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,016	0,016	0,039	0,013	0,018	0,019	0,026	0,008	0,009	0,009

Tabla 6.28: Probabilidad de estar en algún estado S después de ocho saltos en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún objeto del espacio de estados S después de 9 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 9, \text{ luego } q * P^9$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.29

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,583	0,016	0,01	0,014	0,011	0,007	0,016	0,027	0,021	0,008
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,004	0,011	0,014	0,009	0,01	0,017	0,022	0,02	0,018	0,002
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,014	0,015	0,036	0,012	0,016	0,018	0,024	0,007	0,009	0,008

Tabla 6.29: Probabilidad de estar en algún estado S después de nueve saltos en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún objeto del espacio de estados S después de 10 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 10, \text{ luego } q * P^{10}$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.30

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,62	0,015	0,009	0,013	0,01	0,006	0,014	0,025	0,019	0,007
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,004	0,01	0,012	0,008	0,009	0,015	0,02	0,018	0,017	0,001
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,013	0,014	0,033	0,011	0,015	0,017	0,022	0,006	0,008	0,008

Tabla 6.30: Probabilidad de estar en algún estado S después de diez saltos en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de 11 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 11, \text{ luego } q * P^{11}$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.31

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,654	0,013	0,008	0,012	0,009	0,005	0,013	0,022	0,017	0,007
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,004	0,009	0,011	0,007	0,008	0,014	0,018	0,017	0,015	0,001
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,012	0,013	0,03	0,01	0,014	0,015	0,02	0,006	0,007	0,007

Tabla 6.31: Probabilidad de estar en algún estado S después de once saltos en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún objeto del espacio de estados S después de 12 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 12, \text{ luego } q * P^{12}$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.32

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,685	0,012	0,008	0,011	0,008	0,005	0,011	0,02	0,016	0,006
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,003	0,008	0,01	0,007	0,007	0,013	0,017	0,015	0,014	0,001
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,011	0,011	0,027	0,009	0,013	0,014	0,018	0,005	0,007	0,006

Tabla 6.32: Probabilidad de estar en algún estado S después de doce saltos en la Sala 1. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún objeto del espacio de estados S después de 13 saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 13, \text{ luego } q * P^{13}$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6.33

Estado	OUT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad del Estado Resultante	0,713	0,011	0,007	0,01	0,008	0,004	0,01	0,018	0,014	0,006
Estado	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Probabilidad del Estado Resultante	0,003	0,008	0,009	0,006	0,007	0,012	0,015	0,014	0,013	0,001
Estado	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Probabilidad del Estado Resultante	0,01	0,01	0,025	0,008	0,012	0,013	0,017	0,005	0,006	0,006

Tabla 6.33: Probabilidad de estar en algún estado S después de trece saltos en la Sala 1. Fuente propia.

El paso a seguir es tomar las probabilidades más significativas de tocar la etiqueta NFC de un Objeto respecto a otro en el espacio de estados S después de generar un número de saltos por parte del visitante, esto se puede observar en las tablas 6.21, 6.22, 6.23, 6.24, 6.25, 6.26, 6.27, 6.28, 6.29, 6.30, 6.31, 6.32, 6.33. El criterio para elegir las probabilidades significativas serán aquellas que superen la probabilidad promedio de estar en algún estado, si la probabilidad de estar en cualquier estado son iguales, de entonces la probabilidad promedio es: $1/30 = 0,033$, dónde 30 es el número total de estados.

Por lo tanto tenemos los siguientes resultados mostrados en las tablas 6.34, 6.35, 6.36, 6.37, 6.38, 6.39, 6.40, 6.41, 6.42, donde se presentan las probabilidades significativas de que un visitante esté en un estado con respecto a los demás entre 1 y 13 saltos.

Para el análisis de la probabilidad que un visitante se encuentre observando un Objeto del espacio de estados S después de n saltos, n toma los valores comprendidos entre 1 y 29, con un máximo de 29 saltos que indica que en este salto la secuencia de movimientos corresponde al número máximo de saltos entre los estados (30) modelado con las Cadenas de Markov. Pero se consideró tener en cuenta hasta el salto número 13, debido a que en el salto número 14 el estado “OUT” toma una probabilidad de aproximadamente 75 %, lo que indica que en este salto el visitante tiende a salir de la Sala 1, por lo tanto el análisis de los datos serán calculados hasta el salto número 13.

Patrón	1	2	3	6	7	14
P(r)	0,055	0,036	0,064	0,04	0,047	0,034
Patrón	15	16	17	18	22	25
P(r)	0,054	0,046	0,061	0,043	0,042	0,04
Patrón	26	OUT				
P(r)	0,041	0,112				

Tabla 6.34: Probabilidad de estado resultante después de un periodo del periodo inicial en la Sala 1. Fuente propia.

Patrón	1	3	6	7	8	15
P(r)	0,039	0,038	0,037	0,058	0,036	0,034
Patrón	16	17	18	22	26	OUT
P(r)	0,046	0,05	0,042	0,053	0,04	0,199

Tabla 6.35: Probabilidad de estado resultante después de dos periodos del periodo inicial en la Sala 1. Fuente propia.

Patrón	7	8	16	17	18	22
P(r)	0,052	0,039	0,036	0,04	0,036	0,05
Patrón	26	OUT				
P(r)	0,039	0,272				

Tabla 6.36: Probabilidad de estado resultante después de tres periodos del periodo inicial en la Sala 1. Fuente propia.

Patrón	7	8	16	17	22	26
P(r)	0,047	0,036	0,034	0,034	0,051	0,036
Patrón	OUT					
P(r)	0,337					

Tabla 6.37: Probabilidad de estado resultante después de cuatro periodos del periodo inicial en la Sala 1. Fuente propia.

Patrón	7	22	OUT
P(r)	0,042	0,048	0,396

Tabla 6.38: Probabilidad de estado resultante después de cinco periodos del periodo inicial en la Sala 1. Fuente propia.

Patrón	7	22	OUT
P(r)	0,038	0,045	0,449

Tabla 6.39: Probabilidad de estado resultante después de seis periodos del periodo inicial en la Sala 1. Fuente propia.

Patrón	7	22	OUT
P(r)	0,034	0,039	0,498

Tabla 6.40: Probabilidad de estado resultante después de siete periodos del periodo inicial en la Sala 1. Fuente propia.

Patrón	22	OUT
P(r)	0,039	0,543

Tabla 6.41: Probabilidad de estado resultante después de ocho periodos del periodo inicial en la Sala 1. Fuente propia.

Patrón	22	OUT
P(r)	0,036	0,583

Tabla 6.42: Probabilidad de estado resultante después de nueve periodos del periodo inicial en la Sala 1. Fuente propia.

Después de diez períodos en adelante del periodo inicial, el único estado que supera la probabilidad promedio es el estado “OUT”, por lo que no es necesario tabular los siguientes saltos.

6.3.5. Conclusiones Cadenas de Markov en la Sala 1

A partir del desarrollo de la experiencia y del análisis de la información recolectada haciendo uso de Cadenas de Markov se puede concluir:

- Es posible modelar el movimiento del visitante en la Sala 1 de la Casa Museo Mosquera a través del análisis de Cadenas de Markov gracias a la validación del modelo realizado por el Chi Cuadrado o Bondad de Ajuste, que determinó la relación existente entre el paso de un estado a otro, refiriéndose a estados en este proyecto a los diferentes Objetos de Museo vinculados a las experiencias realizadas.
- Se observa como la probabilidad del estado absorbente “OUT” que representa la salida del espacio de estados S empieza a incrementarse a medida que la secuencia de movimientos aumenta, para este análisis se presenta un máximo de 30 estados vistos por el visitante (29 transiciones), pero como se dijo anteriormente sólo se realizó el análisis hasta el número de 13 transiciones, debido a que no es necesario realizar el análisis hasta el número de 29 transiciones ya que después del salto número 14 se observa que el estado absorbente “OUT” toma una probabilidad de aproximadamente 75 %, lo que indica que después del salto número 14 el visitante tiende a salir de la Sala 1. De esta manera se puede decir que la probabilidad de estar en el estado OUT se incrementa a medida que aumenta el número de saltos n , indicando que por el análisis de Cadenas de Markov el estado “OUT” tendría una probabilidad del 100 % en el salto número 29.
- De acuerdo a la tabla 6.3 (Probabilidades iniciales), se puede analizar que los tres primeros objetos que tienen mayor probabilidad de ser vistos como primera opción en la Sala 1 son el Objeto con Id 1 (12,9 %), 16 (9,7 %) y 26 (9,7 %), que corresponden a los Objetos Florero y Armario Joyero, Lámpara Francesa y Biblioteca respectivamente.
- De acuerdo al análisis de los patrones de movilidad de las secuencias se puede observar que la secuencia que más se realizó dentro de la Sala 1 es aquella que tiene un número de 9 saltos. Con lo que se puede analizar que los visitantes tienden a realizar un recorrido de aproximadamente 9 Objetos de Museo que más le llamaron la atención. Otras secuencias que tuvieron un número de saltos significativos fueron n igual a 10 y 12. Por lo tanto, la secuencia que un visitante podría realizar dentro de la Sala 1 varía entre un número de 9

y 12 saltos. Este número de saltos está condicionado al límite de tiempo que tenían los visitantes para hacer el recorrido en la Sala 1.

- Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen de ser vistos después de un período del período inicial son: el objeto con Id 3 (Mesas de Madera y oleografías), el objeto con Id 17 (Arquilla Bargueño) y el objeto con Id 1 (Florero y armario joyero). Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de dos períodos del período inicial son: el objeto con Id 7 (Cuadro Familia Mosquera), el objeto con Id 22 (Busto de mármol) y el objeto con Id 17 (Arquilla Bargueño). Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de tres períodos del período inicial son: el objeto con Id 7 (Cuadro Familia Mosquera), el objeto con Id 22 (Busto de mármol) y el objeto con Id 17 (Arquilla Bargueño). Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de cuatro períodos del período inicial son el objeto con Id 22 (Busto de mármol), el objeto con Id 7 (Cuadro Familia Mosquera) y el objeto con Id 8 (Uniforme Diplomático). Los Objetos que mayor probabilidad tienen después de cinco, seis, y siete períodos del período inicial son el objeto con Id 7 (Cuadro Familia Mosquera) y el objeto con Id 22 (Busto de mármol). Hasta los períodos ocho y nueve el Objeto que sobresale es el Objeto con Id 22 (Busto de mármol). Por lo tanto se puede concluir que los Objetos que mayor probabilidad tienen de ser vistos son el el objeto con Id 7 y el objeto con Id 22, estos objetos se convierten en los objetos que mayor atención y curiosidad se presentan a los visitantes. Además se debe tener en cuenta, que estos Objetos presentaban su información a través de un video, por lo cual se puede analizar que la mayoría de los visitantes prefieren escuchar y ver un video ilustrativo a tener que leer la información en el dispositivo móvil.
- De acuerdo a los datos obtenidos, se puede analizar que los Objetos menos vistos son: el objeto con Id 5 (Juana Florez), el objeto con Id 10 (Espejo), el objeto con Id 19 (Retratos de Don Joaquín Mosquera) y el objeto con Id 27 (Lámpara).

6.4. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 2

Por limitaciones del documento, esta sección se encuentra en el anexo B sección B.1

6.4.1. Conclusiones Cadenas de Markov en la Sala 2

A partir del desarrollo de la experiencia y del análisis de la información recolectada haciendo uso de Cadenas de Markov se puede concluir:

- Es posible modelar el movimiento del visitante en la Sala 2 de la Casa Museo Mosquera a través del análisis de Cadenas de Markov gracias a la validación del modelo realizado por el Chi Cuadrado o Bondad de Ajuste, que determinó la relación existente entre el paso de un estado a otro, refiriéndose a estados en este proyecto a los diferentes Objetos de Museo vinculados a las experiencias realizadas. Se observa como la probabilidad del

estado absorbente “OUT” que representa la salida del espacio de estados S empieza a incrementarse a medida que la secuencia de movimientos aumenta, para este análisis se presenta un máximo de 16 estados vistos por el visitante (17 transiciones), pero como se dijo anteriormente sólo se realizó el análisis hasta el número de 10 transiciones, debido a que no es necesario realizar el análisis hasta el número de 16 transiciones ya que después del salto número 11 se observa que el estado absorbente “OUT” toma una probabilidad de aproximadamente 80 %, lo que indica que después del salto número 11 el visitante tiende a salir de la Sala 2. De esta manera se puede decir que la probabilidad de estar en el estado OUT se incrementa a medida que aumenta el número de saltos n , indicando que por el análisis de Cadenas de Markov el estado OUT tendría una probabilidad del 100 % en el salto número 16.

- De acuerdo a la tabla B.3 (Probabilidades iniciales), se puede analizar que los dos primeros objetos que tienen mayor probabilidad de ser vistos como primera opción en la Sala 2 son el Objeto con Id 49 (36,7 %) y el objeto con Id 39 (16,7 %), que corresponden a los Objetos Cuadros Religiosos y Altar de Campana.
- De acuerdo al análisis de los patrones de movilidad de las secuencias se puede observar que la secuencia que más se realizó dentro de la Sala 2 es aquella que tiene un número de 8 saltos. Con lo que se puede analizar que los visitantes tienden a realizar un recorrido de aproximadamente 8 Objetos de Museo que más le llamaron la atención. Otra secuencia que obtuvo un número de saltos significativos fue n igual a 7. Por lo tanto, la secuencia que un visitante podría realizar dentro de la Sala 2 varía entre un número de saltos de 7 y 8 Objetos. Este número de saltos está condicionado al límite de tiempo que tenían los visitantes para hacer el recorrido en la Sala 2.
- Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de un período del período inicial son: el objeto con Id 50 (Memorial), el objeto con Id 52 (Cilicios) y el objeto con Id 49 (Cuadros Religiosos). Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de dos períodos del período inicial son: el objeto con Id 52 (Cilicios), el objeto con Id 43 (Objetos de Abogado Arzobispo) y el objeto con Id 53 (Missale, Copa y Escudo del Arzobispo). Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de tres períodos del período inicial son: el Objeto con Id 52 (Cilicios), el Objeto con Id 55 (Sotanas del Arzobispo) y 43 (Objetos de Abogado Arzobispo). Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de cuatro períodos del período inicial son: el Objeto con Id 52 (Cilicios), 43 (Objetos de Abogado Arzobispo) y el Objeto con Id 45 (La inmaculada y el Reclinatorio). Los Objetos que mayor probabilidad tienen después de cinco períodos del período inicial son el Objeto con Id 43 (Objetos de Abogado Arzobispo) y el Objeto con Id 45 (La inmaculada y el Reclinatorio). El Objeto que mayor probabilidad tiene después de seis períodos del período inicial es: el Objeto con Id 45 (La inmaculada y el Reclinatorio). Por lo tanto se puede concluir que los Objetos que mayor probabilidad tienen de ser vistos son el Objeto con Id 52 y el Objeto con Id 43, estos objetos se convierten en los objetos que tienen mayor atención y curiosidad por parte de los visitantes. Además se debe tener

en cuenta, que uno de estos Objetos presenta su información a través de un video, por lo cual se puede analizar que la mayoría de los visitantes prefieren escuchar y ver un video ilustrativo a tener que leer la información en el dispositivo móvil.

- De acuerdo a los datos obtenidos, se puede analizar que los Objetos menos vistos en la Sala 2 son: el Objeto con Id 36 (Retrato del Arzobispo), el Objeto con Id 37 (Auténtica Manuscrita), el Objeto con Id 49 (Cuadros Religiosos).

6.5. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 3

Por limitaciones del documento, esta sección se encuentra en el anexo B sección B.2

6.5.1. Conclusiones Cadenas de Markov en la Sala 3

A partir del desarrollo de la experiencia y del análisis de la información recolectada haciendo uso de Cadenas de Markov se puede concluir:

- Es posible modelar el movimiento del visitante en la Sala 3 de la Casa Museo Mosquera a través del análisis de Cadenas de Markov gracias a la validación del modelo realizado por el Chi Cuadrado o Bondad de Ajuste, que determinó la relación existente entre el paso de un estado a otro, refiriéndose a estados en este proyecto a los diferentes Objetos de Museo vinculados a las experiencias realizadas. Se observa como la probabilidad del estado absorbente “OUT” que representa la salida del espacio de estados S empieza a incrementarse a medida que la secuencia de movimientos aumenta, para este análisis se presenta un máximo de 25 estados vistos por el visitante (25 transiciones), pero como se dijo anteriormente sólo se realizó el análisis hasta el número de 10 transiciones, debido a que no es necesario realizar el análisis hasta el número de 25 transiciones ya que después del salto número 11 se observa que el estado absorbente “OUT” toma una probabilidad de aproximadamente 70 %, lo que indica que después del salto número 11 el visitante tiende a salir de la Sala 3. De esta manera se puede decir que la probabilidad de estar en el estado OUT se incrementa a medida que aumenta el número de saltos n , indicando que por el análisis de Cadenas de Markov el estado OUT tendría una probabilidad del 100 % en el salto número 25.
- De acuerdo a la tabla B.37 (Probabilidades iniciales), se puede analizar que los dos primeros objetos que tienen mayor probabilidad de ser vistos como primera opción en la Sala 3 son el Objeto con Id 63 (21,2 %), el Objeto con Id 73 (21,2 %) y el Objeto con Id 64 (12,1 %), que corresponden a los Objetos Atuendo Completo del General, Silla Montura Militar y Uniforme de Diplomático.
- De acuerdo al análisis de los patrones de movilidad de las secuencias se puede observar que la secuencia que más se realizó dentro de la Sala 3 es aquella que tiene un número de 7 saltos. Con lo que se puede analizar que los visitantes tienden a realizar un recorrido de

aproximadamente 7 Objetos de Museo que más le llamaron la atención. Otras secuencias que tuvieron un número de saltos significativos fueron n igual a 9, 11 y 12. Por lo tanto, la secuencia que un visitante podría realizar dentro de la Sala 3 varía entre un número de saltos de 7 y 12 Objetos. Este número de saltos está condicionado al límite de tiempo que tenían los visitantes para hacer el recorrido en la Sala 3.

- Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de un período del período inicial son: el Objeto con Id 65 (Urna donde reposa el corazón del General), el Objeto con Id 73 (Silla Montura Militar y Estribos) y el Objeto con Id 71 (Escritorio Boulle y Coffre). Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de dos períodos del período inicial son: el Objeto con Id 73 (Silla Montura Militar y Estribos), el Objeto con Id 66 (Caja de Matemáticas y Utensilios de Matemáticas) y el Objeto con Id 78 (Medalla de Guaspud). Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de tres períodos del período inicial son: el Objeto con Id 66 (Caja de Matemáticas y Utensilios de Matemáticas), el Objeto con Id 73 (Silla Montura Militar y Estribos) y el Objeto con Id 78 (Medalla de Guaspud). El Objeto que mayor probabilidad tiene después de cuatro, cinco, seis, siete, ocho y nueve períodos del período inicial es 66 (Caja de Matemáticas y Utensilios de Matemáticas). Por lo tanto se puede concluir que los Objetos que mayor probabilidad tienen de ser vistos son el el Objeto con Id 66, el Objeto con Id 73 y el Objeto con Id 78, estos objetos se convierten en los objetos que tienen mayor atención y curiosidad por parte de los visitantes.
- De acuerdo a los datos obtenidos, se puede analizar que los Objetos menos vistos en la Sala 3 son: el Objeto con Id 76 (Banda de la Legión Francesa), el Objeto con Id 79 (Gorra de Seda), el Objeto con Id 80 (Retrato de Don Manuel María Mosquera).

6.6. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 4

Por limitaciones del documento, esta sección se encuentra en el anexo B sección B.3

6.6.1. Conclusiones Cadenas de Markov en la Sala 4

A partir del desarrollo de la experiencia y del análisis de la información recolectada haciendo uso de Cadenas de Markov se puede concluir:

- Es posible modelar el movimiento del visitante en la Sala 4 de la Casa Museo Mosquera a través del análisis de Cadenas de Markov gracias a la validación del modelo realizado por el Chi Cuadrado o Bondad de Ajuste, que determinó la relación existente entre el paso de un estado a otro, refiriéndose a estados en este proyecto a los diferentes Objetos de Museo vinculados a las experiencias realizadas.
- Se observa como la probabilidad del estado absorbente “OUT” que representa la salida del espacio de estados S empieza a incrementarse a medida que la secuencia de movimientos

aumenta, para este análisis se presenta un máximo de 17 estados vistos por el visitante (17 transiciones), pero como se dijo anteriormente sólo se realizó el análisis hasta el número de 10 transiciones, debido a que no es necesario realizar el análisis hasta el número de 17 transiciones ya que después del salto número 11 se observa que el estado absorbente “OUT” toma una probabilidad de aproximadamente 85 %, lo que indica que después del salto número 14 el visitante tiende a salir de la Sala 4. De esta manera se puede decir que la probabilidad de estar en el estado “OUT” se incrementa a medida que aumenta el número de saltos n , indicando que por el análisis de Cadenas de Markov el estado “OUT” tendría una probabilidad del 100 % en el salto número 17.

- De acuerdo a la tabla B.76 (Probabilidades iniciales), se puede analizar que los dos primeros objetos que tienen mayor probabilidad de ser vistos como primera opción en la Sala 4 son: el Objeto con Id 85 (22,6 %), el Objeto con Id 88 (9,7 %), el Objeto con Id 101 (9,7 %), el Objeto con Id 102 (9,7 %) y el Objeto con Id 104 (9,7 %), que corresponden a los Objetos Cuadro Simón Bolívar, Oleo de José Hilario López, Cuadro del Maestro Don Alonso, Documentos de Carlos Albán y Banda y Bastón.
- De acuerdo al análisis de los patrones de movilidad de las secuencias se puede observar que la secuencia que más se realizó dentro de la Sala 4 es aquella que tiene un número de 7 saltos. Con lo que se puede analizar que los visitantes tienden a realizar un recorrido de aproximadamente 7 Objetos de Museo que más le llamaron la atención. Otras secuencias que tuvieron un número de saltos significativos fueron n igual a 5, 6 y 8. Por lo tanto, la secuencia que un visitante podría realizar dentro de la Sala 4 varía entre un número de saltos de 5 y 8 Objetos. Este número de saltos está condicionado al límite de tiempo que tenían los visitantes para hacer el recorrido en la Sala 4.
- Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de un período del período inicial son: el Objeto con Id 105 (Pantalones de Paño y Seda), el Objeto con Id 92 (Caja de Pistolas Inglesas) y el Objeto con Id 88 (Oleo de José Hilario López). Los tres Objetos que mayor probabilidad tienen después de dos períodos del período inicial son: el Objeto con Id 90 (Reflexiones sobre el Delito, Sello de Cobre, Retrato de Doña Cornelia, Fotografía de Licenia Cajiao y Sombrero del General Obando), el Objeto con Id 91 (Uniforme de Gala) y el Objeto con Id 92 (Caja de Pistolas Inglesas). Los dos Objetos que mayor probabilidad tienen después de tres períodos del período inicial son: el Objeto con Id 92 (Caja de Pistolas Inglesas) y el Objeto con Id 91 (Uniforme de Gala). Los dos Objetos que mayor probabilidad tiene después de cuatro períodos del período inicial son: el Objeto con Id 92 (Caja de Pistolas Inglesas) y el Objeto con Id 106 (Pesebre de 43 Figuras). El Objeto que mayor probabilidad tiene después de cinco períodos del período inicial es el Objeto con Id 92 (Caja de Pistolas Inglesas). Por lo tanto se puede concluir que los Objetos que mayor probabilidad tienen de ser vistos son el el Objeto con Id 92 y el Objeto con Id 91, por consecuente estos objetos se convierten en los objetos que tienen mayor atención y curiosidad por parte de los visitantes. Además se debe tener en cuenta, que uno de estos Objetos presenta su información a través de un video, por lo cual se puede analizar que la

mayoría de los visitantes prefieren escuchar y ver un video ilustrativo a tener que leer la información en el dispositivo móvil.

- De acuerdo a los datos obtenidos, se puede analizar que los Objetos menos vistos en la Sala 4 después de cuatro períodos aproximadamente son: el Objeto con Id 85 (Cuadro Simón Bolívar), el Objeto con Id 86 (Juego de Tacita, Platillo de Porcelana y Peinetón Conmemorativo) y el Objeto con Id 88 (Óleo de José Hilario López).

6.7. Conclusiones

- El modelamiento del movimiento de los visitantes en el museo a través de Cadenas de Markov permite determinar diferentes patrones de movilidad, realizando en este caso dos análisis que permiten calcular la probabilidad. En el primer caso permite calcular la probabilidad al tener diferentes tipos de secuencias de movimientos en los diferentes estados observados por los visitantes, para comparar de esta manera qué secuencia de recorrido presenta una mayor probabilidad. Y en el segundo caso permite calcular la probabilidad de estar en un estado S después de un número de saltos n sin que interese el lugar de donde parte el visitante.
- Es posible modelar el movimiento del visitante en la Casa Museo Mosquera a través del análisis de Cadenas de Markov gracias a la validación del modelo realizado por el Chi Cuadrado o Bondad de Ajuste, que determinó la relación existente entre el paso de un estado a otro, refiriéndose a estados en este proyecto a los diferentes Objetos de Museo vinculados a las experiencias realizadas.
- De acuerdo a las conclusiones del análisis en cada una de las salas del museo, se puede observar que los Objetos que mayor probabilidad tienen de ser vistos son aquellos que presentan una animación tipo video. Los Objetos que tienen menor probabilidad de ser vistos son aquellos que corresponden a retratos u óleos.
- Con la aplicación de Cadenas de Markov en un entorno de museo, se podrá modelar los movimientos de los visitantes dentro de un entorno de museo, para luego realizar predicciones futuras que puedan aportar una mejora en la experiencia de una visita al museo.

Capítulo 7

Conclusiones y Trabajo Futuro

7.1. Conclusiones por Capítulo

7.1.1. Conclusiones sobre el estado del arte

Retomando de la exploración del estado del arte como punto de partida de esta tesis y el proceso de conceptualización presentado, se puede concluir:

- La tecnología RFID tuvo un gran desarrollo en el contexto de museos especialmente en el año 2011 debido a que en este año la publicación de artículos relacionados con esta tecnología en contexto de museos se incrementó considerablemente.
- La tecnología NFC aplicada a contextos de museos se ha desarrollado de manera más acelerada desde los últimos años (2011, 2012 y 2013). Esto significa que esta tecnología es innovadora en un contexto de museo.
- Se puede observar que el modo de operación P2P de la tecnología NFC ha tenido un gran crecimiento en desarrollo e implementación en el último año (2013), esto significa que esta parte de la tecnología NFC está surgiendo en el mercado y que se está explorando escenarios alternativos en que se puede aplicar este modo de operación.
- A pesar de que la tecnología NFC está siendo implementada dentro de museos, su modo de operación P2P no ha sido involucrada hasta el momento en contexto de museos. Es por eso que se decide utilizar el modo de operación P2P para dar al usuario una mejor experiencia en una visita al museo.
- La tecnología NFC permite crear nuevos escenarios donde los usuarios pueden observar e interactuar con las actividades que se realizan diariamente en las vidas de las personas. Pagos, identificación de usuarios, marketing de proximidad y pases de abordaje son ejemplos de los múltiples escenarios donde la tecnología NFC brindaría todas sus características para mejorar la experiencia de los usuarios.

- El sistema operativo Android, además de representar una de las mayores tasas en ventas de teléfonos inteligentes en el mercado mundial, esto representa una plataforma objetivo amplia para el desarrollo de la tecnología NFC. Estas son algunas de las razones por la cual se escogió este sistema operativo para el desarrollo de la aplicación propuesta en el marco de esta investigación.
- De acuerdo con la Vigilancia Tecnológica desarrollada se puede observar que, en general, todos los trabajos encontrados son investigaciones que se han realizado en los últimos años. Esto significa que el desarrollo y el análisis de este trabajo de grado es innovador, ya que se está utilizando la tecnología NFC P2P en un contexto de museo.
- La mayoría de los trabajos y artículos encontrados se relacionan con las palabras clave RFID - Museum, por lo que esta tecnología ya ha sido más utilizada por ser la tecnología base de NFC. Como se puede ver reflejado en el número de trabajos encontrados relacionados con la tecnología NFC en contexto de museos, es menor que los trabajos que desarrollan e implementan RFID en museos, esto significa que NFC, y en especial su modo de operación P2P, no ha sido lo suficientemente explorada y por tal motivo se soporta la novedad de esta investigación.

7.1.2. Conclusiones sobre el modelo de intercambio de información NFC-P2P

De la construcción del modelo de referencia para el intercambio de información mediante la tecnología NFC en su modo de operación P2P, se puede concluir que:

- Existe un estudio muy bien fundamentado relacionado con los museos que permite entender y analizar como es el funcionamiento exacto para poder obtener los requerimientos iniciales para el desarrollo de la aplicación móvil dentro de un museo.
- Existen varios patrones de arquitectura para el diseño e implementación de un sistema con la tecnología RFID, que permiten tener una visión amplia para el patrón de arquitectura que mejor se adapte a las necesidades para el desarrollo del presente trabajo de grado.
- De acuerdo al estudio del funcionamiento de los museos, se puede analizar la forma en la que la tecnología NFC puede ser implementada dentro de ellos, así como la obtención de la información de los objetos y el intercambio de los recorridos entre usuarios que se comparten la información obtenida.
- En la arquitectura de Android, se puede decir que provee acceso a múltiples componentes hardware y software del dispositivo a través de librerías e interfaces de comunicación para crear aplicaciones centradas en la experiencia de usuario.
- Una de las ventajas del patrón de arquitectura cliente-servidor es que permite una centralización del control de los recursos, datos y accesos, además que también permite que toda la información que se encuentra almacenada en el lado del servidor generalmente tiene

mayor seguridad que si estuviera en el lado de los clientes. También provee una mayor facilidad de mantenimiento y actualización del lado del servidor.

7.1.3. Conclusiones sobre la implementación del modelo de intercambio de información NFC-P2P

De la implementación del modelo para el intercambio de información mediante la tecnología NFC en su modo de operación P2P, se puede concluir que:

- Se analizaron diferentes alternativas de implementación de la aplicación seleccionando las más adecuadas para las características de los museos de Popayán, apoyándose con los diagramas UML para analizar los requerimientos para poder implementar la aplicación móvil.
- Existen diferentes tipos de visitantes por lo que es importante hacer una categorización de ellos dentro de la aplicación.
- Se ha aportado un modelo de los mecanismos para implementar una aplicación móvil que permite el intercambio de información mediante la tecnología NFC en un contexto de museos.

7.1.4. Conclusiones sobre el caso de estudio

Se realizaron seis experiencias en la Casa Museo Mosquera de la Ciudad de Popayán, con docentes y estudiantes para evaluar el modelo de referencia del capítulo 3 y la herramienta de soporte del capítulo 4. Basado en el análisis descriptivo realizado a las experiencias, se puede concluir que:

- De acuerdo con este caso de estudio, es importante resaltar que es conveniente realizar la ejecución de las pruebas concepto, ya que gracias a estas se mejora notablemente la calidad de las siguientes experiencias, como por ejemplo realizar cambios o ajustes a la aplicación móvil tanto de lectura de etiquetas NFC como la del intercambio de información, realizar mejoras en el guión de la experiencia para evitar demoras o desorden en la ejecución de las mismas, mejorar la presentación de la información a los usuarios (Interfaz de usuario), ubicación y distribución de las etiquetas NFC en el museo, entre otras.
- Tomando los datos de información compartida de todas las experiencias realizadas, se puede concluir que los objetos que más se compartieron fueron:
 - En la Sala 1 fue el objeto 16 (Lámpara Francesa) con un máximo de 16 veces compartido.
 - En la Sala 2 fue el objeto 47 (Urna Devocional) con un máximo de 15 veces compartido.

- En la Sala 3 fueron el objeto 68 (Anteojos de Campaña y Porta-Anteojos), 71 (Escritorio Boulle y Cofre), 72 (Cabellos del General Mosquera, Cabellos de Joaquín Mosquera, Gorro del General Mosquera y Libro) y 82 (Libro) con un máximo de 13 veces compartido.
- En la Sala 4 fue el objeto 104 (Banda y Bastón) con un máximo de 13 veces compartido.
- Tomando los datos de información compartida de todas las experiencias realizadas, se puede concluir que los objetos que menos se compartieron fueron:
 - En la Sala 1 fue el objeto 9 (Armarios Consolas) con un número de 2 veces compartido.
 - En la Sala 2 fueron los objetos 36 (Retrato del Arzobispo) y 49 (Cuadros Religiosos La Virgen, San José y El Niño) con un número de 4 veces compartido.
 - En la Sala 3 fue el objeto 76 (Banda de la Legión Francesa) con un número de 5 veces compartido.
 - En la Sala 4 fue el objeto 93 (Óleo del General Obando) con un número de 2 veces compartido.
- Debido a la no homogeneidad de los grupos encuestados, se obtuvieron resultados diferentes a cada pregunta. Esto ayuda a mejorar la calidad de la aplicación móvil, la visualización de los objetos y la interacción, ya que se tienen diferentes puntos de vista.
- Entre el 80 % y 90 % de los participantes de 3 grupos (Grupo Patrimonio Cultural, Introducción a la Ingeniería I y II) encuentran intuitiva o muy intuitiva su interacción con la aplicación y los objetos. El 100 % de los participantes de los grupos (Grupo Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos y Grupo Expertos) encuentran intuitiva o muy intuitiva su interacción con la aplicación y los objetos.
- El 94 % de los participantes del Grupo Patrimonio Cultural encontraron que el intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es “intuitiva” o “muy intuitiva”. EL 75 % de los participantes de los grupos de Introducción a la Ingeniería II y Grupo Expertos encontraron que el intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es “intuitiva” o “muy intuitiva”. Por lo tanto se puede concluir que la experiencia de intercambio de información es aproximadamente 80 % intuitiva, exceptuando al grupo de Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos que presentó un porcentaje bajo debido a los inconvenientes de red que se presentaron el día de la experiencia. Por lo que se plantea como un punto de trabajo futuro, desarrollar un módulo de intercambio de información en modo Off-Line.
- Entre el 90 % y 100 % de los participantes de los grupos Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos, Introducción a la Ingeniería I y II les gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones. Por lo tanto, se puede concluir que la mayoría

de las personas encuestadas están dispuestas a utilizar este tipo de sistemas en diferentes contextos haciendo uso de la tecnología NFC.

- El grado de satisfacción generado por la experiencia oscila entre una puntuación de 8,1 y 8,7 para los participantes de los grupos de Patrimonio Cultural, Introducción a la Ingeniería I y II. Este grado de satisfacción es de 7.36 para el grupo de Desarrollo de aplicaciones para Sistemas Ubicuos. Con los datos obtenidos se puede observar que la experiencia para los participantes fue buena y satisfactoria.

7.1.5. Conclusiones sobre el análisis de Cadenas de Markov

De acuerdo a las seis experiencias realizadas en la Casa Museo Mosquera de la Ciudad de Popayán se obtiene un registro de los recorridos de los visitantes, los cuales son analizados mediante Cadenas de Markov. Basado en los resultados de los análisis se puede concluir que:

- El modelamiento del movimiento de los visitantes en el museo a través de Cadenas de Markov permite determinar diferentes patrones de movilidad, realizando en este caso dos análisis que permiten calcular la probabilidad. En el primer caso permite calcular la probabilidad al tener diferentes tipos de secuencias de movimientos en los diferentes estados observados por los visitantes, para comparar de esta manera qué secuencia de recorrido presenta una mayor probabilidad. y en el segundo caso permite calcular la probabilidad de estar en un estado S después de un número de saltos n sin que interese el lugar de donde parte el visitante.
- Es posible modelar el movimiento del visitante en la Casa Museo Mosquera a través del análisis de Cadenas de Markov gracias a la validación del modelo realizado por el Chi Cuadrado o Bondad de Ajuste, que determinó la relación existente entre el paso de un estado a otro, refiriéndose a estados en este proyecto a los diferentes Objetos de Museo vinculados a las experiencias realizadas.
- De acuerdo a las conclusiones de cada una de las salas del museo, se puede observar que los Objetos que mayor probabilidad tienen de ser vistos son aquellos que presentan una animación tipo video. Los Objetos que tienen menor probabilidad de ser vistos son aquellos que corresponden a retratos u óleos.
- Con la aplicación de Cadenas de Markov en un entorno de museo, se podrá modelar los movimientos de los visitantes dentro de un entorno de museo, para luego realizar predicciones futuras que puedan aportar una mejora en la experiencia de una visita al museo.

7.2. Conclusiones Generales

- De acuerdo al análisis de Vigilancia tecnológica desarrollada se puede concluir que aunque existen trabajos relacionados donde se utiliza la tecnología NFC en un entorno de

museo, no existen trabajos relacionados donde utilicen esta tecnología en su modo de operación P2P en un contexto de museo.

- De acuerdo al modelo de referencia donde se analiza el escenario de estudio, que corresponde a un contexto de museo, se pueden determinar unas opciones tecnológicas basadas en las arquitecturas explicadas en este documento que son relevantes para este trabajo de grado.
- Se busca la aceptación de la herramienta (interacción de la aplicación móvil de lectura de etiquetas NFC con los Objetos de Museo, la aplicación móvil que permite el intercambio de información, contenido digital de los Objetos de Museo) mediante las encuestas de satisfacción por parte de los visitantes, que de acuerdo a este trabajo corresponden a estudiantes y docentes de la Universidad del Cauca, y que de acuerdo al análisis del caso de estudio fue exitosa según los resultados ya desarrollados.
- Un análisis de Cadenas de Markov que ayuda a la administración de los museos, ya que brinda información de los objetos más vistos y más llamativos para poder realizar un estudio que permita atraer la atención de los visitantes, o realizar un análisis de mercadeo para vender muestras de lo más representativo del museo de acuerdo a los gustos de los visitantes ya estudiados. También permite crear planes de estrategias, de mejoramiento y de distribución en el museo para ubicar estratégicamente los objetos que sean más interesantes a la vista del visitante.

7.3. Aportes

7.3.1. Modelo de intercambio de información NFC-P2P

Retomando los aspectos más relevantes del modelo de intercambio de información propuesto, se tienen los siguientes aportes:

- Un modelo de referencia que permita mejorar la experiencia de una visita en un museo utilizando la tecnología NFC.
- Una descripción de los escenarios de interacción para modelar y asimilar los requerimientos para la construcción de un sistema, que para este proyecto es un sistema de intercambio de información en un contexto de museos.
- Una descripción y una definición de los diferentes patrones de arquitectura que ayudan a la organización estructural esencial para un sistema software, que consta de subsistemas, sus responsabilidades e interrelaciones.

7.3.2. Herramienta implementada para el modelo de intercambio de información NFC-P2P

Se ha aportado un conjunto de herramientas tecnológicas, desarrollados a partir del modelo de referencia, que incluye:

- Una descripción estándar del modelo de referencia utilizando el modelo 4+1 vistas (casos de uso, lógica, procesos, implementación y despliegue).
- Un módulo de la aplicación móvil para el Sistema Operativo Android que permite leer las etiquetas NFC en un contexto de museos, y que se conecta a un Web Service donde se almacena el recorrido de los visitantes.
- Un módulo de la aplicación móvil para el Sistema Operativo Android que hace uso de la tecnología NFC en su modo de operación P2P que permite el intercambio de información de los visitantes en un museo.
- Una aplicación móvil para el Sistema Operativo Android que integra los módulos de lectura de etiquetas NFC y el módulo de intercambio de información NFC-P2P.

7.3.3. Experiencias en un contexto de museo

Retomando los aspectos más relevantes del diseño y ejecución del conjunto de experiencias realizadas en un contexto de museo, se tienen los siguientes aportes:

- Una base de datos con el conjunto de experiencias desarrolladas en la Casa Museo Mosquera, usando la aplicación móvil “MuseosNF2P” para analizar usabilidad de la herramienta, la información compartida y el movimiento de recorridos de los visitantes generados en el museo.
- Desarrollo de contenido digital de cada uno de los Objetos de Museo encontrados en la Casa Museo Mosquera. Esta información comprende páginas HTML que muestra las fotos y la descripción del Objeto mediante una animación. Objetos estandarizados en formato SCORM para el proyecto PFMTIC del programa de profesional en turismo.
- Diseño detallado para la ejecución de las experiencias en la Casa Museo Mosquera.
- Un análisis de la información compartida entre los participantes de las experiencias.
- Un detallado análisis descriptivo de las encuestas de satisfacción que evalúa la aplicación móvil “MuseosNF2P”, encuestas realizadas en cada una de las experiencias en el museo.
- Un detallado análisis del recorrido de los visitantes en el museo, haciendo uso de Cadenas de Markov.

7.4. Lecciones Aprendidas

- Se observa la importancia de realizar un guión que permita mantener el orden a la hora de ejecutar las experiencias. Esto se evidenció en la segunda experiencia donde se observó que al no tener el guión la actividad se veía afectada negativamente.
- Debido a que existían diferentes tipos de animaciones (entre ellos videos), los participantes comentaban a sus compañeros cuáles Objetos contenían video, lo que influyó en los resultados de los análisis ya que se observó que los participantes se sentían atraídos a este tipo de animación.
- Se observó que en algunos casos la red de la Universidad del Cauca presentaba problemas de conectividad, por lo que se vio afectada la experiencia en los resultados, ya que algunos procesos como el intercambio de información requería de conexión Wi-Fi imposibilitando a los participantes realizar este proceso. Esto se ve reflejado en las encuestas de satisfacción.
- La tecnología NFC se encuentra en una fase de madurez, que permite tener herramientas y estándares estables para el desarrollo de aplicaciones, sin embargo, persisten algunas restricciones a la hora de implementar escenarios en materia de alcance, potencia de los móviles y soporte de antena interna. Esto se ve reflejado en que la Universidad del Cauca solo cuenta con 3 dispositivos móviles que soportan la tecnología NFC, siendo ésta una restricción para la ejecución de las experiencias dentro del museo.
- Existe una tendencia generalizada de parte de los estudiantes a aceptar positivamente este tipo de herramienta que implique una novedad en el proceso de realizar una visita en un museo, lo que nos indica que la inclusión permanente de elementos nuevos, es favorable para el desarrollo de experiencias en diferentes contextos.

7.5. Trabajos Futuros

- Realizar las experiencias utilizando únicamente un tipo de animación (Texto, Video, Avatares), para evitar preferencias entre los Objetos de Museo por parte de los visitantes.
- Se sugiere realizar el proceso de compartir la información de una forma en la que todos los participantes intercambien su información con todos.
- Evaluar la aplicación “MuseosNFCP2P” para los visitantes tipo Turistas y Anónimos, y realizar su respectivo análisis.
- Se sugiere realizar este escenario en diferentes museos de la Ciudad de Popayán, y comparar los resultados entre ellos mismos.

- Desarrollar diferentes tipos de animaciones para analizar cuáles presentan una mayor preferencia por parte del visitante, y de esta forma identificar los gustos para implementarlos dentro de los museos.
- Evitar comentarios entre los participantes durante la ejecución de la actividad para evitar contaminar la experiencia.
- Implementar la aplicación en su módulo de lectura de etiquetas NFC y su módulo de intercambio de información Off-Line para evitar problemas de conexión.
- Implementar la aplicación móvil, ejecutar las experiencias y realizar su respectivo análisis de este tipo de sistema en diferentes contextos.

Bibliografía

- [1] P. Dobrigkeit, T. Flach, P. Faymonville, and J. Mueller, “Exchange of contact data between mobile phones using nfcip,” in *RFID Systems and Technologies (RFID SysTech), 2008 4th European Workshop on*, pp. 1–9, June 2008.
- [2] P. Harrop, R. Das, and G. Holland, “Near field communication nfc 2014-2024.” <http://www.idtechex.com/research/reports/near-field-communication-nfc-2014-2024-000363.asp>. [Online]. Available. [Accessed: Nov 3, 2013].
- [3] M. Eastman, “Android sigue siendo el líder en teléfonos inteligentes.” http://www.radiomunera.com/contenidos/contenidos/android_sigue_siendo_el_lider_en_telefonos_inteligentes.php. [Online]. Available. [Accessed: Jul 10, 2013].
- [4] “Android kitkat.” <http://developer.android.com/intl/es/about/versions/kitkat.html>. [Online]. Available. [Accessed: 8 Nov, 2013].
- [5] R. Hawkey, “Learning with digital technologies in museums, science centres and galleries.” <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00190496/en/>; <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/04/96/PDF/hawkey-r-2004-r9.pdf>, Nov. 23 2007.
- [6] C. Serrano, *Modelo Integral para el Profesional en Ingenieria*, ch. Modelo para la Construcción de Soluciones, pp. 1–11. Universidad del Cauca, 3 ed., 2008.
- [7] G. F. Talavera, “Estado del arte.” <http://formandoinvestigadores-gft.blogspot.com/2011/01/estado-del-arte.html>. [Online]. Available. [Accessed: 10 Feb, 2014].
- [8] “Estado del arte.” http://docencia.udea.edu.co/bibliotecologia/seminario-estudios-usuario/unidad4/estado_arte.html. [Online]. Available. [Accessed: 10 Feb, 2014].

- [9] C. Vergara, "Matheo software." http://www.cde.es/es/inteligencia_competitiva/software_para_la_vt_ic/matheo_software/. [Online]. Available. [Accessed: 10 Feb, 2014].
- [10] Gustavo-Ramírez, *Evaluación de introducción de Internet de Objetos en espacios de aprendizaje*. Tesis doctoral, Universidad Carlos III de Madrid, 2010. Departamento de Ingeniería Telemática, Leganés, España.
- [11] Catalina-Córdoba, Marlon-Burbano, Héctor-Lame, Manuel-Salazar, Gustavo-Ramírez, Mario-Solarte, and Oriel-Herrera, "Valoración de sistemas ubicuos basados en e-campus y near field communication en un ambiente universitario," *Sistemas & Telemática*, vol. 11, no. 27, 2013.
- [12] Intermec, "Conceptos básicos de rfid: Conocimiento y uso de la identificación por radiofrecuencia." http://www.intermec.com/public-files/white-papers/mx/wpABC_MX.pdf. [Online]. Available. [Accessed: Nov 3, 2013].
- [13] K. Finkenzerler, *RFID handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards and identification*. pub-WILEY:adr: John Wiley and Sons, third ed., 2010.
- [14] S. Ortiz, "Near field communication." <http://www.jeuazarro.com/docs/NFC.pdf>. [Online]. Available. [Accessed: Nov 3, 2013].
- [15] G. Chavira, S. W. Nava, R. Hervás, J. Bravo, and C. Sánchez, "Localización e identificación: Una combinación rfid-nfc."
- [16] M. P. na, "Nfc y sus principales usos." <http://www.nts-solutions.com/news/47.pdf>. [Online]. Available. [Accessed: Nov 3, 2013].
- [17] A. Campa, "Desarrollo de una aplicación de pago a través de la tecnología nfc.," 2011.
- [18] Inteco, "La tecnología nfc: Aplicaciones y gestión de seguridad."
- [19] M. Kerschberger, "Near field communication. a survey of safety and security measures.." https://www.auto.tuwien.ac.at/bib/pdf_TR/TR0156.pdf, July 2011. [Online]. Available. [Accessed: Nov 3, 2013].
- [20] D. F. Veloz, "diseño e implementación de un prototipo para el control de acceso de personas aplicando la tecnología nfc por medio del uso de teléfonos celulares compatibles con esta tecnología.." <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2227/1/CD-2970.pdf>, 2010. [Online]. Available. [Accessed: Nov 3, 2013].
- [21] A. A. nana, E. Cardona, and D. Ferrer, "Nfc." http://histinf.blogs.upv.es/files/2012/11/HDI-Trabajo_NFC.pdf. [Online]. Available. [Accessed: Nov 3, 2013].

- [22] NFC-Forum, “Nfc data exchange format (ndef).” <http://www.eet-china.com/ARTICLES/2006AUG/PDF/NFCForum-TS-NDEF.pdf?SOURCES=DOWNLOAD>. [Online]. Available. [Accessed: Nov 3, 2013].
- [23] D. Chavarría, “Tecnología de comunicación de campo cercano (nfc) y sus aplicaciones.” http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2011/pb2011_012.pdf. [Online]. Available. [Accessed: Nov 3, 2013].
- [24] E. Desai and G. Shajan, “A review on the operating modes of near field communication,” *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, vol. 2, December 2012. [Online]. Available. [Accessed: Nov 3, 2013].
- [25] J. Hillan, “Specifications to build solutions and ensure the global interoperability of nfc.” http://members.nfc-forum.org/resources/presentations/IE_presentation_NFC_Forum_John_Hillan_final.pdf. [Online]. Available. [Accessed: Jul 15, 2013].
- [26] F. Graeber, “Nfc is the double click in the internet of the things.,” 2007. 3rd European Workshop on RFID Systems and Technologies.
- [27] F. Cristina, S. Dapoto, and F. Tinetti, “Android: Definiciones básicas y desarrollo de aplicaciones.” <http://ftinetti.zxq.net/reptec/AndroidDocumentation-v1.pdf>. [Online]. Available. [Accessed: Jul 15, 2013].
- [28] W. B. Ashton, “Keeping abreast of science and technology: technical intelligence for business,” 1997.
- [29] Francisco-Martínez, Gustavo-Ramírez, and Angela-Chantre, “Modelo conceptual para el despliegue de publicidad en entornos de computación ubicua soportado en un esquema de cooperación smart tv - smartphone.”
- [30] “Matheo analyzer.” <http://www.matheo-software.com/es/productos/matheo-analyzer.html>. [Online]. Available.
- [31] P. Jimenez and L. Lyons, “Studying different methods of providing input to collaborative interactive museum exhibit using mobile devices,” in *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education (WMUTE), 2010 6th IEEE International Conference on*, pp. 225–227, April 2010.
- [32] S.-H. Wu, M.-X. Li, P. che Yang, and T. Ku, “Ubiquitous wikipedia on handheld device for mobile learning,” in *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education (WMUTE), 2010 6th IEEE International Conference on*, pp. 228–230, April 2010.

- [33] A. Haneef and A. Ganz, "Mobile agent based network access for mobile electronic guide-books," in *Mobility and Wireless Access Workshop, 2002. MobiWac 2002. International*, pp. 22–25, Oct 2002.
- [34] O. Hammadi, A. Hebsi, M. Zemerly, and J. Ng, "Indoor localization and guidance using portable smartphones," in *Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), 2012 IEEE/WIC/ACM International Conferences on*, vol. 3, pp. 337–341, Dec 2012.
- [35] U. Ceipidor, C. Medaglia, V. Volpi, A. Moroni, S. Sposato, M. Carboni, and A. Caridi, "Nfc technology applied to touristic-cultural field: A case study on an italian museum," in *Near Field Communication (NFC), 2013 5th International Workshop on*, pp. 1–6, Feb 2013.
- [36] A. Fevgas, P. Tsompanopoulou, and P. Bozanis, "imuse mobile tour: A personalized multimedia museum guide opens to groups," in *Computers and Communications (ISCC), 2011 IEEE Symposium on*, pp. 971–975, June 2011.
- [37] A. Mody, M. Akram, K. Rony, M. Aman, and R. Kamoua, "Enhancing user experience at museums using smart phones with rfid," in *Systems, Applications and Technology Conference, 2009. LISAT '09. IEEE Long Island*, pp. 1–5, May 2009.
- [38] R. Tesoriero, J. Gallud, M. Lozano, and V. M. R. Penichet, "A location-aware system using rfid and mobile devices for art museums," in *Autonomic and Autonomous Systems, 2008. ICAS 2008. Fourth International Conference on*, pp. 76–81, March 2008.
- [39] P. Dobrigkeit, T. Flach, P. Faymonville, and J. Mueller, "Exchange of contact data between mobile phones using nfcip," in *RFID Systems and Technologies (RFID SysTech), 2008 4th European Workshop on*, pp. 1–9, June 2008.
- [40] H. Chao-Hsi and C. Shao-Liang, "Study on the feasibility of nfc p2p communication for nursing care daily work," *Journal of Computers*, vol. 24, July 2013. [Online]. Available. [Accessed: Jul 15, 2013].
- [41] F. Hernández, "Evolución del concepto de museo.," *Revista General de Información y Documentación*, vol. 2, no. 1, 1992.
- [42] B. L. Murphy, "La definición del museo.," http://icom.museum/fileadmin/user_upload/pdf/ICOM_News/2004-2/SPA/p3_2004-2.pdf. [Online]. Available. [Accessed: Mar 13, 2014].
- [43] J. García, G. Fraga, G. Rodríguez, C. Perera, D. González, and C. Oliva, "Manual sobre el trabajo técnico de los museos adscritos al consejo nacional de patrimonio cultural." http://www.cnpc.cult.cu/Portada/Manual_de_museos.pdf. [Online]. Available. [Accessed: Mar 13, 2014].

- [44] P. Restrepo and A. Carrizosa, "Manual básico de montaje museográfico." División de museografía Museo Nacional de Colombia.
- [45] A. Desvallées and F. Mairesse, "Conceptos claves de museología," *ICOM International Committee for Museology (ICOFOM)*, 2010. [Online]. Available. [Accessed: Mar 13, 2014].
- [46] M. Sagüés, *La difusión cultural en el museo: servicios destinados al gran público*. Biblioteconomía y administración cultural, Trea, 1999.
- [47] M. Dujovne, S. Calvo, and V. Staffora, "Ir al museo: notas para docentes," *Unidad de Recursos Didácticos*, 2001.
- [48] L. Bass, P. Clements, and R. Kazman, *The Architecture Business Cycle*. SEI series in software engineering, Addison-Wesley, 2 ed., 2003.
- [49] B. Charrat, "Debunking nfc peer-2-peer myths."
- [50] "Android architecture the key concepts of android os." <http://www.android-app-market.com/android-architecture.html>. [Online]. Available. [Accessed: Mar 13, 2014].
- [51] J. Ticay, "La arquitectura de android." <http://catedratelefonica.ulpgc.es/blog/arucas/2012/10/18/la-arquitectura-de-android/>. [Online]. Available. [Accessed: Mar 13, 2014].
- [52] L. Cancela and S. Ostos, "Arquitectura android." <https://sites.google.com/site/swcuc3m/home/android/generalidades/2-2-arquitectura-de-android>. [Online]. Available. [Accessed: Mar 13, 2014].
- [53] L. Bass, P. Clements, and R. Kazman, *Creating an Architecture*. SEI series in software engineering, Addison-Wesley, 2 ed., 2003.
- [54] M. Simatic, "Choosing the right rfid-based architectural pattern," 2013-06-05.
- [55] A. Johnson, O. Ryaboy, K. Suen, K. Traub, H. Barthel, L. Burstein, J. Garrett, B. Hogan, S. Sarma, J. Schmidt, P. Dietrich, J. Duker, and J. Williams, "The epcglobal architecture framework," *EPCglobal Ratified specification*, 2007.
- [56] M. Simatic, "RFID-based distributed memory for mobile applications," in *MobiCASE* (T. Phan, R. Montanari, and P. Zerfos, eds.), vol. 35 of *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, pp. 172–189, Springer, 2009.

- [57] A. Jimenez, “Paradigma cliente-servidor.” <http://teoriapa1112.blogspot.com/2011/10/paradigma-cliente-servidor.html>. [Online]. Available. [Accessed: Mar 13, 2014].
- [58] H. Ramírez, J. Hodgson, A. Reyes, A. Coleman, and T. Sequeira, “Arquitectura cliente/servidor.” <http://www.slideshare.net/NoeGonzalezMendoza/arquitectura-cliente-servidor>, 2010. [Online]. Available. [Accessed: Mar 13, 2014].
- [59] R. Miles and K. Hamilton, *Learning UML 2.0*, ch. Introduction, pp. 13–15. O’Reilly, 2006.
- [60] P. Kruchten, *The 4+1 View Model of Architecture*. IEEE Software, 1995.
- [61] S. S. Jadhav and B. S. Ainapure, “Use case model,” in *Object Oriented Modeling & Design*, pp. 5–35, Technical Publications Pune, 2008.
- [62] K. Alegría and J. Puyo, “Integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma sakai a través de dispositivos móviles android con soporte nfc.”
- [63] E. Puybaret, “Herramienta sweet home 3d.” <http://www.sweethome3d.com/es/>. [Online]. Available. [Accessed: Nov 3, 2013].
- [64] T. Kosse, “software filezilla.” <https://filezilla-project.org/index.php>. [Online]. Available. [Accessed: Oct, 2013].
- [65] N. Gitelman, “Para qué sirve un estudio de satisfacción de clientes.” <http://evaluandoerp.blogspot.com/2009/09/para-que-sirve-un-estudio-de.html>. [Online]. Available. [Accessed: Mar 5, 2014].
- [66] B. Escalante, “Procesos estocásticos.” <http://verona.fi-p.unam.mx/boris/teachingnotes/estocasticos.pdf>. [Online]. Available. [Accessed: Mar 5, 2014].
- [67] C. Aldapa, “Procesos estocásticos.” <http://es.scribd.com/doc/226849060/Procesos-estocasticos>. [Online]. Available. [Accessed: Mar 5, 2014].
- [68] J. Mascareñas, “Procesos estocásticos: introducción,” 2007.
- [69] “Andrei markov andreevich.” <http://cadenasdemarkov4parte.blogspot.com/p/andrei-markov.html>. [Online]. Available. [Accessed: Mar 5, 2014].
- [70] R. Rodarte, “Cadenas de markov.” http://www.academia.edu/2614557/Cadenas_de_Markov_en_construccion_. [Online]. Available. [Accessed: Mar 5, 2014].

- [71] G. Pérez, “Herramientas de segmentación y evaluación de series temporales basadas en modelos ocultos de markov,” 2010. [Online]. Available. [Accessed: Mar 5, 2014].
- [72] L.Martinez and J.Chamizo, “Propuesta y evaluación para captura y representación de información espacio temporal a manera de huella digital, para el sistema piloto de trazabilidad turística.” Trabajo de grado en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Universidad del Cauca. 2012.
- [73] J. Xia, P. Zeephongsekul, and C. Arrowsmith, “Modelling spatio-temporal movement of tourists using finite markov chains,” *Mathematics and Computers in Simulation*, vol. 79, no. 5, pp. 1544 – 1553, 2009.
- [74] A.Chantre, “Metodología de trazabilidad para la captura de información del perfil del turista.” Universidad Rey Juan Carlos, 2011. Versión preliminar Tesis de Doctorado.
- [75] M. Diener-West and J. Hopkins, “Use of the chi-square statistic.” <http://ocw.jhsph.edu/courses/fundepiii/PDFs/Lecture17.pdf>. [Online]. Available. [Accessed: Mar 5, 2014].
- [76] D. Soper, “software critical chi-square value calculator.” <http://www.danielsoper.com/statcalc3/calc.aspx?id=12>. [Online]. Available. [Accessed: Mar 5, 2014].
- [77] IBM, “software ibm spss statistics.” <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/products/statistics/>. [Online]. Available. [Accessed: Mar 5, 2014].

Integración de información compartida entre dispositivos móviles Android mediante mecanismos P2P-NFC en un contexto de museo



Universidad
del Cauca

Anexos

Victoria Cháves Peña

Carlos Esteban Cabrera Sanzón

Director: PhD. Ing. Gustavo Adolfo Ramírez González

CoDirector: Mag. A.E. Ángela Rocío Chantre Astaíza

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Departamento de Telemática

Línea de Investigación en Servicios Avanzados en Telecomunicaciones

Popayán, Septiembre de 2014

Anexos

Anexo A

Análisis del Caso de Estudio

A.1. Tercera experiencia: Grupo Patrimonio Cultural

La tercera experiencia fue realizada el día 12 de Diciembre de 2013. Para esta ocasión asistió el grupo de Patrimonio cultural del Programa de Turismo de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas de la Universidad del Cauca, curso dictado por la Profesora Ángela Chantre. El equipo de trabajo a cargo de la ejecución de esta actividad está conformado por los autores de esta investigación y compartido el caso de estudio con [62], y acompañando la experiencia la Ingeniera Catalina Córdoba.

Para esta ocasión, las salas de exposición se dividen en dos secciones, siendo la sección A las salas 1 y 2 y la sección B las salas 3 y 4 como se muestra en la figura A.1.

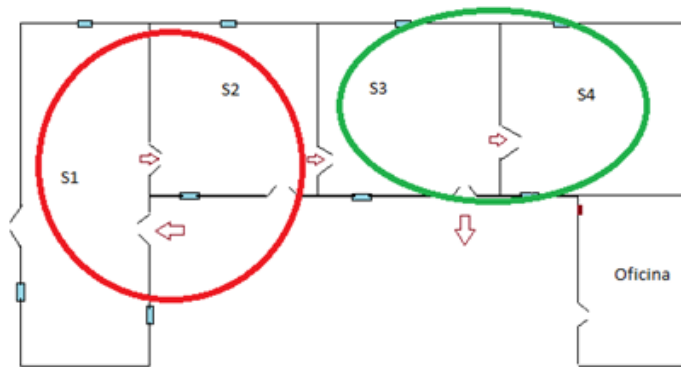


Figura A.1: Distribución de las salas para interacción de los usuarios. Fuente propia

Asistieron 37 estudiantes del grupo de patrimonio cultural, el grupo se dividió en dos, uno de 18 y otro de 19 estudiantes para realizar el recorrido como se tenía planeado en el guión de esta experiencia. El primer grupo realizó la actividad de la siguiente forma: Una vez llegaron los

estudiantes al museo, se les dió una introducción breve a la historia y nombre de la edificación en la que se encontraban, acto seguido fueron llevados a la zona de Test para realizar los preTest que abarca todos los temas que se tratan dentro de las salas del museo. Para este primer grupo la interacción con las piezas de las salas de la sección A se realizó en compañía del Guía del museo, quien entregó a los alumnos la información de los objetos. Al terminar el recorrido de la sección A los estudiantes fueron nuevamente llevados a la zona de Test para realizar el posTest, con preguntas sobre los temas tratados en las salas que acababan de recorrer. Una vez finalizó el postest, se presentó una introducción a los estudiantes sobre la tecnología NFC implementada en el museo, cómo se usa, cómo utilizar los dispositivos móviles, cómo funciona la aplicación, cómo se presenta la información de los objetos a través de la aplicación a los visitantes, cómo interactuar con las animaciones presentadas y los tipos de animación implementados. Una vez finalizada la introducción y registrados en la aplicación móvil, continuaron con el recorrido de las salas de la sección B, sección que tiene los objetos etiquetados y que cuenta con cobertura de señal Wi-Fi. Terminado el tiempo de recorrido, los estudiantes pasaron a un punto donde se les presentó la opción de compartir la información observada utilizando la tecnología NFC en su modo de operación P2P, finalizado el proceso de compartir realizaron el posTest de las salas 3 y 4 y las encuestas de satisfacción, dando por terminada la experiencia del primer grupo.

El segundo grupo realizó la actividad de la siguiente forma: Una vez llegaron los estudiantes al museo, se les dió una introducción breve a la historia y nombre de la edificación en la que se encontraban, acto seguido fueron llevados a la zona de Test para realizar los preTest que abarca todos los temas que se tratan dentro de las salas del museo. Para este primer grupo la interacción con las piezas de las salas de la sección B se realizó en compañía del Guía del museo, quien entregó a los alumnos la información de los objetos. Al terminar el recorrido de la sección B los estudiantes fueron nuevamente llevados a la zona de Test para realizar el posTest, con preguntas sobre los temas tratados en las salas que acababan de recorrer. Una vez finalizó el posTest, se presentó una introducción a los estudiantes sobre la tecnología NFC implementada en el museo, cómo se usa, cómo utilizar los dispositivos móviles, cómo funciona la aplicación, cómo se presenta la información de los objetos a través de la aplicación a los visitantes, cómo interactuar con las animaciones presentadas y los tipos de animación implementados. Una vez finalizada la introducción y registrados en la aplicación móvil, continuaron con el recorrido de las salas de la sección A, sección que tiene los objetos etiquetados y que cuenta con cobertura de señal Wi-Fi. Terminado el tiempo de recorrido, los estudiantes pasaron a un punto donde se les presentó la opción de compartir la información observada utilizando la tecnología NFC en su modo de operación P2P, finalizado el proceso de compartir realizaron el posTest de las salas 1 y 2 y las encuestas de satisfacción, dando por terminada la experiencia del segundo grupo.

La tabla A.1, contiene la ficha descriptiva, con los datos más relevantes en esta actividad:

Fecha de experiencia	12 de Diciembre de 2013
Hora de inicio (Primer grupo)	3:00 p. m.
Hora de finalización (Primer grupo)	4:20 p. m.
Hora de inicio (Segundo grupo)	4:30 p. m.
Hora de finalización (Segundo grupo)	5:50 p. m.
Docente a cargo del grupo	Mag. A.E. Angela Chantre
Curso	Patrimonio Cultural
Facultad perteneciente	Ciencias contables, económicas y administrativas
Participantes	37 Estudiantes
Guión	Sí
Modo aplicación móvil (Off-Line, On-Line)	Off-Line
Salas con Guia	Sala 1 y 2 (Primer grupo) Sala 3 y 4 (Segundo grupo)
Salas con móvil	Sala 1 y 2 (Segundo grupo) Sala 3 y 4 (Primer grupo)
P2P	Sí
Trazabilidad	Sí
Aplicación de pretest	Sí (37 encuestas)
Aplicación postest	Sí (74 encuestas)
Aplicación encuesta de satisfacción	Sí (37 encuestas)
Número total de encuestas	148

Tabla A.1: Ficha técnica de la tercera experiencia. Fuente propia

Para soportar esta actividad se realizó un registro fotográfico del movimiento que tuvieron los participantes de la actividad (tabla A.2).

Evidencia Fotográfica	Descripción
	<p>Alumnos en compañía del guía del museo.</p>
	<p>Zona de preTest.</p>
	<p>Zona de posTest.</p>
	<p>Registro de alumnos en la aplicación.</p>
	<p>Interacción con los objetos de la sala 1 y 2 por medio de la aplicación, este recorrido se realizó en parejas, cada una tenía un dispositivo móvil con soporte para lectura de etiquetas NFC.</p>

Tabla A.2: Actividad de la tercera experiencia. Fuente propia

A.1.1. Síntesis y análisis de la información compartida de la tercera experiencia

En esta experiencia asistieron un total de 37 estudiantes que se dividieron en dos grupos para permitir a todos los estudiantes participar de la experiencia en el museo. El primer grupo estuvo conformado por 18 estudiantes y el segundo grupo estuvo conformado por 19 estudiantes, pero debido a los recursos con los que se contaban para la realización de esta experiencia, se decidió realizar la experiencia por parejas, de esta manera se obtuvo los datos de trazabilidad de 20 grupos en total. Por diseño de la experiencia, 10 grupos observaron las salas 1 y 2 con la aplicación móvil y los otros 10 grupos observaron las salas 3 y 4 con la aplicación móvil. Por lo tanto, se registraron los datos de trazabilidad de 10 grupos para las salas 3 y 4, y los otros 10 grupos para las salas 1 y 2. Consecuente con lo anterior, en el caso que todos los grupos decidieran intercambiar información entre sí, se obtendría un registro de 90 datos en total, pero en el proceso de compartir la información entre los grupos de esta experiencia, se obtuvo un registro de 10 datos de intercambio de información para las salas 1 y 2, y un registro de 14 datos de intercambio de información para las salas 3 y 4.

A continuación se muestran los datos obtenidos después de realizar el análisis de la información compartida entre los participantes de la actividad. En las tablas A.3, A.4, A.5 y A.6 se observa el Id del objeto (La relación Id-Objeto se encuentra detallado en las tablas 6.1, B.1, B.35 y B.74 del capítulo 6) y la variable n, que representa cuántas veces ese objeto fue compartido en esta experiencia.

De acuerdo con la tabla A.3 se puede concluir que los objetos más compartidos son el objeto 15 (Mesa Jardinera) y el objeto 16 (Lámpara Francesa) para esta experiencia. Y algunos de los objetos que menos se compartieron en esta experiencia en la Sala 1 fueron el objeto 5 (Juana Florez), el objeto 10 (Espejo) y el objeto 11 (Frutero).

Id	15	16	27	1	3	18	19
n	6	6	5	4	4	4	4
Id	21	26	29	4	7	8	14
n	4	4	4	3	3	3	3
Id	23	24	28	6	17	22	25
n	3	3	3	2	2	2	2
Id	5	9	10	11	12	13	20
n	1	1	1	1	1	1	1

Tabla A.3: Objetos compartidos en la Sala 1 (Tercera experiencia). Fuente propia.

De acuerdo con la tabla A.4 se puede concluir que el objeto más compartido es el objeto 47 (Urna Devocional) para esta experiencia. Y el objeto que menos se compartió en esta experiencia en la Sala 2 fue el objeto 49 (Cuadros Religiosos La virgen, San José y El Niño).

Id	47	39	40	41	44	46
n	6	5	5	5	5	5
Id	48	52	54	43	50	51
n	5	5	5	4	4	3
Id	53	42	45	55	49	
n	3	2	2	2	1	

Tabla A.4: Objetos compartidos en la Sala 2 (Tercera experiencia). Fuente propia.

De acuerdo con la tabla A.5 se puede concluir que algunos de los objetos más compartidos fueron el objeto 68 (Anteojos de Campaña y Porta-Anteojos), el objeto 72 (Cabellos de General Mosquera, Cabellos de Don Joaquín, Gorro del General y Libro) y el objeto 74 (Mandil y Collarín) para esta experiencia. Y el objeto que menos se compartió en esta experiencia en la Sala 3 fue el objeto 76 (Banda de la Legión Francesa).

Id	68	69	72	74	63	70	75
n	5	5	5	5	4	4	4
Id	82	65	66	67	71	73	79
n	4	3	3	3	3	3	3
Id	64	77	78	80	81	76	
n	2	2	2	2	2	1	

Tabla A.5: Objetos compartidos en la Sala 3 (Tercera experiencia). Fuente propia.

De acuerdo con la tabla A.6 se puede concluir que algunos de los objetos más compartidos fueron el objeto 92 (Caja de Pistolas Inglesas) y el objeto 101 (Cuadro del Maestro Don Alonso) para esta experiencia. Y los objetos que menos se compartieron en esta experiencia en la Sala 4 fueron el objeto 95 (Reloj Mundial), el objeto 97 (Puños de Uniforme de Carlos Albán y Gorro de Tela) y el objeto 98 (Zapatillas del General Obando).

Id	92	101	88	99	100	102
n	4	4	3	3	3	3
Id	104	105	106	89	90	91
n	3	3	3	2	2	2
Id	96	95	97	98		
n	2	1	1	1		

Tabla A.6: Objetos compartidos en la Sala 4 (Tercera experiencia). Fuente propia.

A.1.2. Síntesis y análisis de información de las encuestas de satisfacción de la tercera experiencia

Las figuras A.2, A.3, A.4, y A.5 muestran los estadísticos descriptivos básicos generados a partir de la encuesta de satisfacción realizada al final de la experiencia. Se definieron 4 variables para medir la experiencia de interacción siendo “1” el menor valor y “4” el valor máximo (figura A.2), otras 2 variables para medir si la información presentada en el dispositivo móvil es suficiente y clara donde “1” es el menor valor y “2” el máximo valor (figura, A.3), otras 2 variables para medir el grado de aceptación de la aplicación “MuseosNF2P” y para medir el interés de usar este tipo de herramientas en otras situaciones donde “1” es el menor valor y “2” el máximo valor (figura A.4), y una última variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia (figura A.5).

	La experiencia de interacción con la aplicación es:	La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:	La experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es:	El manejo de la aplicación móvil es:
N	Válidos	37	37	33
	Perdidos	0	0	4
Media		3,5946	3,5135	3,4242
Mediana		4,0000	4,0000	3,0000
Moda		4,00	4,00	4,00

Figura A.2: Variables de experiencia de interacción en la aplicación MuseosNF2P - Tercera Experiencia. Fuente propia

		a) La información que observó en el dispositivo móvil de las piezas del museo son: (1:Poca 2:Suficiente)	b) La información que observó en el dispositivo móvil de las piezas del museo son: (1:Confusa 2:Clara)
N	Válidos	37	36
	Perdidos	0	1
	Media	1,5946	1,9722
	Mediana	2,0000	2,0000
	Moda	2,00	2,00

Figura A.3: Variables para medir si la información presentada en el dispositivo móvil es suficiente y clara - Tercera Experiencia. Fuente propia

		El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:	Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?
N	Válidos	37	37
	Perdidos	0	0
	Media	1,9730	1,9459
	Mediana	2,0000	2,0000
	Moda	2,00	2,00

Figura A.4: Variables para medir el grado de aceptación de la aplicación MuseosNFCP2P - Tercera Experiencia. Fuente propia

		Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.
N	Válidos	37
	Perdidos	0
	Media	8,3243
	Mediana	9,0000
	Moda	10,00

Figura A.5: Variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia. - Tercera Experiencia. Fuente propia

En la figura A.6 se observa que el 97,3 % de los participantes de esta actividad respondieron que la experiencia de interacción con la aplicación móvil es intuitiva o muy intuitiva.

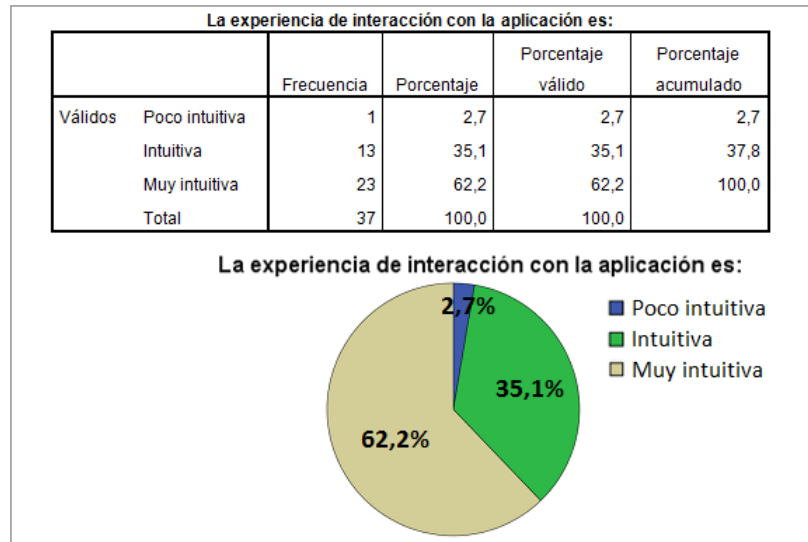


Figura A.6: Respuesta a “La experiencia de interacción con la aplicación es:” - Tercera Experiencia. Fuente propia

En la figura A.7 se observa que el 89,2 % de los participantes de esta actividad respondieron que la experiencia de interacción del móvil con los objetos es intuitiva o muy intuitiva.

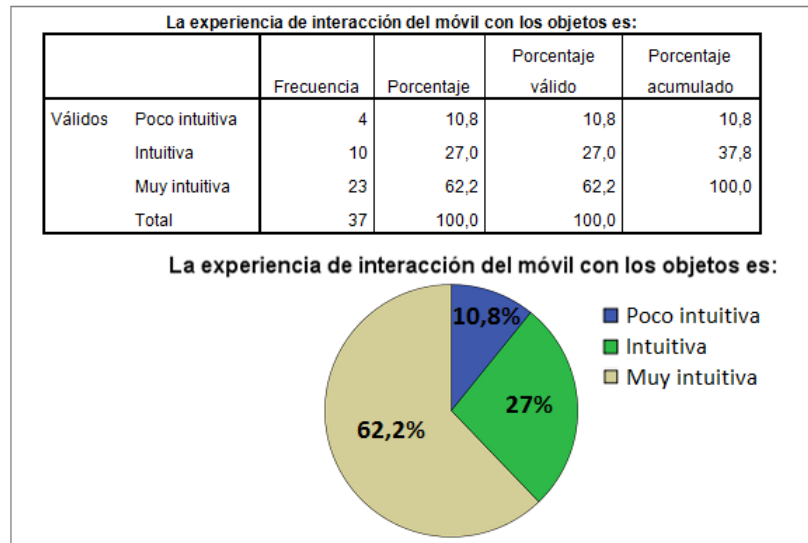


Figura A.7: Respuesta a “La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:” - Tercera Experiencia. Fuente propia

En la figura A.8 se observa que el 93,9 % de los participantes de ésta experiencia que contestaron la pregunta “La experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es:” marcaron las opciones intuitiva o muy intuitiva.

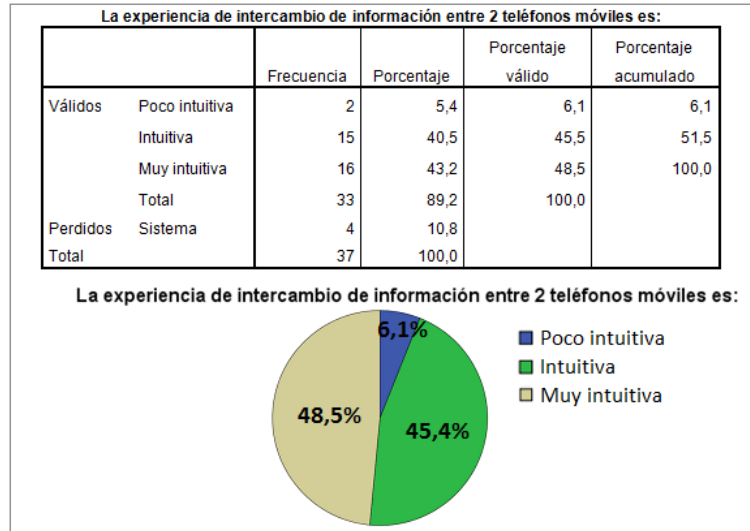


Figura A.8: Respuesta a “La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:” - Tercera Experiencia. Fuente propia

En la figura A.9 se puede observar que el 97,3 % de los participantes de esta actividad respondieron que el manejo de la aplicación móvil es fácil o muy fácil.

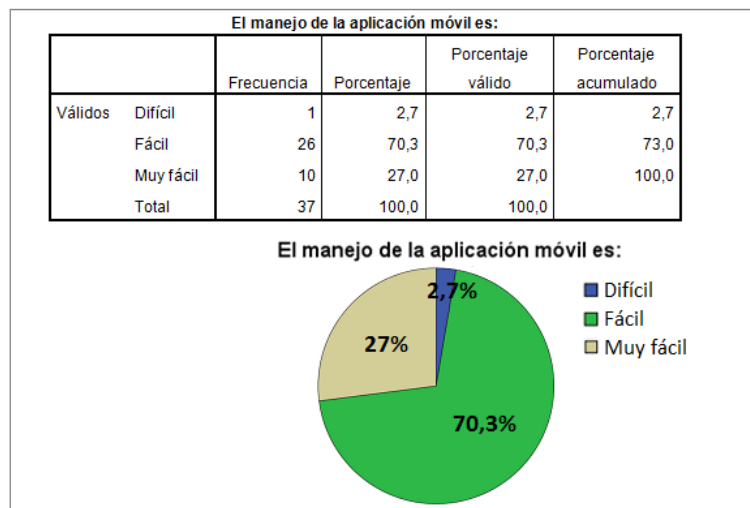


Figura A.9: Respuesta a “El manejo de la aplicación móvil es:” - Tercera Experiencia. Fuente propia

En la figura A.10 se puede observar que el 59,5 % de los participantes de esta actividad respondieron que la información que observó en el dispositivo móvil de las piezas del museo son suficientes.

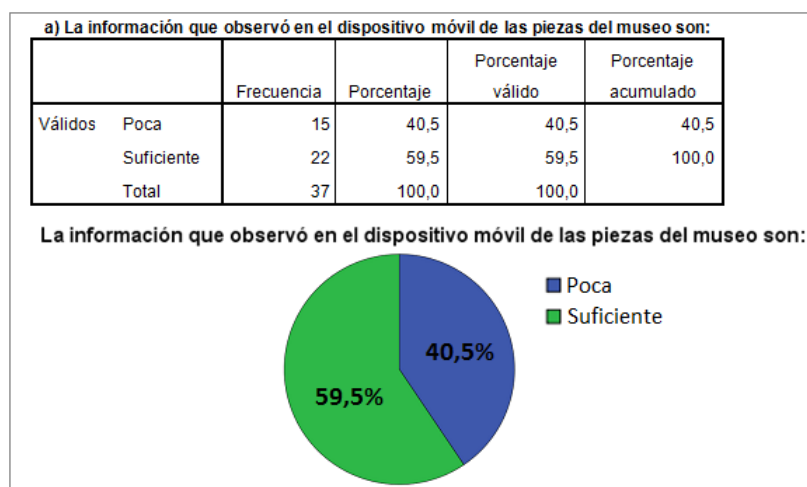


Figura A.10: Respuesta a “La información que observó en el dispositivo móvil de las piezas del museo son:” - Tercera Experiencia. Fuente propia

En la figura A.11 se puede observar que de los participantes de esta actividad que respondieron a la pregunta “la información que observó en el dispositivo móvil de las piezas del museo son” el 97,2 % marcó la opción “clara”.

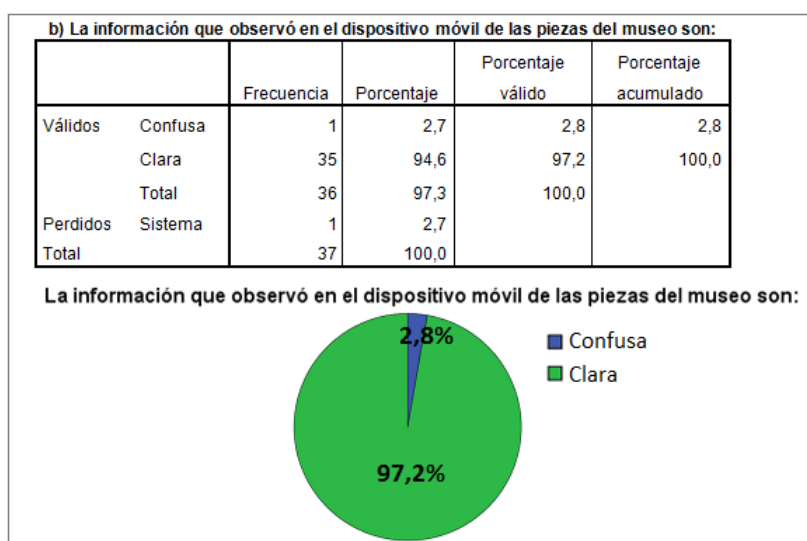


Figura A.11: Respuesta a “La información que observó en el dispositivo móvil de las piezas del museo son:” - Tercera Experiencia. Fuente propia

En la figura A.12 se puede observar que el 97,3 % de los participantes de esta actividad respondieron que el tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil son adecuadas.

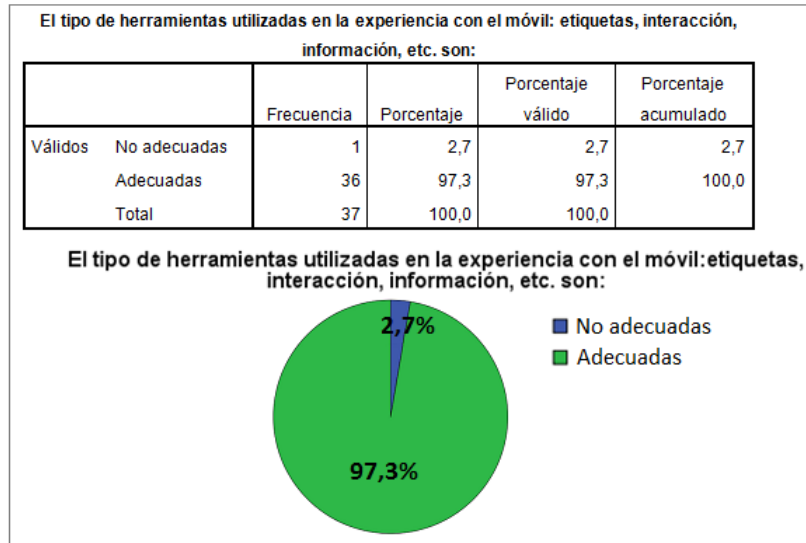


Figura A.12: Respuesta a “El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:” - Tercera Experiencia. Fuente propia

En la figura A.13 se observa que al 94,6 % de los participantes de esta actividad les gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones.

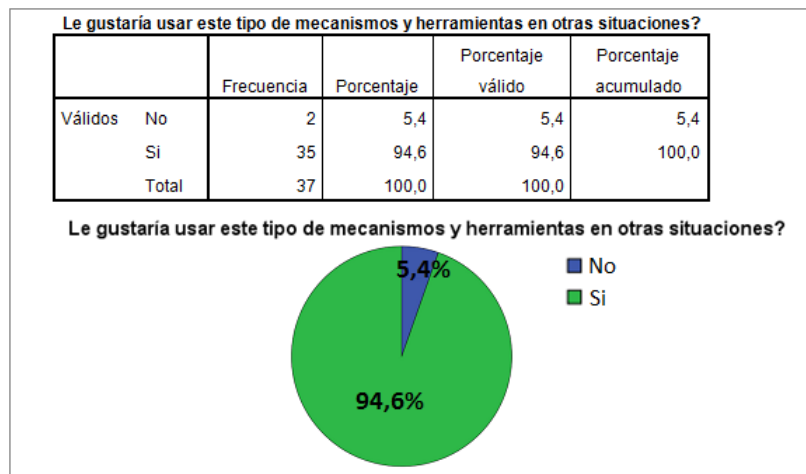


Figura A.13: Respuesta a “Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?” - Segunda experiencia. Fuente propia

En la figura A.14 se puede observar que respecto a la pregunta “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” el 86,4 % de las respuestas fueron iguales o superiores a 7 siendo 1: Nada satisfactorio y 10: Muy satisfactorio.

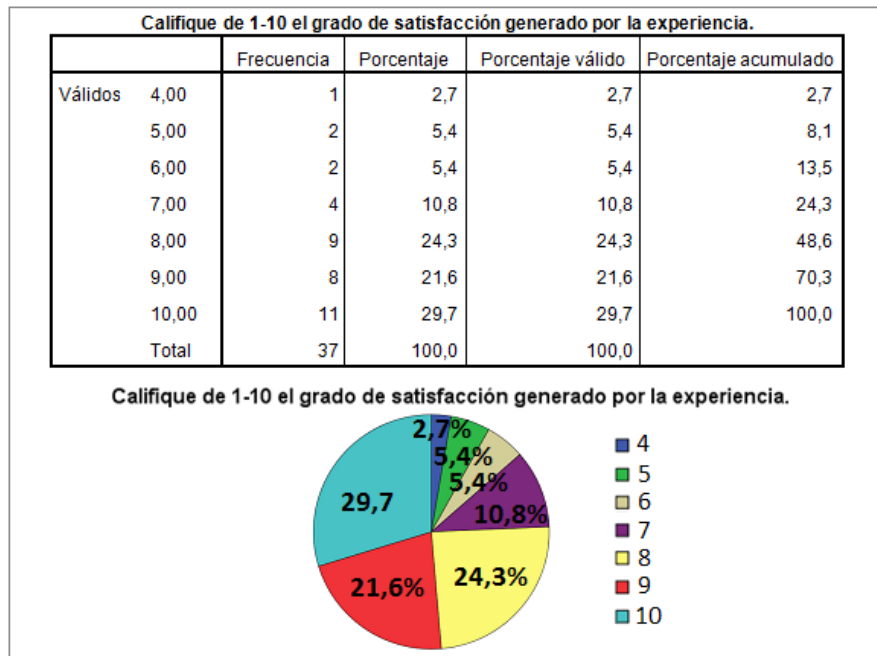


Figura A.14: Respuesta a “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” - Tercera Experiencia. Fuente propia.

A.2. Cuarta experiencia: Grupo de Introducción a la Ingeniería II

La cuarta experiencia fue realizada el día 13 de Diciembre de 2013. Para esta ocasión asistió el grupo de Introducción a la Ingeniería de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, curso dictado por la Ingeniera Magaly Cerón. El equipo de trabajo a cargo de la ejecución de esta actividad está conformado por los autores de esta investigación y compartido el caso de estudio con [62], y acompañando la experiencia la Ingeniera Catalina Córdoba.

Para esta experiencia el grupo realizó la visita al museo en la modalidad Completa. Esta modalidad se diseñó para que los visitantes ingresen y recorran todo el museo utilizando la herramienta implementada.

El grupo realizó la actividad de la siguiente forma: Una vez llegaron los estudiantes al museo, se les dió una introducción breve a la historia y nombre de la edificación en la que se

encontraban, acto seguido fueron llevados a la zona de Test para realizar los preTest que abarca todos los temas que se tratan dentro de las salas del museo. Una vez finalizó el preTest, se presentó una introducción a los estudiantes sobre la tecnología NFC implementada en el museo, cómo se usa, cómo utilizar los dispositivos móviles, cómo funciona la aplicación, cómo se presenta la información de los objetos a través de la aplicación a los visitantes y cómo interactuar con las animaciones presentadas y los tipos de animación implementadas. Una vez finalizada la introducción y registrados en la aplicación móvil, empezaron con el recorrido de las 4 salas del museo, salas que tienen los objetos etiquetados y que cuentan con cobertura de señal Wi-Fi. Terminado el tiempo de recorrido, los estudiantes pasaron a un punto donde se les presentó la opción de compartir la información observada utilizando la tecnología NFC en su modo de operación P2P, finalizado el proceso de compartir realizaron el posTest de todas las salas y las encuestas de satisfacción, dando por terminada la experiencia del grupo.

La tabla A.7, contiene la ficha descriptiva con los datos más relevantes de esta experiencia:

Fecha de experiencia	13 de Diciembre de 2013
Hora de inicio	2:00 p. m.
Hora de finalización	3:30 p. m.
Docente a cargo del grupo	Ing. Magaly Cerón
Curso	Introducción a la Ingeniería
Facultad perteneciente	Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Participantes	8 Estudiantes
Guión	Sí
Modo aplicación móvil (Off-Line, On-Line)	Off-Line
Salas con móvil	Todas
P2P	Si
Trazabilidad	Si
Aplicación de preTest	Si (8 encuestas)
Aplicación posTest	Si (16 encuestas)
Aplicación encuesta de satisfacción	Si (8 encuestas)
Número total de encuestas	32

Tabla A.7: Ficha técnica de la cuarta experiencia. Fuente propia

Para soportar esta actividad se realizó un registro fotográfico del movimiento que tuvieron los participantes en la actividad. (tabla A.8).



Evidencia Fotográfica	Descripción
	Zona de Test e Información.
	Interacción con objetos de la sala 1 por medio de los dispositivos móviles con soporte NFC.

Tabla A.8: Actividad de la cuarta experiencia. Fuente propia

Síntesis y análisis de la información compartida de la cuarta experiencia

En esta experiencia asistieron un total de 8 estudiantes, pero debido a que únicamente se contaban con cuatro dispositivos móviles con soporte NFC, se decidió realizar la experiencia por parejas. Por lo tanto, se tienen los datos de trazabilidad de 4 grupos para todas las salas del museo. Si todos los grupos decidieran intercambiar información entre sí, se obtendría un registro de 12 datos en total, pero en el proceso de compartir la información entre los grupos de esta experiencia, se obtuvo un registro de 7 datos de intercambio de información.

A continuación se muestran los datos obtenidos después de realizar el análisis de la información compartida entre los participantes de la actividad. En las tablas A.9, A.10, A.11 y A.12 se observa el Id del objeto (La relación Id-Objeto se encuentra detallado en las tablas 6.1, B.1, B.35 y B.74 del capítulo 6) y la variable n, que representa cuántas veces ese objeto fue compartido en esta experiencia.

De acuerdo con la tabla A.9 se puede concluir que algunos de los objetos más compartidos son el objeto 7 (Cuadro Familia Mosquera), el objeto 20 (Documentos y Retratos del General Mosquera) y el objeto 25 (Cuadro de Espada y General Mosquera) para esta experiencia. Y algunos de los objetos que menos se compartieron en esta experiencia en la Sala 1 fueron el objeto 11 (Frutero), el objeto 17 (Arquilla Bargeño) y el objeto 18 (Bargeño).

Id	2	3	4	6	7	20	25
n	3	3	3	3	3	3	3
Id	27	29	1	8	12	14	16
n	3	3	2	2	2	2	2
Id	24	11	15	17	18	26	
n	2	1	1	1	1	1	

Tabla A.9: Objetos compartidos en la Sala 1 (Cuarta experiencia). Fuente propia.

De acuerdo con la tabla A.10 se puede concluir que algunos de los objetos más compartidos fueron el objeto 37 (Auténtica Manuscrita), el objeto 40 (Cuadro San Joaquín, Santa Ana y La Virgen) y el objeto 47 (Urna Devocional) para esta experiencia. Y el objeto que menos se compartió en esta experiencia en la Sala 2 fue el objeto 54 (Mascarilla de Yeso).

Id	37	40	44	47	38
n	3	3	3	3	2
Id	39	42	43	45	46
n	2	2	2	2	2
Id	50	52	53	55	54
n	2	2	2	2	1

Tabla A.10: Objetos compartidos en la Sala 2 (Cuarta experiencia). Fuente propia.

De acuerdo con la tabla A.11 se puede concluir que algunos de los objetos más compartidos fueron el objeto 68 (Anteojos de Campaña y Porta-Anteojos), el objeto 72 (Cabellos de General Mosquera, Cabellos de Don Joaquín, Gorro del General y Libro) y el objeto 79 (Gorra de Seda) para esta experiencia. Y el objeto que menos se compartió en esta experiencia en la Sala 3 fue el objeto 73 (Silla Montura Militar y Estribos).

Id	63	68	72	75	79
n	3	3	3	3	3
Id	80	82	65	71	74
n	3	3	2	2	2
Id	77	81	64	66	73
n	2	2	1	1	1

Tabla A.11: Objetos compartidos en la Sala 3 (Cuarta experiencia). Fuente propia.

De acuerdo con la tabla A.12 se puede concluir que algunos de los objetos más compartidos fueron el objeto 85 (Cuadro Simón Bolívar Autor Luis Rengifo), el objeto 101 (Cuadro del Maestro Don Alonso) y el objeto 104 (Banda y Bastón) para esta experiencia. Y los objetos que

menos se compartieron en esta experiencia en la Sala 4 fueron el objeto 100 (Cinturón de tela para portar Sable, Mancornas y Portaplumas) y el objeto 106 (Pesebre de 42 figuras).

Id	85	86	87	96	97	98
n	3	3	3	3	3	3
Id	101	104	91	103	100	106
n	3	3	2	2	1	1

Tabla A.12: Objetos compartidos en la Sala 4 (Cuarta experiencia). Fuente propia.

Síntesis y análisis de información de las encuestas de satisfacción de la cuarta experiencia

Las figuras A.15, A.16, y A.17 muestran los estadísticos descriptivos básicos generados a partir de la encuesta de satisfacción realizada al final de la experiencia. Se definieron 4 variables para medir la experiencia de interacción siendo “1” el menor valor y “4” el valor máximo (figura A.15), otras 2 variables para medir el grado de aceptación de la aplicación MuseosNFCEP2P y para medir el interés de usar este tipo de herramientas en otras situaciones donde “1” es el menor valor y “2” el máximo valor (figura A.16), y una última variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia (figura A.17).

		La experiencia de interacción con la aplicación es:	La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:	La experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es:	El manejo de la aplicación móvil es:
N	Válidos	8	8	8	8
	Perdidos	0	0	0	0
	Media	3,500	3,500	3,2500	3,37500
	Mediana	3,500	4,000	4,0000	3,00000
	Moda	4,0 ^a	4,0	4,00	3,000

a. Existen varias modas. Se mostrará la de mayor valor.

Figura A.15: Variables de experiencia de interacción en la aplicación MuseosNFCEP2P - Cuarta Experiencia. Fuente propia

		El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:	Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?
N	Válidos	8	8
	Perdidos	0	0
Media		2,00	2,00
Mediana		2,00	2,00
Moda		2	2

Figura A.16: Variables para medir el grado de aceptación de la aplicación MuseosNFCP2P - Cuarta Experiencia. Fuente propia

		Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.
N	Válidos	8
	Perdidos	0
Media		8,725000
Mediana		9,000000
Moda		9,0000

Figura A.17: Variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia. - Cuarta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.18 se observa que el 100 % de los participantes de esta actividad respondieron que la experiencia de interacción con la aplicación es intuitiva o muy intuitiva.

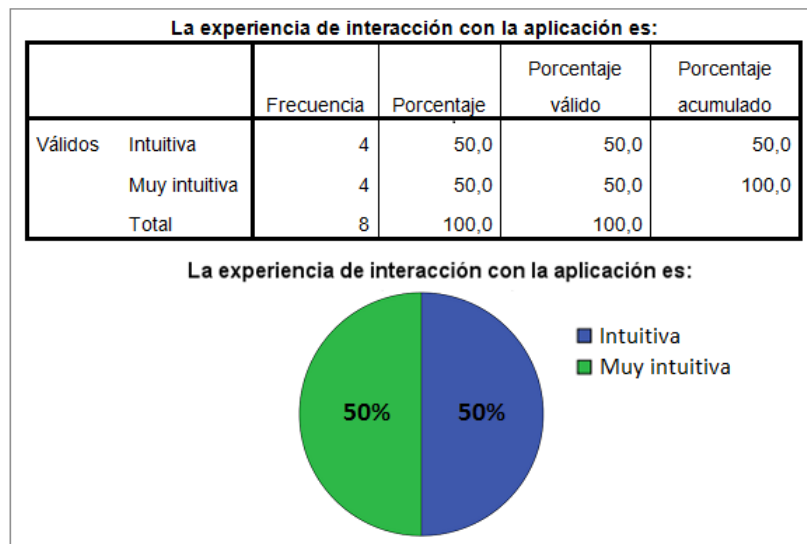


Figura A.18: Respuesta a “La experiencia de interacción con la aplicación es:” - Cuarta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.19 se observa que el 87.5 % de los participantes de esta actividad respondieron que la experiencia de interacción del móvil con los objetos es intuitiva o muy intuitiva, siendo la respuesta “Muy intuitiva” la de mayor frecuencia.

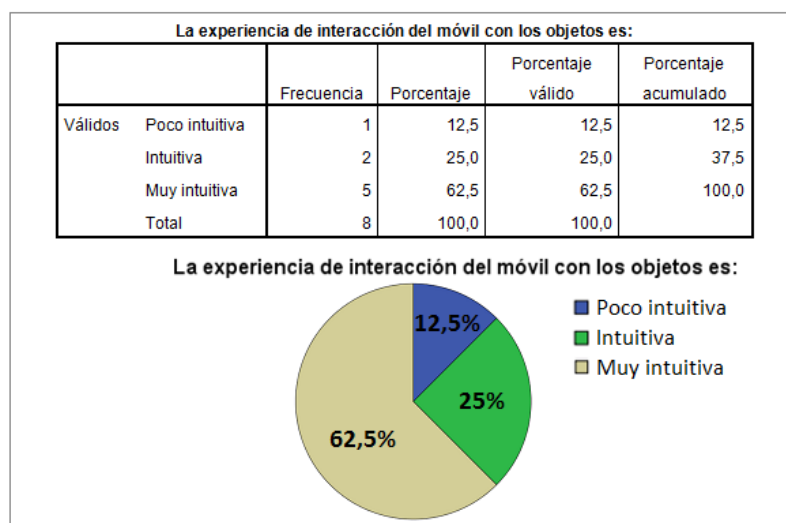


Figura A.19: Respuesta a “La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:” - Cuarta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.20 se observa que el 75 % de los participantes respondieron que la experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es intuitiva o muy intuitiva.

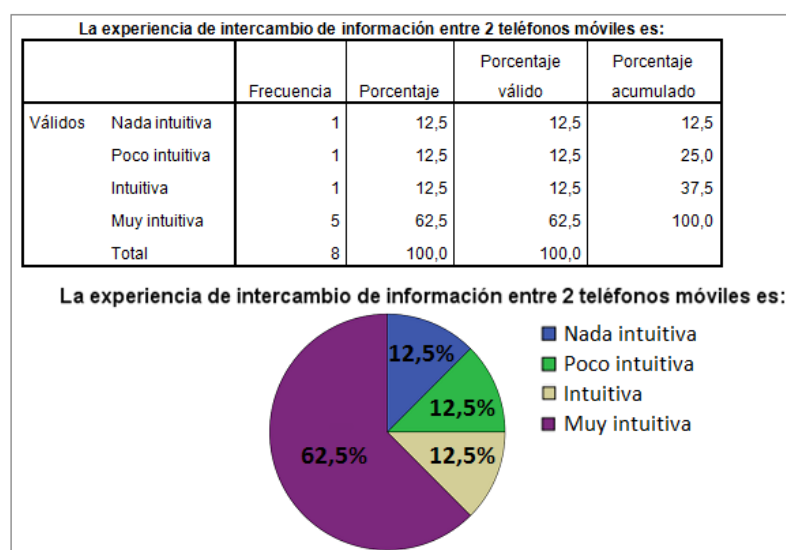


Figura A.20: Respuesta a “La experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es:” - Cuarta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.21 se puede observar que el 100 % de los participantes de esta actividad respondieron que el manejo de la aplicación móvil es fácil o muy fácil.

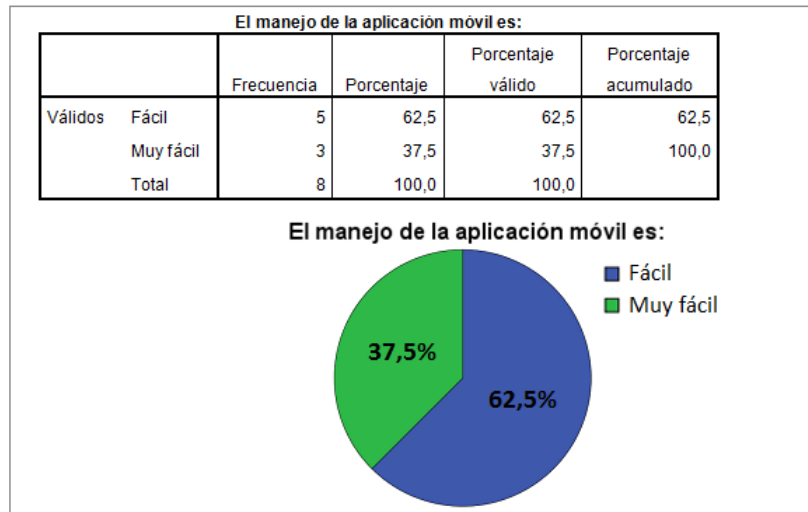


Figura A.21: Respuesta a “El manejo de la aplicación móvil es:” - Cuarta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.22 se puede observar que el 100 % de los participantes de esta actividad respondieron que el tipo de herramientas utilizadas en la experiencia son adecuadas.

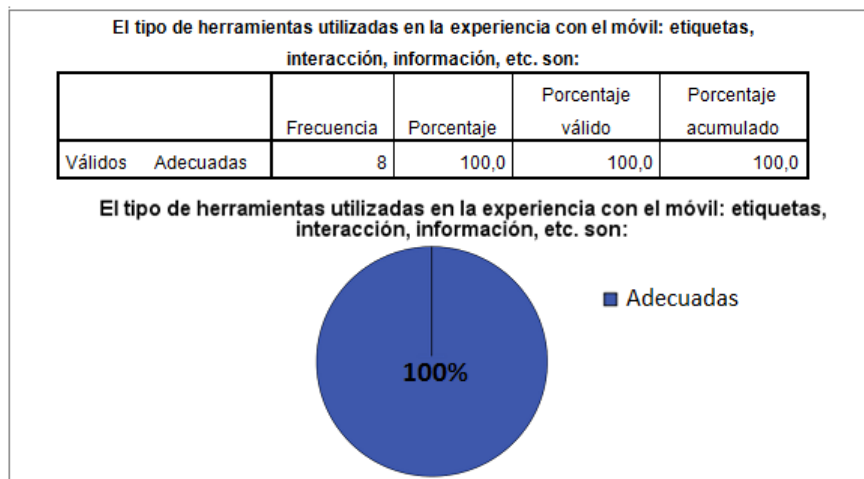


Figura A.22: Respuesta a “El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:” - Cuarta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.23 se observa que al 100 % de los participantes de esta actividad les gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones.

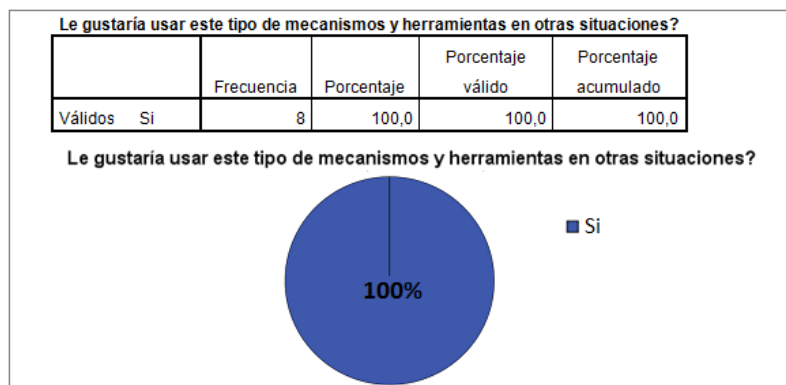


Figura A.23: Respuesta a “Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?” - Cuarta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.24 se puede observar que respecto a la pregunta “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” un 75 % de las respuestas fueron iguales o superiores a 9, siendo 1: Nada satisfactorio y 10: Muy satisfactorio.

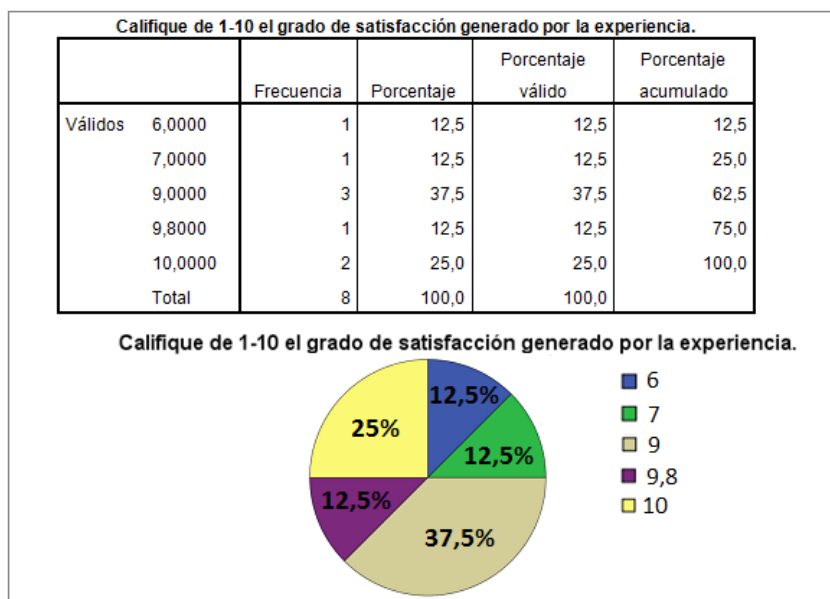


Figura A.24: Respuesta a “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” - Cuarta Experiencia. Fuente propia.

A.3. Quinta experiencia: Grupo Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos

La quinta experiencia fue realizada el día 16 de Diciembre de 2013. Para esta ocasión asistió el grupo de la Electiva en Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, curso dictado por el Ingeniero Gustavo Ramírez. El equipo de trabajo a cargo de la ejecución de esta actividad está conformado por los autores de esta investigación y compartido el caso de estudio con [62], y acompañando la experiencia la Ingeniera Catalina Córdoba.

Para esta experiencia el grupo realizó la visita al museo en la modalidad Completa. Esta modalidad se diseñó para que los visitantes ingresen y recorran todo el museo utilizando la herramienta implementada.

El grupo realizó la actividad de la siguiente forma: Una vez llegaron los estudiantes al museo, se les dió una introducción breve a la historia y nombre de la edificación en la que se encontraban, acto seguido fueron llevados a la zona de Test para realizar los preTest que abarca todos los temas que se tratan dentro de las salas del museo. Una vez finalizó el preTest, se presentó una introducción a los estudiantes sobre la tecnología NFC implementada en el museo, cómo se usa, cómo utilizar los dispositivos móviles, cómo funciona la aplicación, cómo se presenta la información de los objetos a través de la aplicación a los visitantes y cómo interactuar con las animaciones presentadas y los tipos de animación implementadas. Una vez finalizada la introducción y registrados en la aplicación móvil, empezaron con el recorrido de las 4 salas del museo, salas que tienen los objetos etiquetados y que cuentan con cobertura de señal Wi-Fi. Terminado el tiempo de recorrido, los estudiantes pasaron a un punto donde se les presentó la opción de compartir la información observada utilizando la tecnología NFC en su modo de operación P2P, finalizado el proceso de compartir realizaron el posTest de todas las salas y las encuestas de satisfacción, dando por terminada la experiencia del grupo.

La tabla A.13, contiene la ficha descriptiva con los datos más relevantes de esta experiencia.

Fecha de experiencia	16 de Diciembre de 2013
Hora de inicio	3:00 p. m.
Hora de finalización	5:00 p. m.
Docente a cargo del grupo	Ing. Gustavo Ramirez
Curso	Desarrollo de Aplicaciones para Sistemas Ubicuos
Facultad perteneciente	Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Participantes	14 Estudiantes
Guión	Sí
Modo aplicación móvil (Off-Line, On-Line)	Off-Line
Salas con móvil	Todas
P2P	Si
Trazabilidad	Si
Aplicación de preTest	Si (14 encuestas)
Aplicación posTest	Si (14 encuestas)
Aplicación encuesta de satisfacción	Si (14 encuestas)
Número total de encuestas	42

Tabla A.13: Ficha técnica de la quinta experiencia. Fuente propia

Para soportar esta actividad se realizó un registro fotográfico del movimiento que tuvieron los participantes de la actividad (tabla A.14).

Evidencia Fotográfica	Descripción
	Zona de Test e Información.
	Interacción con objetos de las salas por medio de los dispositivos móviles con soporte NFC.

Tabla A.14: Actividad de la quinta experiencia. Fuente propia

A.3.1. Síntesis y análisis de la información compartida de la quinta experiencia

En esta experiencia asistieron un total de 14 estudiantes, pero debido a que únicamente se contaban con cinco dispositivos móviles con soporte NFC, se decidió realizar la experiencia por parejas. Por lo tanto, se tienen los datos de trazabilidad de 10 grupos para todas las salas del museo. Si todos los grupos decidieran intercambiar información entre sí, se obtendría un registro de 90 datos en total, pero en el proceso de compartir la información entre los grupos de esta experiencia, se obtuvo un registro de 12 datos de intercambio de información.

A continuación se muestran los datos obtenidos después de realizar el análisis de la información compartida entre los participantes de la actividad. En las tablas A.15, A.16, A.17 y A.18 se observa el Id del objeto (La relación Id-Objeto se encuentra detallado en las tablas 6.1, B.1, B.35 y B.74 del capítulo 6) y la variable n, que representa cuántas veces ese objeto fue compartido en esta experiencia.

De acuerdo con la tabla A.15 se puede concluir que los objetos más compartidos son el objeto 8 (Uniforme Diplomático), el objeto 16 (Lámpara Francesa) y el objeto 29 (Carta) para esta experiencia. Y algunos de los objetos que menos se compartieron en esta experiencia en la Sala 1 fueron el objeto 9 (Armarios Consolas), el objeto 11 (Frutero) y el objeto 19 (Retratos de Don Joaquín Mosquera).

Id	8	16	29	1	13	3	7
n	6	6	6	5	5	4	4
Id	4	6	10	12	15	23	26
n	3	3	3	3	3	3	3
Id	5	17	18	22	25	2	9
n	2	2	2	2	2	1	1
Id	11	19	20	27	28		
n	1	1	1	1	1		

Tabla A.15: Objetos compartidos en la Sala 1 (Quinta experiencia). Fuente propia.

De acuerdo con la tabla A.16 se puede concluir que el objeto más compartido fueron el objeto 50 (Memorial) para esta experiencia. Y el objeto que menos se compartió en esta experiencia en la Sala 2 fue el objeto 42 (Placa Conmemorativa y Título de Abogado).

Id	50	48	36	37	44	45	47
n	6	5	4	4	4	4	4
Id	52	53	54	40	43	46	49
n	4	4	4	3	3	3	3
Id	51	38	41	55	42		
n	3	2	2	2	1		

Tabla A.16: Objetos compartidos en la Sala 2 (Quinta experiencia). Fuente propia.

De acuerdo con la tabla A.17 se puede concluir que algunos de los objetos más compartidos fueron el objeto 77 (Sello del Escudo de Armas del General Mosquera y Piedra Filosofal) y el objeto 78 (Medalla de Guaspud, Condecoración Batalla de Barbaocoas y Medallas de los Estados Unidos de Colombia) para esta experiencia. Y los objetos que menos se compartieron en esta experiencia en la Sala 3 fueron el objeto 63 (Atuendo Completo del General), el objeto 66 (Caja de Matemáticas y Utensilios de Matemáticas) y el objeto 81 (Álbum Fotográfico de la Familia Mosquera).

Id	77	78	64	71	67	68
n	6	6	5	5	4	4
Id	70	72	73	74	75	76
n	4	4	4	4	4	4
Id	79	82	65	63	66	81
n	3	3	2	1	1	1

Tabla A.17: Objetos compartidos en la Sala 3 (Quinta experiencia). Fuente propia.

De acuerdo con la tabla A.18 se puede concluir que el objeto más compartido fue el objeto 104 (Banda y Bastón) para esta experiencia. Y el objeto que menos se compartió en esta experiencia en la Sala 4 fue el objeto 99 (Par de Charreteras).

Id	104	85	90	103	89	94
n	7	6	6	6	5	5
Id	97	103	101	86	87	91
n	5	5	4	3	3	3
Id	95	96	98	100	105	106
n	3	3	3	3	3	3
Id	88	92	93	99		
n	2	2	2	1		

Tabla A.18: Objetos compartidos en la Sala 4 (Quinta experiencia). Fuente propia.

A.3.2. Síntesis y análisis de información de las encuestas de satisfacción de la quinta experiencia

Las figuras A.25, A.26, y A.27 muestran los estadísticos descriptivos básicos generados a partir de la encuesta de satisfacción realizada al final de la experiencia. Se definieron 4 variables para medir la experiencia de interacción siendo “1” el menor valor y “4” el valor máximo (figura A.25), otras 2 variables para medir el grado de aceptación de la aplicación MuseosNFCP2P y para medir el interés de usar este tipo de herramientas en otras situaciones donde “1” es el menor valor y “2” el máximo valor (figura A.26), y una última variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia (figura A.27).

		La experiencia de interacción con la aplicación es:	La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:	La experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es:	El manejo de la aplicación móvil es:
N	Válidos	14	14	14	14
	Perdidos	0	0	0	0
	Media	3,2143	3,2857	2,5000	3,4286
	Mediana	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000
	Moda	3,00	3,00	3,00	3,00

Figura A.25: Variables de experiencia de interacción en la aplicación MuseosNFCP2P - Quinta Experiencia. Fuente propia

		El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:	Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?
N	Válidos	14	14
	Perdidos	0	0
	Media	1,9286	1,9286
	Mediana	2,0000	2,0000
	Moda	2,00	2,00

Figura A.26: Variables para medir el grado de aceptación de la aplicación MuseosNFCP2P - Quinta Experiencia. Fuente propia

		Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.
N	Válidos	14
	Perdidos	0
Media		7,3571
Mediana		7,0000
Moda		7,00

Figura A.27: Variable para medir el grado de satisfacción generado por la experiencia. - Quinta Experiencia. Fuente propia

En las figuras A.28 y A.29 se observa que el 100% de los participantes de esta actividad respondieron que la interacción de la aplicación y del móvil con los objetos es intuitiva o muy intuitiva.

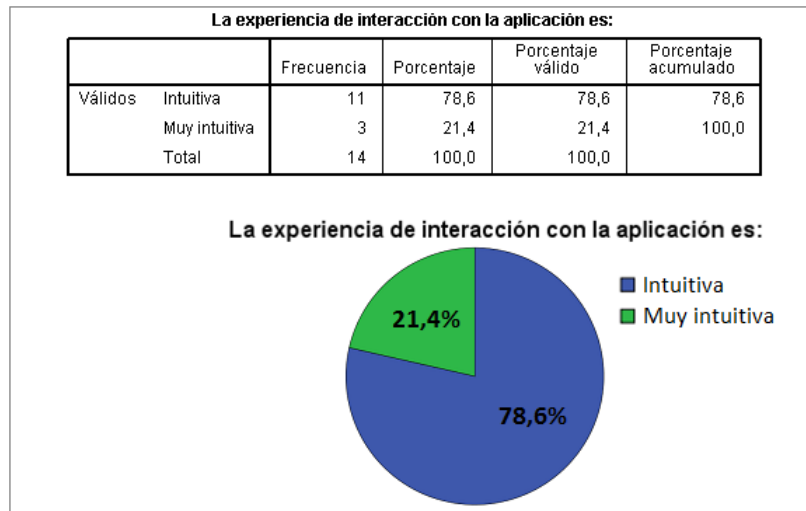


Figura A.28: Respuesta a “La experiencia de interacción con la aplicación es:” - Quinta Experiencia. Fuente propia

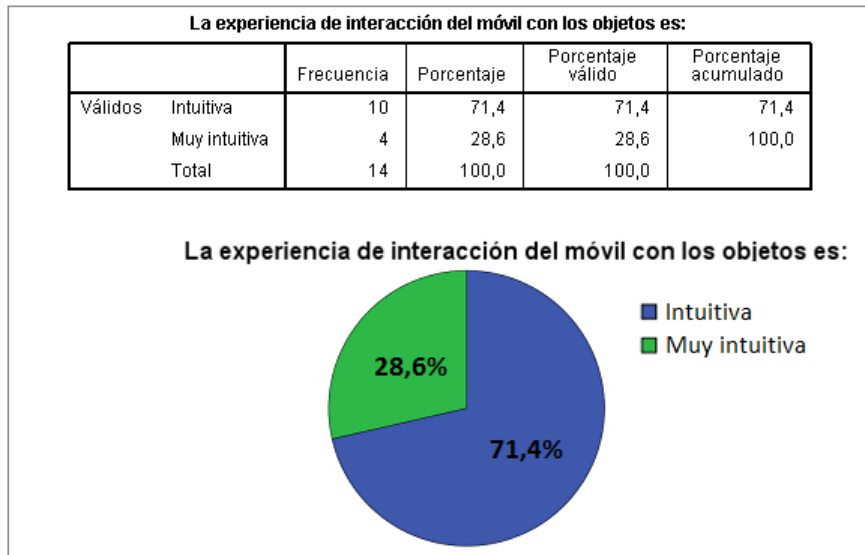


Figura A.29: Respuesta a “La experiencia de interacción del móvil con los objetos es:” - Quinta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.30 se observa que el 57,1 % de los participantes de esta actividad respondieron que la experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es intuitiva.

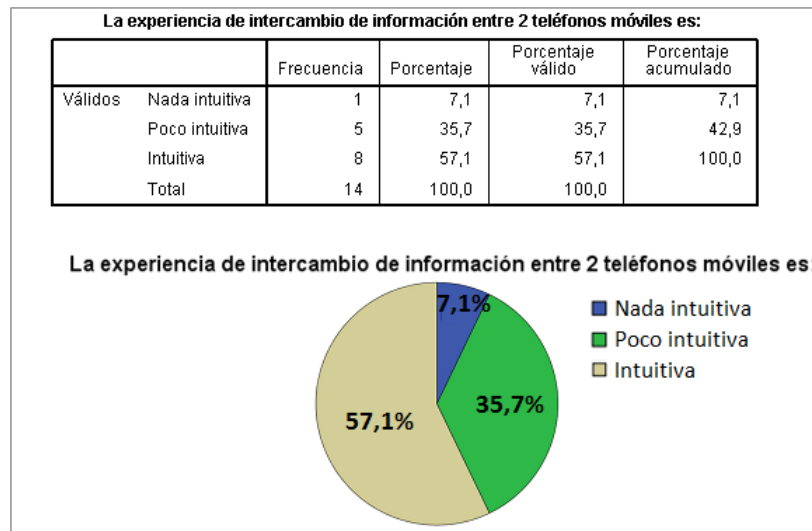


Figura A.30: Respuesta a “La experiencia de intercambio de información entre 2 teléfonos móviles es:” - Quinta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.31 se puede observar que el 100 % de los participantes de esta actividad respondieron que el manejo de la aplicación móvil es fácil o muy fácil.

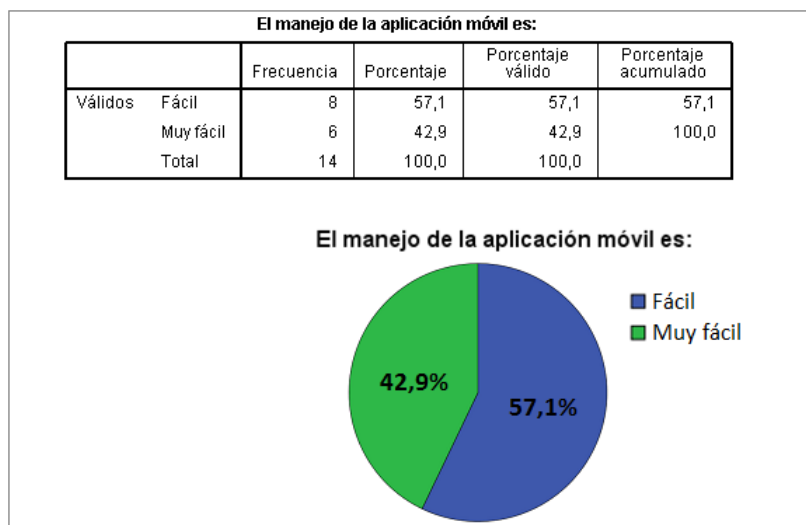


Figura A.31: Respuesta a “El manejo de la aplicación móvil es:” - Quinta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.32 se puede observar que el 92,9 % de los participantes de esta actividad respondieron que el tipo de herramientas utilizadas en la experiencia son adecuadas.

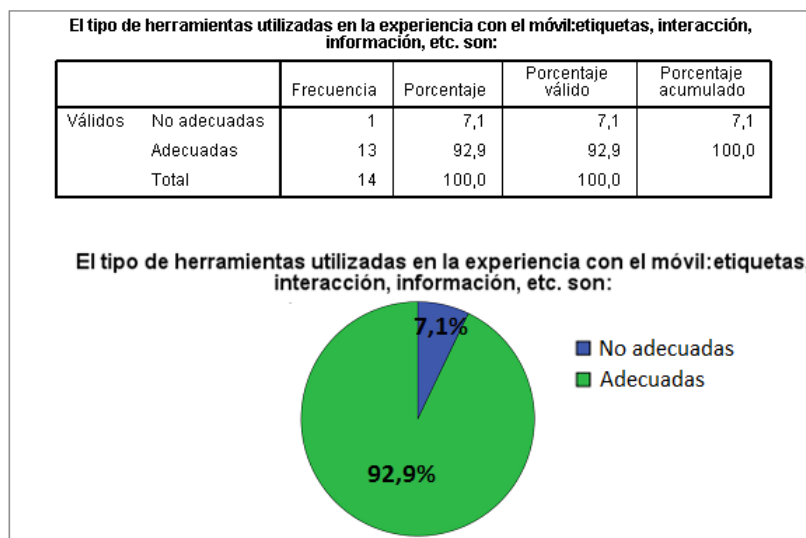


Figura A.32: Respuesta a “El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, etc. son:” - Quinta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.33 se observa que al 92,9 % de los participantes de esta actividad les gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones.

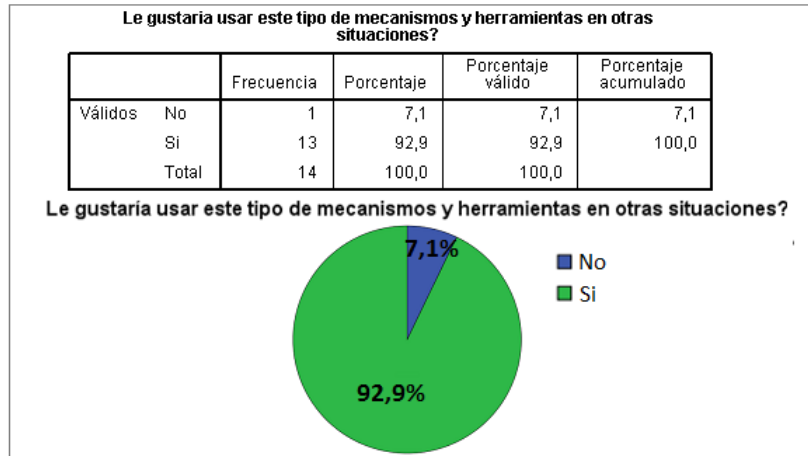


Figura A.33: Respuesta a “Le gustaría usar este tipo de mecanismos y herramientas en otras situaciones?” - Quinta Experiencia. Fuente propia

En la figura A.34 se puede observar que respecto a la pregunta “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” el 78,6 % de las respuestas fueron iguales o superiores a 7 siendo 1: Nada satisfactorio y 10: Muy satisfactorio.

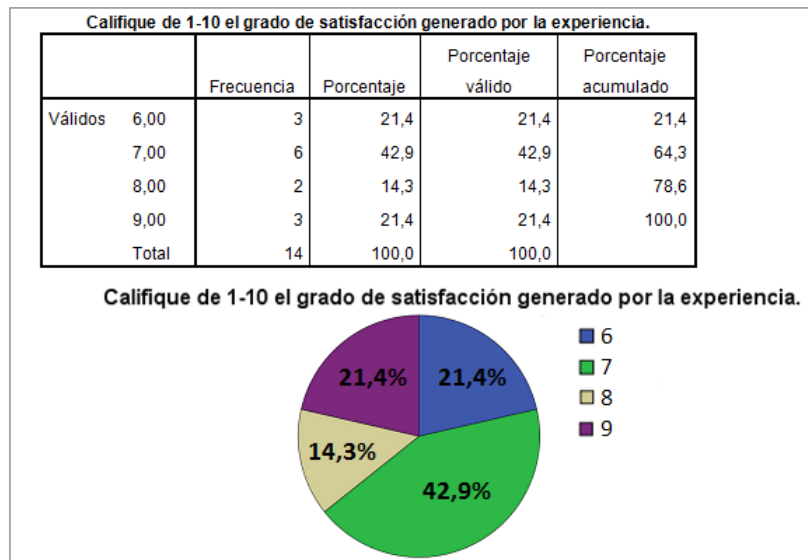


Figura A.34: Respuesta a “Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia.” - Quinta Experiencia. Fuente propia.

A.4. Sexta experiencia: Grupo Expertos

La sexta experiencia fue realizada el día 16 de Diciembre de 2013. Para esta ocasión asistió el grupo de Expertos (Docentes de la Universidad del Cauca). El equipo de trabajo a cargo de la ejecución de esta actividad está conformado por los autores de esta investigación y compartido el caso de estudio con [62].

Para esta experiencia el grupo realizó la visita al museo en la modalidad Completa. Esta modalidad se diseñó para que los visitantes ingresen y recorran todo el museo utilizando la herramienta implementada.

El grupo realizó la actividad de la siguiente forma: Una vez llegaron los docentes al museo, se les dió una introducción breve a la historia y nombre de la edificación en la que se encontraban. Una vez finalizó la presentación, se presentó una introducción a los docentes sobre la tecnología NFC implementada en el museo, cómo se usa, cómo utilizar los dispositivos móviles, cómo funciona la aplicación, cómo se presenta la información de los objetos a través de la aplicación a los visitantes y cómo interactuar con las animaciones presentadas y los tipos de animación implementadas. Una vez finalizada la introducción y registrados en la aplicación móvil, empezaron con el recorrido de las 4 salas del museo, salas que tienen los objetos etiquetados y que cuentan con cobertura de señal Wi-Fi. Terminado el tiempo de recorrido, los estudiantes pasaron a un punto donde se les presentó la opción de compartir la información observada utilizando la tecnología NFC en su modo de operación P2P, finalizado el proceso de compartir realizaron el posTest de todas las salas y las encuestas de satisfacción, dando por terminada la experiencia del grupo.

La tabla A.19, contiene la ficha descriptiva con los datos más relevantes de esta experiencia:

Fecha de experiencia	16 de Diciembre de 2013
Hora de inicio	6:00 p. m.
Hora de finalización	8:00 p. m.
Docente a cargo	No aplica
Participantes	4
Modo aplicación móvil (Off-Line, On-Line)	Off-Line
Salas con móvil	Todas
P2P	Si
Trazabilidad	Si
Encuesta de Expertos	Si (4 encuestas)
Aplicación encuesta de satisfacción	Si (4 encuestas)
Número total de encuestas	8

Tabla A.19: Ficha técnica de la sexta experiencia. Fuente propia

Para soportar esta actividad se realizó un registro fotográfico del movimiento que tuvieron los participantes de la actividad (tabla A.20).

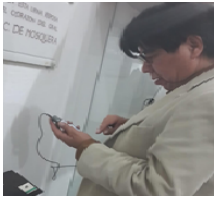



Evidencia Fotográfica	Descripción
	Zona de Test e Información.
	Interacción con objetos de las salas por medio de los dispositivos móviles con soporte NFC.
	Interacción con objetos de las salas por medio de los dispositivos móviles con soporte NFC.
	Interacción con objetos de las salas por medio de los dispositivos móviles con soporte NFC.

Tabla A.20: Actividad de la sexta experiencia. Fuente propia

A.4.1. Síntesis y análisis de la información compartida de la quinta experiencia

En esta experiencia asistieron un total de 4 docentes, quienes realizaron individualmente el recorrido con la herramienta en el museo. Por lo tanto, se tienen los datos de trazabilidad de 4 recorridos para todas las salas del museo. Si todos los docentes decidieran intercambiar información entre sí, se obtendría un registro de 12 datos en total, pero en el proceso de compartir la información entre los grupos de esta experiencia, se obtuvo un registro de 5 datos de intercambio de información.

A continuación se muestran los datos obtenidos después de realizar el análisis de la información compartida entre los participantes de la actividad. En las tablas A.21, A.22, A.23 y A.24 se observa el Id del objeto (La relación Id-Objeto se encuentra detallado en las tablas 6.1, B.1, B.35 y B.74 del capítulo 6) y la variable n, que representa cuántas veces ese objeto fue compartido en esta experiencia.

Como se observa en las tablas A.21, A.22, A.23 y A.24 existieron objetos que se compartieron dos veces como máximo.

Id	2	6	7	8	11	15
n	2	2	2	2	2	2
Id	16	20	21	22	24	25
n	2	2	2	2	2	2
Id	26	3	12	14	18	23
n	2	1	1	1	1	1

Tabla A.21: Objetos compartidos en la Sala 1 (Sexta experiencia). Fuente propia.

Id	38	39	41	45	47	48
n	2	2	2	2	2	2
Id	51	53	54	55	43	52
n	2	2	2	2	1	1

Tabla A.22: Objetos compartidos en la Sala 2 (Sexta experiencia). Fuente propia.

Id	63	64	67	71	73
n	2	2	2	2	2
Id	77	81	82	70	
n	2	2	2	1	

Tabla A.23: Objetos compartidos en la Sala 3 (Sexta experiencia). Fuente propia.

Id	85	86	87	89	90
n	2	2	2	2	2
Id	91	96	103	106	92
n	2	2	2	2	1

Tabla A.24: Objetos compartidos en la Sala 4 (Sexta experiencia). Fuente propia.

A.4.2. Síntesis y análisis de información de las encuestas de satisfacción de la sexta experiencia

Las tablas A.35, A.36, y A.37 muestran los estadísticos descriptivos básicos generados a partir de la encuesta de satisfacción realizada al final de la experiencia. Se definieron 4 variables para medir la experiencia de interacción siendo “1” el menor valor y “4” el valor máximo (figura A.35), una para medir qué tan apto considera este tipo de sistema para el público universitario siendo “1” el menor valor y “10” el valor máximo (figura A.36) y otra para medir el interés de usar este tipo de herramientas en los cursos que ellos dictan (figura-fig:VarsGradoSatisfExperienciaDocentes).

		La experiencia de interacción con la aplicación es:	La experiencia de interacción con los objetos es:	La experiencia de intercambio de información es:	La velocidad de intercambio de información es:
N	Válidos	4	4	4	4
	Perdidos	0	0	0	0
	Media	3,2500	3,7500	3,0000	3,2500
	Mediana	3,0000	4,0000	3,0000	3,0000
	Moda	3,00	4,00	3,00	3,00

Figura A.35: Variables de experiencia de interacción en la aplicación MuseosNF2P - Sexta experiencia. Fuente propia

		En caso de ser generalizado este tipo de sistema, considera que para el público universitario puede ser:
N	Válidos	4
	Perdidos	0
Media		8,5000
Mediana		9,0000
Moda		9,00

Figura A.36: Variable para medir qué tan apto considera este tipo de sistema para el público universitario - Sexta experiencia. Fuente propia

		De tenerlas disponibles, emplearía este tipo de herramientas en sus cursos?
N	Válidos	4
	Perdidos	0
Media		2,0000
Mediana		2,0000
Moda		2,00

Figura A.37: Variable para medir el interés de usar este tipo de herramientas en los cursos que ellos dictan. - Sexta experiencia. Fuente propia

En la figura A.38 se observa que el 100 % de los docentes encuentran “intuitiva” o “Muy intuitiva” la experiencia de interacción con la aplicación.

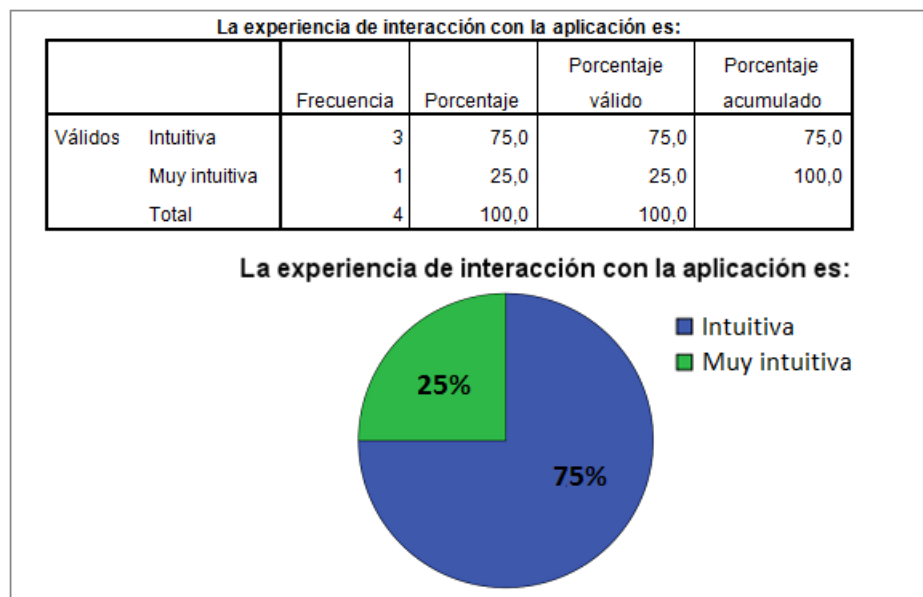


Figura A.38: Respuesta a “La experiencia de interacción con la aplicación es:” - Sexta experiencia. Fuente propia.

En la figura A.39 se observa que el 100 % de los docentes encuentran “intuitiva” o “Muy intuitiva” la experiencia de interacción con los objetos.

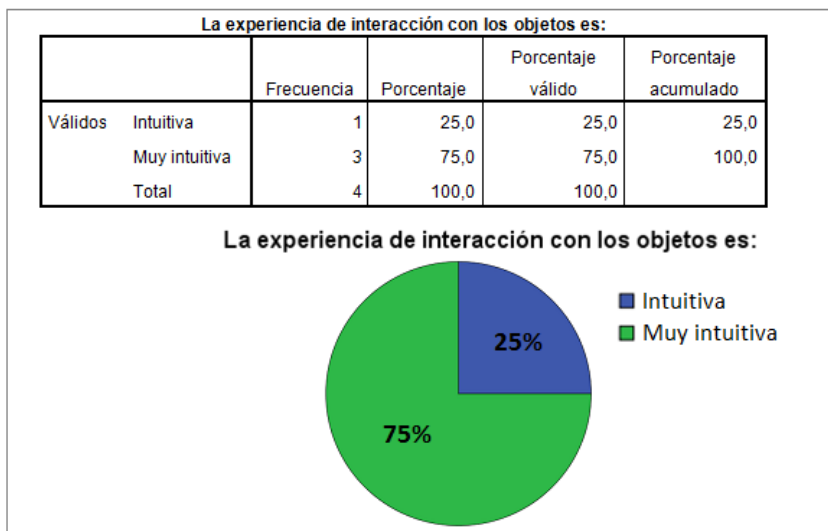


Figura A.39: Respuesta a “La experiencia de interacción con los objetos es:” - Sexta experiencia. Fuente propia.

En la figura A.40 se observa que el 75 % de los docentes encuentran “intuitiva” o “Muy intuitiva” la experiencia de intercambio de información.

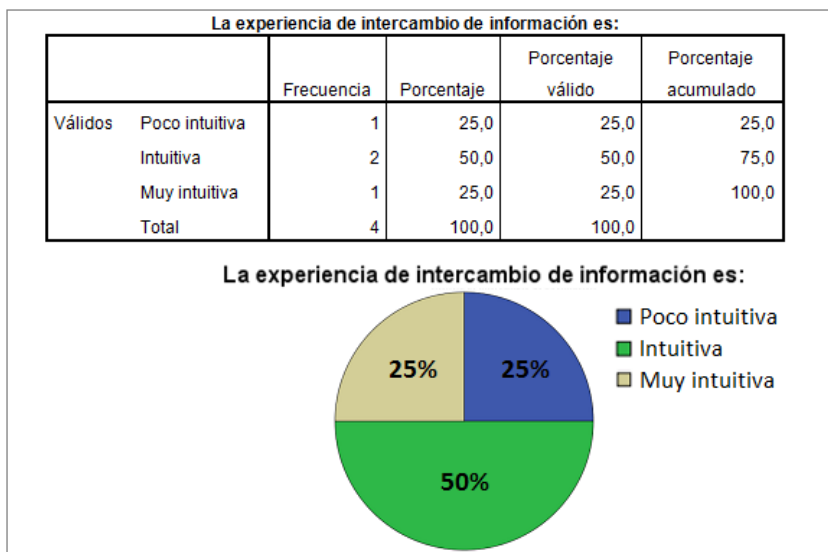


Figura A.40: Respuesta a “La experiencia de intercambio de información es:” - Sexta experiencia. Fuente propia.

En la figura A.41 se puede observar que el 100 % de los docentes consideró que la velocidad de intercambio de información era rápida o muy rápida.

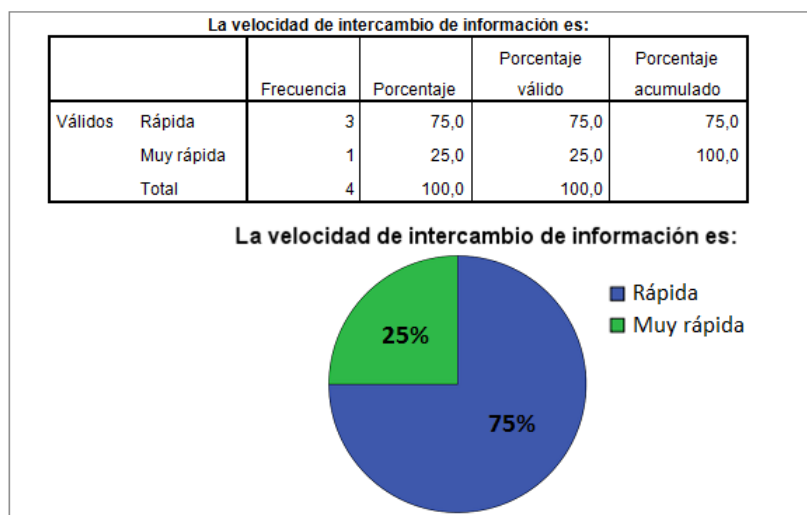


Figura A.41: Respuesta a “La experiencia de intercambio de información es:” - Sexta experiencia. Fuente propia.

En la figura A.42 se puede observar que respecto a la pregunta “En caso de ser generalizado este tipo de sistema, considera que para el público universitario puede ser:” la respuesta de mayor frecuencia fue 9 siendo 1: Nada satisfactorio y 10: Muy satisfactorio.

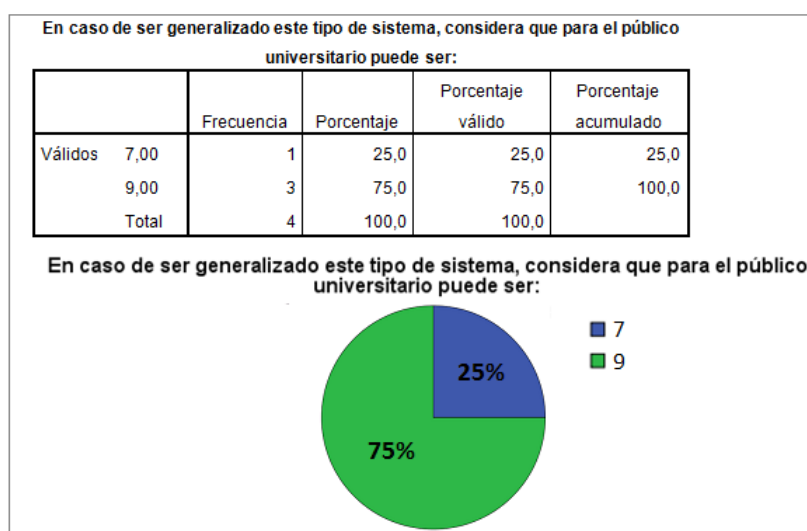


Figura A.42: Respuesta a “En caso de ser generalizado este tipo de sistema, considera que para el público universitario puede ser:” - Sexta experiencia. Fuente propia.

En la figura A.43 se observa que el 100 % de los docentes encuestados usaría este tipo de herramientas de tenerlas disponibles en sus cursos.

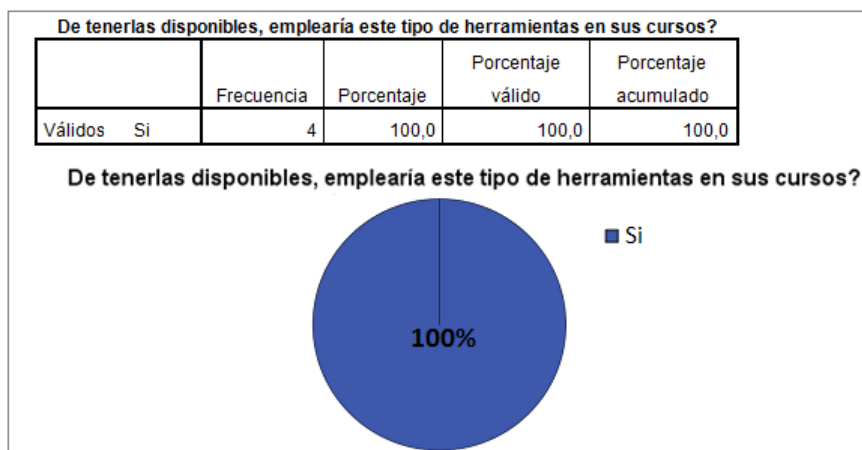


Figura A.43: Respuesta a “De tenerlas disponibles, emplearía este tipo de herramientas en sus cursos?” - Sexta experiencia. Fuente propia.

Adicionalmente a las primeras preguntas de selección contenidas en la encuesta del Anexo B.1, se realizó una pregunta abierta para identificar escenarios alternativos, en donde los docentes consideran que se puede utilizar la aplicación “MuseosNFCP2P” (tabla A.25).

<p>En qué tipo de escenarios considera usted que es posible usar la aplicación?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocimiento de lugares. - Senderos ecológicos. - Zoológicos. - Ambientes no convencionales. - Descubrimiento de campus.
--	--

Tabla A.25: Escenarios alternativos considerados por los docentes - Sexta experiencia. Fuente propia.

Anexo B

Análisis de las transiciones de los visitantes con Cadenas de Markov

B.1. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 2

B.1.1. Definición de Estados y Matriz de Transición en la Sala 2

En la tabla B.1 se indican los códigos usados para cada uno de los Objetos de Museo que se encuentran ubicados en la sala 2 de la Casa Museo Mosquera de la Ciudad de Popayán, en donde se realizaron las experiencias en los meses de Noviembre y Diciembre de 2013.

Se determina así los estados de la Cadena de Markov que comprenden los 20 objetos de museo de la sala 2 y un estado adicional de absorción identificado como “OUT”, que comprende el estado de salida del espacio de estados S .

Para comenzar a modelar el movimiento de los visitantes con Cadenas de Markov, se obtiene la matriz de transición (Tabla B.2) y para ello es dibujado el árbol gráfico de transiciones (ver figuras B.1 y B.2) con la suma de todas las secuencias de movimientos por visitante y las frecuencias de cuando un visitante toca una etiqueta para poder visualizar la información del objeto. Se observa que el número máximo de transiciones es igual a 16, indicando el número máximo de objetos vistos por un visitante en el museo en la sala 2.

Id	Estado
36	RETRATO DEL ARZOBISPO
37	AUTÉNTICA MANUSCRITA
38	NECROLOGÍA
39	ALTAR DE CAMPAÑA
40	CUADRO (SAN JOAQUIN, SANTA ANA Y LA VIRGEN) Y EXPOSITARIO
41	ARTE QUITENO
42	PLACA CONMEMORATIVA Y TITULO DE ABOGADO
43	OBJETOS DE ABOGADO ARSOBIZPO
44	SOTANA Y ESCLAVINA
45	LA INMACULADA Y RECLINATORIO
46	OBJETOS CEREMONIALES ARZOBISPO (MITRA, ZAPATILLA PONTIFICIALES, MANTO QUE CUBRE EL CALIZ)
47	URNA DEVOCIONAL
48	CUADROS RELIGIOSOS (SAGRADA FAMILIA, MÁTER DOLOROSA, SAN CAMILO DE LELLIS)
49	CUADROS RELIGIOSOS (LA VIRGEN, SAN JOSE Y EL NIÑO)
50	MEMORIAL
51	CALVARIO, CRUCIFIJO, DOLOROSA Y SAN JUAN
52	CILICIOS
53	MISSALE, COPA CON EL MONOGRAMA Y ESCUDO DEL ARZOBISPO
54	MASCARILLA DE YESO
55	SOTANAS DEL ARZBOBISPO

Tabla B.1: Objetos de Museo Sala 2. Fuente propia.

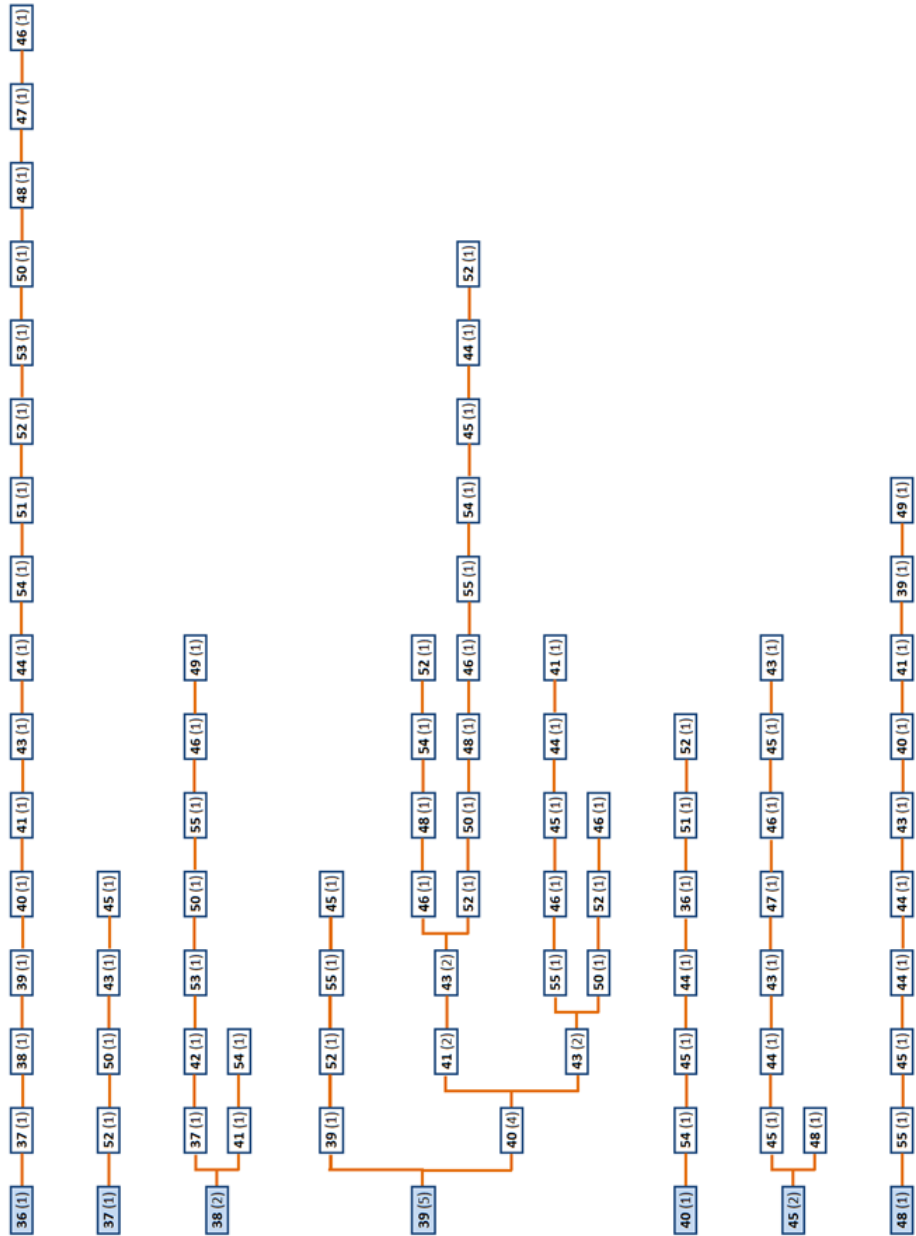


Figura B.1: Árbol de transiciones de la Sala 2, primera parte. Fuente propia

	OUT	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
OUT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0,333	0	0,333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,333	0	0	0	0
37	0	0	0	0,25	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0,25	0	0	0
38	0,167	0	0,333	0	0,167	0	0,333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0,125	0	0	0,063	0,125	0,375	0,063	0,063	0	0	0	0	0	0	0,063	0	0	0,063	0	0,063	0
40	0,083	0	0	0	0,083	0	0,333	0	0,333	0	0,083	0	0	0	0	0	0	0	0	0,083	0
41	0,125	0	0	0	0,125	0,125	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0
42	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0
43	0,111	0	0	0,056	0,111	0,056	0	0,167	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0	0	0,056	0	0,056	0	0	0,111
44	0,1	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0,3	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0
45	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,3	0,05	0,1	0	0,05	0	0	0	0	0,05	0,05	0
46	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,067	0,333	0	0,133	0,067	0,067	0	0	0	0	0,067	0,067
47	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,083	0	0	0,5	0,083	0	0	0	0	0	0	0,083	0
48	0,143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,143	0,429	0	0	0	0	0	0	0,143	0,143
49	0,125	0	0	0	0,063	0	0	0	0	0	0	0,063	0,063	0	0,188	0,25	0,125	0,063	0,063	0	0
50	0	0,091	0	0	0	0	0	0	0,091	0	0	0	0,091	0,273	0	0	0	0,182	0,182	0	0,091
51	0	0	0	0,111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,667	0,111	0,111	0
52	0,182	0	0	0	0,045	0,045	0	0	0	0	0	0,045	0	0	0	0,091	0,091	0,136	0,227	0	0,136
53	0	0	0	0	0,077	0	0	0	0	0	0	0	0,077	0,077	0	0,154	0,154	0,077	0,077	0,154	0,077
54	0,286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,286	0	0	0	0	0	0,071	0,143	0	0	0,214
55	0,067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,267	0,2	0,067	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2

Tabla B.2: Matriz de Transición Sala 2. Fuente propia.

La probabilidad inicial de tocar con el dispositivo móvil un Objeto de Museo A_i , denotada $Pr(A_i(1))$, está dada por el número de toques al Objeto como primer Objeto visto dividido por la sumatoria total de toques a todos los Objetos de Museo que fueron elegidos como primera opción.

Tomando como ejemplo el Objeto con Id igual a 36 (Retrato del Arzobispo), el cálculo de su probabilidad inicial es:

$$Pr(1(1)) = \frac{5}{30}$$

En la tabla B.3 se resume las probabilidades iniciales de los Objetos de la sala 2.

Pr	Probabilidades
Pr(36)	0,033
Pr(37)	0,033
Pr(38)	0,067
Pr(39)	0,167
Pr(40)	0,033
Pr(45)	0,067
Pr(48)	0,033
Pr(49)	0,367
Pr(50)	0,067
Pr(51)	0,033
Pr(52)	0,067
Pr(53)	0,033

Tabla B.3: Probabilidades Iniciales Sala 2. Fuente propia.

B.1.2. Validación del modelado de cadenas de Markov para el movimiento de visitantes en el caso de estudio

Para validar el modelado por medio de CM del movimiento de los visitantes se hará uso de la validación expuesta en la sección 6.1.4, con el fin de identificar si existe relación entre el comportamiento del estado predecesor y el estado sucesor (haciendo referencia a los Objetos de Museo) del movimiento del visitante.

La hipótesis nula H_0 , se define como la independencia existente de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. La hipótesis alterna H_1 se define como la dependencia de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. Si H_0 es válida se concluye que no es confiable modelar el movimiento de los visitantes en el museo a través de CM.

Para realizar el análisis de Chi Cuadrado o Bondad de Ajuste se utiliza el programa SPSS, donde se ingresa el número de toques de los Objetos de Museo vistos por cada visitante en la Sala 1 del

museo(transiciones), registrados al ejecutar las experiencias que se llevaron a cabo en los meses de Noviembre y Diciembre de 2013 en la Casa Museo Mosquera. Obteniendo los siguientes resultados mostrados en las tablas B.4 y B.5.

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Predecesor * Sucesor	237	100,0 %	0	0 %	237	100,0 %

Tabla B.4: Resumen del Procesamiento de los Casos de la Sala 2. Fuente propia.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	754,876	400	3,98E-24
Razón de verosimilitudes	522,760	400	3,37E-05
Asociación lineal por lineal	9,166	1	0,002
N de casos válidos	237		

Tabla B.5: Pruebas de Chi Cuadrado X^2 de la Sala 2. Fuente propia.

Entonces, el valor calculado Chi Cuadrado es de $X^2 = 754,876$ y grados de libertad $gl = 400$. El valor de grados de libertad es dado por la multiplicación $(n - 1) * (k - 1)$ donde n es el número de filas de la matriz y k es el número de columnas de la matriz, como la matriz evaluada es de orden 21×21 , el valor de $gl = (21 - 1)(21 - 1) = 400$. Los grados de libertad permiten hallar el valor de $X^2_{(n-1)(k-1)}$ calculado con el programa “Critical Chi Square Value Calculator” [76], con un nivel de confianza de $p = 0,05$.

A continuación, se compara el valor calculado X^2 con el programa SPSS con el valor de referencia $X^2_{(n-1)(k-1)}$, para $gl = 400$

- $X^2 = 754,876$, valor calculado con el programa SPSS
- El valor de referencia $X^2_{(n-1)(k-1)}$ corresponde a un valor de 447,632, para un nivel de confianza de $p = 0,05$.

Por lo tanto, se cumple la definición 6.11 ($X^2 > X^2_{(n-1)(k-1)}$), rechazando así la hipótesis nula H_0 de independencia existente de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. Concluyendo que el movimiento de un visitante está influenciado por el estado u Objeto de Museo donde se encuentre para pasar a otro.

Se confirma así la validación de modelar el movimiento de los visitantes con Cadenas de Markov en la Sala 2.

B.1.3. Patrones de movilidad de las secuencias o transiciones del visitante en la Sala 2

Para llevar a cabo este análisis se debe determinar los patrones de movilidad para identificar las secuencias o transiciones significativas en el modelamiento del movimiento del visitante dentro del museo. Estos patrones de movilidad son determinados por el número de toques realizados a cada estado (etiqueta NFC asociada a cada Objeto de Museo), en donde la probabilidad de cada patrón se obtiene haciendo uso de la ecuación 6.13, utilizando los valores presentes en la matriz de transición (tabla B.2) y el vector de probabilidades iniciales (tabla B.3), para un número de toques n , donde n toma valores entre el rango de 2 y 16.

Los patrones y sus respectivas probabilidades son los registrados en las tablas B.6, B.7, B.8, B.9, B.10, B.11, B.12, B.13, B.14, B.15, B.16, B.17, B.18.

Patrón	45 - 48
Probabilidad	0,000476

Tabla B.6: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, $n=2$. Fuente propia

Patrón	38 - 41 - 54
Probabilidad	0,000794

Tabla B.7: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, $n=3$. Fuente propia

Patrón	50 - 47 - 46 - 44	52 - 52 - 52 - 52
Probabilidad	0,0000202	0,0000307

Tabla B.8: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, $n=4$. Fuente propia

Patrón	37 - 52 - 50 - 43 - 45	39 - 39 - 52 - 55 - 45
Probabilidad	0,00000076	0,00000947

Tabla B.9: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, $n=5$. Fuente propia

Patrón	39 - 40 - 43 - 50 - 52 - 46	52 - 51 - 53 - 48 - 47 - 43
Probabilidad	0,00000191	0,00000021

Tabla B.10: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, $n=6$. Fuente propia

Patrón	40 - 54 - 45 - 44 - 36 - 51 - 52	49 - 47 - 46 - 45 - 43 - 42 - 40
Probabilidad	0,00000096	0,00000424
Patrón	49 - 49 - 39 - 42 - 44 - 45 - 54	50 - 48 - 47 - 46 - 45 - 53 - 54
Probabilidad	0,00000008	0,00000285
Patrón	51 - 52 - 53 - 52 - 55 - 54 - 45	
Probabilidad	0,00000121	

Tabla B.11: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=7. Fuente propia

Patrón	38 - 37 - 42 - 53 - 50 - 55 - 46 - 49	39 - 40 - 41 - 43 - 46 - 48 - 54 - 52
Probabilidad	0,00000003	0,00000014
Patrón	39 - 40 - 43 - 55 - 46 - 45 - 44 - 41	45 - 45 - 44 - 43 - 47 - 46 - 45 - 43
Probabilidad	0,00000058	0,00000006
Patrón	49 - 51 - 52 - 53 - 39 - 38 - 37 - 47	49 - 51 - 52 - 53 - 54 - 55 - 46 - 47
Probabilidad	0,00000069	0,00000153
Patrón	49 - 52 - 39 - 39 - 41 - 43 - 55 - 45	
Probabilidad	0,00000002	

Tabla B.12: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=8. Fuente propia

Patrón	49 - 46 - 54 - 52 - 40 - 43 - 43 - 39 - 54	49 - 50 - 36 - 39 - 40 - 43 - 42 - 45 - 46
Probabilidad	0,0000000036	0,00000023148
Patrón	53 - 53 - 52 - 51 - 54 - 55 - 55 - 55	
Probabilidad	0,0000000045	

Tabla B.13: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=9. Fuente propia

Patrón	48 - 55 - 45 - 44 - 44 - 43 - 40 - 41 - 39 - 49	49 - 50 - 52 - 53 - 47 - 54 - 55 - 45 - 43 - 38
Probabilidad	0,0000000021	0,0000000257

Tabla B.14: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=10. Fuente propia

Patrón	49 - 49 - 53 - 51 - 52 - 55 - 54 - 45 - 44 - 43 - 39	49 - 50 - 53 - 55 - 47 - 46 - 45 - 43 - 42 - 40 - 39
Probabilidad	0,0000000429	0,0000000198

Tabla B.15: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=11. Fuente propia

Patrón	49 - 49 - 50 - 53 - 51 - 38 - 41 - 40 - 45 - 46 - 47 - 47
Probabilidad	0,0000000005

Tabla B.16: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=12. Fuente propia

Patrón	39 - 40 - 41 - 43 - 52 - 50 - 48 - 46 - 55 - 54 - 45 - 44 - 52
Probabilidad	0,0000000000426

Tabla B.17: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=13. Fuente propia

Patrón	36 - 37 - 38 - 39 - 40 - 41 - 43 - 44 - 54 - 51 - 52 - 53 - 50 - 48 - 47 - 46
Probabilidad	0,00000000000313

Tabla B.18: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 2, n=16. Fuente propia

B.1.4. Patrones de movilidad de cada Estado (Objeto de Museo) en la Sala 2

Se determina la probabilidad de llegar al estado j en el tiempo n en la ecuación 6.15, de la cual se infiere que la probabilidad de estar en un estado j es dada sin necesidad de conocer el estado en el cual da inicio.

La obtención de patrones consiste en obtener las probabilidades más significativas de la probabilidad de estado j en la transición n , P^n , de igual manera las probabilidades de estado inicial q . La secuencia de movimientos (patrones de movilidad) se generan a medida que la probabilidad P^n toma valores.

De esta manera la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de un salto será:

$$P^n, \text{ donde } n = 1, \text{ luego } q * P^1$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.19

Estado	OUT	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Probabilidad del Estado Resultante	0,111	0,006	0,033	0,022	0,074	0,066	0,044	0,019	0,030	0,020	0,006
Estado	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Probabilidad del Estado Resultante	0,037	0,054	0,024	0,079	0,103	0,068	0,090	0,060	0,030	0,022	

Tabla B.19: Probabilidad de estar en algún estado S después de un salto en la Sala 2. Fuente propia.

la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de dos saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 2, \text{ luego } q * P^2$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.20

Estado	OUT	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Probabilidad del Estado Resultante	0,202	0,011	0,009	0,022	0,043	0,047	0,036	0,018	0,067	0,012	0,040
Estado	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Probabilidad del Estado Resultante	0,046	0,050	0,035	0,022	0,039	0,031	0,111	0,060	0,050	0,046	

Tabla B.20: Probabilidad de estar en algún estado S después de dos saltos en la Sala 2. Fuente propia.

la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de tres saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 3, \text{ luego } q * P^3$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.21

Estado	OUT	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Probabilidad del Estado Resultante	0,304	0,005	0,011	0,012	0,040	0,037	0,027	0,016	0,057	0,024	0,056
Estado	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Probabilidad del Estado Resultante	0,054	0,044	0,020	0,010	0,029	0,029	0,071	0,048	0,049	0,059	

Tabla B.21: Probabilidad de estar en algún estado S después de tres saltos en la Sala 2. Fuente propia.

la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de cuatro saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 4, \text{ luego } q * P^4$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.22

Estado	OUT	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Probabilidad del Estado Resultante	0,394	0,005	0,006	0,012	0,029	0,031	0,021	0,015	0,053	0,029	0,062
Estado	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Probabilidad del Estado Resultante	0,049	0,036	0,018	0,008	0,019	0,020	0,060	0,035	0,047	0,051	

Tabla B.22: Probabilidad de estar en algún estado S después de cuatro saltos en la Sala 2. Fuente propia.

la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de cinco saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 5, \text{ luego } q * P^5$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.23

Estado	OUT	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Probabilidad del Estado Resultante	0,476	0,005	0,006	0,008	0,024	0,025	0,019	0,012	0,050	0,031	0,058
Estado	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Probabilidad del Estado Resultante	0,043	0,030	0,014	0,007	0,016	0,017	0,047	0,029	0,040	0,045	

Tabla B.23: Probabilidad de estar en algún estado S después de cinco saltos en la Sala 2. Fuente propia.

la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de seis saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 6, \text{ luego } q * P^6$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.24

Estado	OUT	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Probabilidad del Estado Resultante	0,547	0,005	0,004	0,008	0,021	0,021	0,016	0,011	0,045	0,029	0,051
Estado	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Probabilidad del Estado Resultante	0,037	0,026	0,012	0,006	0,013	0,014	0,040	0,023	0,035	0,038	

Tabla B.24: Probabilidad de estar en algún estado S después de seis saltos en la Sala 2. Fuente propia.

la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de siete saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 7, \text{ luego } q * P^7$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.25

Estado	OUT	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Probabilidad del Estado Resultante	0,608	0,004	0,004	0,006	0,018	0,019	0,014	0,010	0,040	0,025	0,044
Estado	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Probabilidad del Estado Resultante	0,032	0,022	0,010	0,005	0,011	0,012	0,034	0,020	0,030	0,033	

Tabla B.25: Probabilidad de estar en algún estado S después de siete saltos en la Sala 2. Fuente propia.

la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de ocho saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 8, \text{ luego } q * P^8$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.26

Estado	OUT	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Probabilidad del Estado Resultante	0,661	0,004	0,003	0,006	0,016	0,016	0,012	0,009	0,035	0,022	0,038
Estado	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Probabilidad del Estado Resultante	0,027	0,019	0,009	0,004	0,010	0,010	0,029	0,017	0,025	0,028	

Tabla B.26: Probabilidad de estar en algún estado S después de ocho saltos en la Sala 2. Fuente propia.

la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de nueve saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 9, \text{ luego } q * P^9$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.27

Estado	OUT	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Probabilidad del Estado Resultante	0,707	0,003	0,003	0,005	0,014	0,014	0,010	0,008	0,030	0,019	0,033
Estado	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Probabilidad del Estado Resultante	0,024	0,016	0,008	0,004	0,008	0,009	0,025	0,015	0,022	0,024	

Tabla B.27: Probabilidad de estar en algún estado S después de nueve saltos en la Sala 2. Fuente propia.

la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de diez saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 10, \text{ luego } q * P^{10}$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.28

Estado	OUT	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Probabilidad del Estado Resultante	0,747	0,003	0,003	0,004	0,012	0,012	0,009	0,007	0,026	0,017	0,028
Estado	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Probabilidad del Estado Resultante	0,020	0,014	0,007	0,003	0,007	0,008	0,022	0,013	0,019	0,021	

Tabla B.28: Probabilidad de estar en algún estado S después de diez saltos en la Sala 2. Fuente propia.

El paso a seguir es tomar las probabilidades más significativas de tocar la etiqueta NFC de un Objeto respecto a otro en el espacio de estados S después de generar un número de saltos por parte del visitante, esto se puede observar en las tablas B.19, B.20, B.21, B.22, B.23, B.24, B.25, B.26, B.27, B.28. El criterio para elegir las probabilidades significativas serán aquellas que superen la probabilidad promedio de estar en algún estado, si la probabilidad de estar en cualquier estado son iguales, entonces la probabilidad promedio es: $1/21 = 0,048$, donde 21 es el número total de estados en la Sala 2.

Por lo tanto tenemos los siguientes resultados mostrados en las tablas B.29, B.30, B.31, B.32, B.33, B.34, donde se presentan las probabilidades significativas de que un visitante esté en un estado con respecto a los demás entre 1 y 10 saltos.

Para el análisis de la probabilidad que un visitante se encuentre observando un Objeto del espacio de estados S después de n saltos, n toma los valores comprendidos entre 1 y 15, con un máximo de 15 saltos que indica que en este salto la secuencia de movimientos corresponde al número máximo de saltos entre los estados (16) modelado con las Cadenas de Markov. Pero se consideró tener en cuenta hasta el salto número 10, debido a que en el salto número 11 el estado "OUT" toma una probabilidad de aproximadamente 80 %, lo que indica que en este salto el visitante tiende a salir de la Sala 2, por lo tanto el análisis de los datos serán calculados hasta el salto número 10.

Patrón	39	40	47	49	50
P(r)	0,074	0,066	0,054	0,079	0,103
Patrón	51	52	53	OUT	
P(r)	0,068	0,09	0,06	0,111	

Tabla B.29: Probabilidad de estado resultante después de un periodo del periodo inicial en la Sala 2. Fuente propia.

Patrón	43	47	52	53	54	OUT
P(r)	0,067	0,05	0,111	0,06	0,05	0,202

Tabla B.30: Probabilidad de estado resultante después de dos periodos del periodo inicial en la Sala 2. Fuente propia.

Patrón	43	45	56	52	55	OUT
P(r)	0,057	0,056	0,054	0,071	0,059	0,304

Tabla B.31: Probabilidad de estado resultante después de tres periodos del periodo inicial en la Sala 2. Fuente propia.

Patrón	43	45	52	55	OUT
P(r)	0,057	0,056	0,06	0,051	0,394

Tabla B.32: Probabilidad de estado resultante después de cuatro periodos del periodo inicial en la Sala 2. Fuente propia.

Patrón	43	45	OUT
P(r)	0,05	0,058	0,476

Tabla B.33: Probabilidad de estado resultante después de cinco periodos del periodo inicial en la Sala 2. Fuente propia.

Patrón	45	OUT
P(r)	0,051	0,547

Tabla B.34: Probabilidad de estado resultante después de seis periodos del periodo inicial en la Sala 2. Fuente propia.

Después de siete períodos en adelante del periodo inicial, el único estado que supera la probabilidad promedio es el estado “OUT”, por lo que no es necesario tabular los siguientes saltos.

B.2. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 3

B.2.1. Definición de Estados y Matriz de Transición en la Sala 3

En la tabla B.35 se indican los códigos usados para cada uno de los Objetos de Museo que se encuentran ubicados en la sala 3 de la Casa Museo Mosquera de la Ciudad de Popayán, en donde se realizaron las experiencias en los meses de Noviembre y Diciembre de 2013.

Se determina así los estados de la Cadena de Markov que comprenden los 20 objetos de museo de la sala 3 y un estado adicional de absorción identificado como “OUT”, que comprende el estado de salida del espacio de estados S .

Para comenzar a modelar el movimiento de los visitantes con Cadenas de Markov, se obtiene la matriz de transición (Tabla B.36) y para ello es dibujado el árbol gráfico de transiciones (ver figuras B.3 y B.4) con la suma de todas las secuencias de movimientos por visitante y las frecuencias de cuando un visitante toca una etiqueta para poder visualizar la información del objeto. Se observa que el número máximo de transiciones es igual a 25, indicando el número máximo de objetos vistos por un visitante en el museo en la sala 3.

Id	Estado
63	ATUENDO COMPLETO DEL GENERAL
64	UNIFORME DE DIPLOMÁTICO
65	URNA DONDE REPOSA EL CORAZÓN DEL GENERAL MOSQUERA
66	CAJA DE MATEMÁTICAS Y UTENSILIOS DE MATEMÁTICAS
67	RELOJ DEL GENERAL MOSQUERA
68	ANTEOJO DE CAMPAÑA Y PORTA-ANTEOJOS
69	NIVELADORA Y PORTA-PISTOLA
70	URNA DE ALABASTRO ROSA Y CALENDARIO
71	ESCRITORIO BOULLE Y COFRE
72	CABELLOS DEL GENERAL TOMÁS C. DE MOSQUERA, CABELLOS DE JOAQUÍN MOSQUERA, GORRO DEL GENERAL TOMÁS C. DE MOSQUERA Y LIBRO
73	SILLA MONTURA MILITAR Y ESTRIBOS
74	MANDIL Y COLLARÍN
75	BANDA Y BASTON
76	BANDA DE LA LEGIÓN FRANCESA
77	SELLO DEL ESCUDO DE ARMAS DEL GENERAL MOSQUERA Y PIEDRA FILOSOFAL
78	MEDALLA DE GUASPUD CONDECORACIÓN BATALLA DE BARBACOAS Y MEDALLAS DE LOS ESTADOS UNIDOS DE COLOMBIA
79	GORRA DE SEDA
80	RETRATO DE DON MANUEL MARÍA MOSQUERA
81	ALBÚM FOTOGRÁFICO DE LA FAMILIA MOSQUERA
82	LIBRO

Tabla B.35: Objetos de Museo Sala 3. Fuente propia.

	OUT	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
OUT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0,053	0,053	0,211	0,158	0	0	0	0	0	0	0	0,211	0	0,053	0	0	0,053	0,105	0,053	0,053	0
64	0,053	0,105	0,053	0,421	0	0,105	0	0,053	0	0	0	0	0	0	0,053	0	0	0	0	0,158	0
65	0,278	0,056	0,222	0	0,167	0	0,056	0	0,056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,111	0,056
66	0,108	0	0,027	0	0,405	0,162	0,027	0,081	0	0,027	0	0,054	0	0	0	0	0	0	0	0,054	0,054
67	0,105	0	0,105	0,053	0,368	0	0,158	0,105	0,053	0	0	0	0	0	0	0	0,053	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0,286	0,357	0,071	0,143	0	0	0	0	0	0,071	0	0	0	0	0	0	0,071
69	0,091	0	0,091	0	0,182	0,182	0,182	0	0	0,091	0	0	0	0,091	0	0	0	0	0	0	0,091
70	0	0,056	0	0,056	0,056	0	0	0,056	0	0,167	0,333	0	0	0,111	0	0	0	0	0	0,056	0,111
71	0	0	0	0,067	0	0,067	0	0	0,267	0,067	0,267	0,067	0,067	0,067	0	0	0	0	0	0	0,067
72	0	0	0	0	0	0	0,067	0	0,2	0,133	0,067	0,2	0,067	0,133	0	0	0	0,067	0	0	0,067
73	0,037	0,111	0	0	0	0	0	0	0,074	0,259	0,111	0,148	0,185	0	0	0	0,037	0,037	0	0	0
74	0,125	0,063	0,063	0	0,063	0	0	0	0,063	0	0	0,063	0,313	0,125	0	0	0	0,063	0	0	0,063
75	0,125	0	0	0	0,125	0	0,063	0,063	0,188	0	0	0	0,25	0,063	0	0	0,063	0	0	0	0,063
76	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,6	0	0	0	0	0
77	0,154	0	0	0	0	0,231	0	0	0	0	0	0,231	0	0	0,154	0,231	0	0	0	0	0
78	0,167	0,056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,111	0,056	0,444	0,111	0,056	0	0
79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,222	0	0	0,556	0,222	0	0	0	0	0
80	0,222	0,111	0	0,111	0	0	0,222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,111	0	0	0,222	0
81	0,154	0,077	0	0,231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,077	0	0	0	0,385	0	0,077
82	0,308	0	0,077	0	0	0	0,154	0	0	0,077	0	0	0	0,154	0,077	0	0	0	0,077	0	0,077

Tabla B.36: Matriz de Transición Sala 3. Fuente propia.

La probabilidad inicial de tocar con el dispositivo móvil un Objeto de Museo A_i , denotada $Pr(A_i(1))$, está dada por el número de toques al Objeto como primer Objeto visto dividido por la sumatoria total de toques a todos los Objetos de Museo que fueron elegidos como primera opción.

Tomando como ejemplo el Objeto con Id igual a 70 (Urna de alabastro rosa y calendario), el cálculo de su probabilidad inicial es:

$$Pr(70(1)) = \frac{3}{33}$$

En la tabla B.37 se resume las probabilidades iniciales de los Objetos de la sala 3.

Pr	Probabilidades
Pr(63)	0,212
Pr(64)	0,121
Pr(66)	0,061
Pr(69)	0,030
Pr(70)	0,091
Pr(73)	0,212
Pr(75)	0,061
Pr(76)	0,030
Pr(77)	0,030
Pr(79)	0,061
Pr(80)	0,030
Pr(81)	0,061

Tabla B.37: Probabilidades Iniciales Sala 3. Fuente propia.

B.2.2. Validación del modelado de Cadenas de Markov para el movimiento de visitantes en el caso de estudio

Para validar el modelado por medio de CM del movimiento de los visitantes se hará uso de la validación expuesta en la sección 6.1.4, con el fin de identificar si existe relación entre el comportamiento del estado predecesor y el estado sucesor (haciendo referencia a los Objetos de Museo) del movimiento del visitante.

La hipótesis nula H_0 , se define como la independencia existente de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. La hipótesis alterna H_1 se define como la dependencia de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. Si H_0 es válida se concluye que no es confiable modelar el movimiento de los visitantes en el museo a través de CM.

Para realizar el análisis de Chi Cuadrado o Bondad de Ajuste se utiliza el programa SPSS, donde se ingresa el número de toques de los Objetos de Museo vistos por cada visitante en la Sala 3 del

museo(transiciones), registrados al ejecutar las experiencias que se llevaron a cabo en los meses de Noviembre y Diciembre de 2013 en la Casa Museo Mosquera. Obteniendo los siguientes resultados mostrados en las tablas B.38 y B.39.

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Predecesor * Sucesor	325	100,0 %	0	0 %	325	100,0 %

Tabla B.38: Resumen del Procesamiento de los Casos de la Sala 3. Fuente propia.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	938,615	400	0,000
Razón de verosimilitudes	720,139	400	0,000
Asociación lineal por lineal	2,244	1	0,134
N de casos válidos	325		

Tabla B.39: Pruebas de Chi Cuadrado X^2 de la Sala 3. Fuente propia.

Entonces, el valor calculado Chi Cuadrado es de $X^2 = 938,615$ y grados de libertad $gl = 400$. El valor de grados de libertad es dado por la multiplicación $(n - 1) * (k - 1)$ donde n es el número de filas de la matriz y k es el número de columnas de la matriz, como la matriz evaluada es de orden 21×21 , el valor de $gl = (21 - 1)(21 - 1) = 400$. Los grados de libertad permiten hallar el valor de $X^2_{(n-1)(k-1)}$ calculado con el programa “Critical Chi Square Value Calculator” [76], con un nivel de confianza de $p = 0,05$.

A continuación, se compara el valor calculado X^2 con el programa SPSS con el valor de referencia $X^2_{(n-1)(k-1)}$, para $gl = 400$

- $X^2 = 938,615$, valor calculado con el programa SPSS
- El valor de referencia $X^2_{(n-1)(k-1)}$ corresponde a un valor de 447,632, para un nivel de confianza de $p = 0,05$.

Por lo tanto, se cumple la definición 6.11 ($X^2 > X^2_{(n-1)(k-1)}$), rechazando así la hipótesis nula H_0 de independencia existente de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. Concluyendo que el movimiento de un visitante está influenciado por el estado u Objeto de Museo donde se encuentre para pasar a otro.

Se confirma así la validación de modelar el movimiento de los visitantes con Cadenas de Markov en la Sala 3.

B.2.3. Patrones de Movilidad de las secuencias o transiciones del visitante en la Sala 3

Para llevar a cabo este análisis se debe determinar los patrones de movilidad para identificar las secuencias o transiciones significativas en el modelamiento del movimiento del visitante dentro del museo. Estos patrones de movilidad son determinados por el número de toques realizados a cada estado (etiqueta NFC asociada a cada Objeto de Museo), en donde la probabilidad de cada patrón se obtiene haciendo uso de la ecuación 6.13, utilizando los valores presentes en la matriz de transición (tabla B.36) y el vector de probabilidades iniciales (tabla B.37), para un número de toques n , donde n toma valores entre el rango de 3 y 25.

Los patrones y sus respectivas probabilidades son los registrados en las tablas B.40, B.41, B.42, B.43, B.44, B.45, B.46, B.47, B.48, B.49, B.50, B.51, B.52, B.53, B.54.

Patrón	64 - 63 - 65
Probabilidad	0,00056

Tabla B.40: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, $n=3$. Fuente propia

Patrón	70 - 65 - 66 - 82
Probabilidad	0,000014

Tabla B.41: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, $n=4$. Fuente propia

Patrón	64 - 65 - 81 - 77 - 67	73 - 63 - 78 - 76 - 77	75 - 70 - 72 - 71 - 74	77 - 67 - 66 - 71 - 65
Probabilidad	0,00001060	0,00001272	0,00000421	0,00000129

Tabla B.42: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, $n=5$. Fuente propia

Patrón	63 - 73 - 72 - 75 - 74 - 66	66 - 67 - 68 - 69 - 72 - 73	73 - 74 - 64 - 65 - 66 - 67
Probabilidad	0,00000112	0,00000015	0,00000294

Tabla B.43: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, $n=6$. Fuente propia

Patrón	63 - 64 - 65 - 68 - 67 - 66 - 82	63 - 64 - 67 - 66 - 73 - 71 - 82	63 - 73 - 70 - 66 - 64 - 65 - 81
Probabilidad	0,00000229	0,00000050	0,00000004
Patrón	70 - 72 - 73 - 74 - 74 - 63 - 63	73 - 71 - 70 - 75 - 66 - 66 - 69	76 - 77 - 73 - 63 - 64 - 81 - 80
Probabilidad	0,00000006	0,00000061	0,00000132

Tabla B.44: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, $n=7$. Fuente propia

Patrón	63 - 79 - 73 - 74 - 75 - 68 - 67 - 66	64 - 81 - 80 - 68 - 67 - 69 - 82 - 76
Probabilidad	0,0000001021	0,0000000860

Tabla B.45: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=8. Fuente propia

Patrón	69 - 68 - 75 - 69 - 66 - 66 - 67 - 64 - 65	73 - 71 - 70 - 71 - 67 - 68 - 66 - 81 - 65
Probabilidad	0,0000000036	0,0000000255
Patrón	73 - 72 - 70 - 75 - 78 - 77 - 67 - 68 - 66	
Probabilidad	0,0000000020	

Tabla B.46: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=9. Fuente propia

Patrón	70 - 82 - 68 - 66 - 67 - 65 - 64 - 81 - 63 - 79 - 77	73 - 72 - 75 - 70 - 81 - 65 - 82 - 68 - 66 - 67 - 64
Probabilidad	0,00000000092	0,00000000017
Patrón	79 - 77 - 73 - 71 - 70 - 82 - 64 - 65 - 63 - 75 - 66	
Probabilidad	0,00000000076	

Tabla B.47: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=11. Fuente propia

Patrón	75 - 74 - 79 - 77 - 73 - 71 - 72 - 68 - 67 - 66 - 81 - 80	79 - 77 - 78 - 76 - 75 - 74 - 73 - 71 - 72 - 70 - 63 - 81
Probabilidad	0,00000000340	0,00000000017
Patrón	81 - 80 - 65 - 64 - 76 - 77 - 78 - 79 - 73 - 74 - 75 - 82	
Probabilidad	0,00000000046	

Tabla B.48: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=12. Fuente propia

Patrón	81 - 80 - 63 - 73 - 73 - 73 - 73 - 74 - 74 - 74 - 70 - 72 - 82 - 75
Probabilidad	0,0000000000086

Tabla B.49: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=14. Fuente propia

Patrón	66 - 66 - 69 - 68 - 82 - 75 - 70 - 72 - 71 - 73 - 79 - 77 - 77 - 77 - 78
Probabilidad	0,000000000000414

Tabla B.50: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=15. Fuente propia

Patrón	63 - 73 - 73 - 71 - 71 - 75 - 75 - 74 - 74 - 74 - 82 - 82 - 80 - 68 - 69 - 75
Probabilidad	0,00000000000000016
Patrón	80 - 78 - 78 - 80 - 81 - 82 - 71 - 72 - 70 - 71 - 70 - 72 - 73 - 63 - 64 - 65
Probabilidad	0,00000000000000090

Tabla B.51: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=16. Fuente propia

Patrón	64 - 65 - 70 - 69 - 64 - 64 - 63 - 65 - 66 - 66 - 66 - 69 - 67 - 70 - 72 - 72 - 74
Probabilidad	0,000000000000000493

Tabla B.52: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=17. Fuente propia

Patrón	73 - 70 - 71 - 72 - 79 - 78 - 63 - 80 - 81 - 65 - 64 - 69 - 67 - 66 - 66 - 66 - 66 - 66 - 66 - 67 - 78
Probabilidad	0,000000000000000077

Tabla B.53: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=22. Fuente propia

Patrón	63 - 65 - 64 - 67 - 66 - 66 - 66 - 68 - 68 - 67 - 69 - 66 - 66 - 66 - 73 - 78 - 78 - 78 - 78 - 78 - 78 - 79 - 78 - 78
Probabilidad	0,000000000000000029

Tabla B.54: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 3, n=25. Fuente propia

B.2.4. Patrones de movilidad de cada Estado (Objeto de Museo) en la Sala 3

Se determina la probabilidad de llegar al estado j en el tiempo n en la ecuación 6.15, de la cual se infiere que la probabilidad de estar en un estado j es dada sin necesidad de conocer el estado en el cual da inicio.

La obtención de patrones consiste en obtener las probabilidades más significativas de la probabilidad del estado j en la transición n , P^n , de igual manera las probabilidades de estado inicial q . La secuencia de movimientos (patrones de movilidad) se generan a medida que la probabilidad P^n toma valores.

De esta manera la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de un salto será:

$$P^n, \text{ donde } n = 1, \text{ luego } q * P^1$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.55

Estado	OUT	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Probabilidad del Estado Resultante	0,069	0,061	0,055	0,107	0,043	0,035	0,018	0,020	0,027	0,072	0,057
Estado	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
Probabilidad del Estado Resultante	0,100	0,054	0,034	0,006	0,061	0,047	0,030	0,034	0,045	0,025	

Tabla B.55: Probabilidad de estar en algún estado S después de un salto en la Sala 3. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de dos saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 2, \text{ luego } q * P^2$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.56

Estado	OUT	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Probabilidad del Estado Resultante	0,170	0,041	0,051	0,055	0,066	0,042	0,035	0,016	0,055	0,046	0,045
Estado	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
Probabilidad del Estado Resultante	0,070	0,053	0,036	0,010	0,036	0,056	0,022	0,025	0,035	0,034	

Tabla B.56: Probabilidad de estar en algún estado S después de dos saltos en la Sala 3. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de tres saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 3, \text{ luego } q * P^3$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.57

Estado	OUT	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Probabilidad del Estado Resultante	0,256	0,033	0,037	0,047	0,075	0,043	0,033	0,023	0,042	0,041	0,043
Estado	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
Probabilidad del Estado Resultante	0,051	0,044	0,037	0,012	0,030	0,050	0,019	0,021	0,029	0,034	

Tabla B.57: Probabilidad de estar en algún estado S después de tres saltos en la Sala 3. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de cuatro saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 4, \text{ luego } q * P^4$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.58

Estado	OUT	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Probabilidad del Estado Resultante	0,334	0,026	0,033	0,037	0,077	0,042	0,033	0,022	0,038	0,033	0,035
Estado	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
Probabilidad del Estado Resultante	0,044	0,038	0,035	0,010	0,027	0,044	0,017	0,018	0,024	0,031	

Tabla B.58: Probabilidad de estar en algún estado S después de cuatro saltos en la Sala 3. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de cinco saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 5, \text{ luego } q * P^5$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.59

Estado	OUT	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Probabilidad del Estado Resultante	0,404	0,023	0,029	0,032	0,075	0,040	0,030	0,021	0,032	0,029	0,031
Estado	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
Probabilidad del Estado Resultante	0,038	0,033	0,031	0,009	0,024	0,039	0,014	0,015	0,021	0,028	

Tabla B.59: Probabilidad de estar en algún estado S después de cinco saltos en la Sala 3. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de seis saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 6, \text{ luego } q * P^6$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.60

Estado	OUT	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Probabilidad del Estado Resultante	0,467	0,020	0,026	0,028	0,071	0,037	0,028	0,020	0,028	0,025	0,027
Estado	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
Probabilidad del Estado Resultante	0,033	0,029	0,027	0,008	0,021	0,034	0,012	0,014	0,019	0,025	

Tabla B.60: Probabilidad de estar en algún estado S después de seis saltos en la Sala 3. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de siete saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 7, \text{ luego } q * P^7$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.61

Estado	OUT	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Probabilidad del Estado Resultante	0,523	0,017	0,023	0,025	0,066	0,034	0,025	0,018	0,025	0,023	0,024
Estado	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
Probabilidad del Estado Resultante	0,029	0,026	0,024	0,007	0,018	0,030	0,011	0,012	0,017	0,023	

Tabla B.61: Probabilidad de estar en algún estado S después de siete saltos en la Sala 3. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de ocho saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 8, \text{ luego } q * P^8$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.98

Estado	OUT	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Probabilidad del Estado Resultante	0,573	0,015	0,021	0,022	0,060	0,031	0,023	0,017	0,022	0,020	0,021
Estado	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
Probabilidad del Estado Resultante	0,026	0,022	0,021	0,006	0,016	0,027	0,009	0,011	0,015	0,020	

Tabla B.62: Probabilidad de estar en algún estado S después de ocho saltos en la Sala 3. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de nueve saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 9, \text{ luego } q * P^9$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.63

Estado	OUT	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Probabilidad del Estado Resultante	0,618	0,014	0,019	0,020	0,055	0,028	0,021	0,015	0,020	0,018	0,019
Estado	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
Probabilidad del Estado Resultante	0,023	0,020	0,019	0,006	0,014	0,024	0,008	0,010	0,013	0,018	

Tabla B.63: Probabilidad de estar en algún estado S después de nueve saltos en la Sala 3. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de diez saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 10, \text{ luego } q * P^{10}$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.64

Estado	OUT	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Probabilidad del Estado Resultante	0,658	0,012	0,017	0,018	0,049	0,025	0,019	0,014	0,018	0,016	0,016
Estado	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	
Probabilidad del Estado Resultante	0,020	0,018	0,017	0,005	0,013	0,021	0,007	0,009	0,012	0,016	

Tabla B.64: Probabilidad de estar en algún estado S después de diez saltos en la Sala 3. Fuente propia.

El paso a seguir es tomar las probabilidades más significativas de tocar la etiqueta NFC de un Objeto respecto a otro en el espacio de estados S después de generar un número de saltos por parte del visitante, esto se puede observar en las tablas B.55, B.56, B.57, B.58, B.59, B.60, B.61, B.98, B.63, B.64. El criterio para elegir las probabilidades significativas serán aquellas que superen la probabilidad promedio de estar en algún estado, si la probabilidad de estar en cualquier estado son iguales, entonces la probabilidad promedio es: $1/21 = 0,048$, donde 21 es el número total de estados en la Sala 3.

Por lo tanto tenemos los siguientes resultados mostrados en las tablas B.65, B.66, B.67, B.68, B.69, B.70, B.71, B.72, B.73, donde se presentan las probabilidades significativas de que un visitante esté en un estado con respecto a los demás entre 1 y 10 saltos.

Para el análisis de la probabilidad que un visitante se encuentre observando un Objeto del espacio de estados S después de n saltos, n toma los valores comprendidos entre 1 y 24, con un máximo de 24 saltos que indica que en este salto la secuencia de movimientos corresponde al número máximo de saltos entre los estados (25) modelado con las Cadenas de Markov. Pero se consideró tener en cuenta hasta el salto número 10, debido a que en el salto número 11 el estado "OUT" toma una probabilidad de aproximadamente 70 %, lo que indica que en este salto el visitante tiende a salir de la Sala 3, por lo tanto el análisis de los datos serán calculados hasta el salto número 10.

Patrón	63	64	65	71	72
P(r)	0,061	0,055	0,107	0,072	0,057
Patrón	73	74	77	OUT	
P(r)	0,100	0,054	0,061	0,069	

Tabla B.65: Probabilidad de estado resultante después de un periodo del periodo inicial en la Sala 3. Fuente propia.

Patrón	64	65	66	70
P(r)	0,051	0,055	0,066	0,055
Patrón	73	74	78	OUT
P(r)	0,070	0,053	0,056	0,170

Tabla B.66: Probabilidad de estado resultante después de dos periodos del periodo inicial en la Sala 3. Fuente propia.

Patrón	66	73	78	OUT
P(r)	0,075	0,051	0,050	0,256

Tabla B.67: Probabilidad de estado resultante después de tres periodos del periodo inicial en la Sala 3. Fuente propia.

Patrón	66	OUT
P(r)	0,077	0,334

Tabla B.68: Probabilidad de estado resultante después de cuatro periodos del periodo inicial en la Sala 3. Fuente propia.

Patrón	66	OUT
P(r)	0,075	0,404

Tabla B.69: Probabilidad de estado resultante después de cinco periodos del periodo inicial en la Sala 3. Fuente propia.

Patrón	66	OUT
P(r)	0,071	0,467

Tabla B.70: Probabilidad de estado resultante después de seis periodos del periodo inicial en la Sala 3. Fuente propia.

Patrón	66	OUT
P(r)	0,066	0,523

Tabla B.71: Probabilidad de estado resultante después de siete periodos del periodo inicial en la Sala 3. Fuente propia.

Patrón	66	OUT
P(r)	0,060	0,573

Tabla B.72: Probabilidad de estado resultante después de ocho periodos del periodo inicial en la Sala 3. Fuente propia.

Patrón	66	OUT
P(r)	0,055	0,618

Tabla B.73: Probabilidad de estado resultante después de nueve periodos del periodo inicial en la Sala 3. Fuente propia.

Después de diez períodos en adelante del periodo inicial, el único estado que supera la probabilidad promedio es el estado “OUT”, por lo que no es necesario tabular los siguientes saltos

B.3. Análisis Cadenas de Markov en la Sala 4

B.3.1. Definición de Estados y Matriz de Transición en la Sala 4

En la tabla B.74 se indican los códigos usados para cada uno de los Objetos de Museo que se encuentran ubicados en la sala 4 de la Casa Museo Mosquera de la Ciudad de Popayán, en donde se realizaron las experiencias en los meses de Noviembre y Diciembre de 2013.

Se determina así los estados de la Cadena de Markov que comprenden los 22 objetos de museo de la sala 4 y un estado adicional de absorción identificado como “OUT”, que comprende el estado de salida del espacio de estados S .

Para comenzar a modelar el movimiento de los visitantes con Cadenas de Markov, se obtiene la matriz de transición (Tabla B.75 y para ello es dibujado el árbol gráfico de transiciones (ver figuras B.5 y B.6) con la suma de todas las secuencias de movimientos por visitante y las frecuencias de cuando un visitante toca una etiqueta para poder visualizar la información del objeto. Se observa que el número máximo de transiciones es igual a 17, indicando el número máximo de objetos vistos por un visitante en el museo en la sala 4.

Id	Estado
85	CUADRO SIMÓN BOLIVAR AUTOR LUIS RENGIFO
86	JUEGO DE TACITA Y PLATILLO DE PORCELANA Y PEINETÓN CONMEMORATIVO
87	MANTILLA ESPAÑOLA Y ABANICO DE MARFIL, TACITA DE VAJILLA DEL SABIO CALDAS Y FRUTEROS DE PORCELANA
88	OLEO DE JOSÉ HILARIO LÓPEZ
89	ESTUCHE Y ÓVALO CON RETRATOS DEL GENERAL OBANDO
90	REFLEXIONES SOBRE EL DELITO, SELLO DE COBRE, RETRATO DE DOÑA CORNELIA OBANDO, FOTOGRAFÍA DE LICENIA CAJIAO Y SOMBRERO DEL GENERAL OBANDO
91	UNIFORME DE GALA
92	CAJA DE PISTOLAS INGLESAS
93	ÓLEO DEL GENERAL OBANDO
94	RETRATO CARLOS ALBÁN Y CORONA CONMEMORATIVA
95	RELOJ MUNDIAL
96	RETRATO Y VENTANILLA DEL BARCO CHILENO "LAUTARO"
97	PUÑOS DE UNIFORME DE CARLOS ALBÁN Y GORRO DE TELA
98	ZAPATILLAS DEL GENERAL OBANDO
99	PAR DE CHARRETERA
100	CINTURÓN DE TELA PARA PORTAR SABLE, MANCORNAS Y PORTAPLUMAS
101	CUADRO DEL MAESTRO DON ALONSO
102	DOCUMENTOS DE CARLOS ALBÁN
103	SABLE DE GUERRA
104	BANDA Y BASTÓN
105	PANTALONES DE PAÑO DE SEDA
106	PESEBRE DE 43 FIGURAS

Tabla B.74: Objetos de Museo Sala 4. Fuente propia

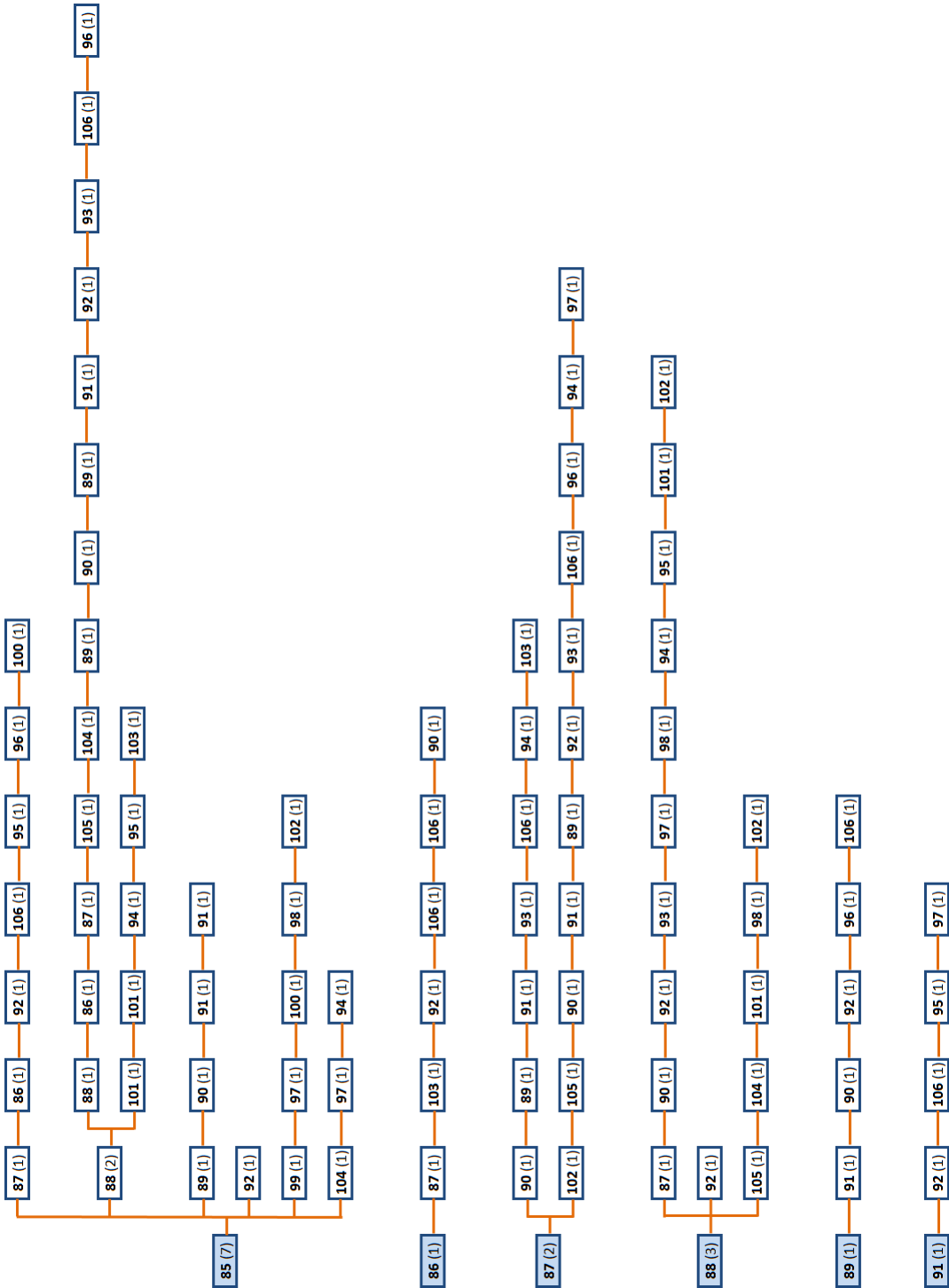


Figura B.5: Árbol de transiciones de la Sala 4, primera parte. Fuente propia

	OUT	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
OUT	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0,111	0	0,111	0,222	0,111	0	0,111	0,111	0	0	0	0	0	0	0,111	0	0	0	0	0,111	0	0
86	0	0	0	0,667	0	0	0	0	0,333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	0	0	0,167	0	0	0	0,333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,167	0,167	0	0,167	0
88	0	0,143	0,143	0,143	0,143	0	0	0	0,143	0	0	0	0	0	0	0	0	0,143	0	0	0	0,143	0
89	0	0	0	0	0	0	0,429	0,429	0,143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	0,1	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,2
91	0,091	0	0	0	0	0,182	0,182	0,091	0,182	0,182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,091	0	0
92	0,333	0	0	0	0	0	0,056	0,056	0	0,167	0,056	0	0,056	0	0,056	0	0	0	0	0,056	0	0	0,167
93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,167	0	0,167	0	0,167	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
94	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0,375	0	0,125	0	0	0	0,125	0	0,125	0	0	0
95	0,154	0	0	0	0	0	0	0	0,154	0	0	0,077	0,154	0,077	0	0,077	0	0,077	0,077	0,077	0	0	0,077
96	0,286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,286	0,143	0	0	0	0	0,143	0	0	0	0	0	0,143
97	0,167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,167	0	0,083	0,167	0,25	0	0,167	0	0	0	0	0	0
98	0	0	0	0	0	0	0	0,091	0,091	0	0,091	0,091	0	0,182	0,091	0,182	0,091	0	0,182	0	0	0	0
99	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,167	0	0	0,167	0	0	0	0	0	0,167
100	0,143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,143	0	0,143	0,286	0,143	0	0,143	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,083	0	0,083	0	0,167	0	0,083	0,333	0,167	0,083	0	0	0
102	0,455	0	0	0	0,091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,182	0,182	0	0,091	0
103	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0,125	0	0,125	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0
104	0,143	0	0	0	0	0,143	0	0	0	0	0	0	0	0,143	0	0	0	0,143	0	0	0	0,429	0
105	0	0	0	0	0	0	0,167	0,333	0	0	0	0	0	0	0,167	0	0	0	0	0	0,333	0	0
106	0,167	0	0	0	0	0	0,083	0	0,25	0	0,083	0,167	0,167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,083

Tabla B.75: Matriz de Transición Sala 4. Fuente propia.

La probabilidad inicial de tocar con el dispositivo móvil un Objeto de Museo A_i , denotada $Pr(A_i(1))$, está dada por el número de toques al Objeto como primer Objeto visto dividido por la sumatoria total de toques a todos los Objetos de Museo que fueron elegidos como primera opción.

Tomando como ejemplo el Objeto con Id igual a 85 (Cuadro Simón Bolívar), el cálculo de su probabilidad inicial es:

$$Pr(85(1)) = \frac{7}{31}$$

En la tabla B.76 se resume las probabilidades iniciales de los Objetos de la sala 4.

Pr	Probabilidades
Pr(85)	0,226
Pr(86)	0,032
Pr(87)	0,065
Pr(88)	0,097
Pr(89)	0,032
Pr(91)	0,032
Pr(92)	0,065
Pr(95)	0,065
Pr(97)	0,032
Pr(99)	0,032
Pr(101)	0,097
Pr(102)	0,097
Pr(103)	0,032
Pr(104)	0,097

Tabla B.76: Probabilidades Iniciales Sala 4. Fuente propia.

B.3.2. Validación del modelado de Cadenas de Markov para el movimiento de visitantes en el caso de estudio

Para validar el modelado por medio de CM del movimiento de los visitantes se hará uso de la validación expuesta en la sección 6.1.4, con el fin de identificar si existe relación entre el comportamiento del estado predecesor y el estado sucesor (haciendo referencia a los Objetos de Museo) del movimiento del visitante.

La hipótesis nula H_0 , se define como la independencia existente de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. La hipótesis alterna H_1 se define como la dependencia de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. Si H_0 es válida se concluye que no es confiable modelar el movimiento de los visitantes en el museo a través de CM.

Para realizar el análisis de Chi Cuadrado o Bondad de Ajuste se utiliza el programa SPSS, donde se ingresa el número de toques de los Objetos de Museo vistos por cada visitante en la Sala 3 del museo(transiciones), registrados al ejecutar las experiencias que se llevaron a cabo en los meses de Noviembre y Diciembre de 2013 en la Casa Museo Mosquera. Obteniendo los siguientes resultados mostrados en las tablas B.77 y B.78.

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Predecesor * Sucesor	198	100,0 %	0	0 %	198	100,0 %

Tabla B.77: Resumen del Procesamiento de los Casos de la Sala 4. Fuente propia.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	705,744a	484	1,68E-10
Razón de verosimilitudes	494,705	484	0,358
Asociación lineal por lineal	,486	1	0,486
N de casos válidos	198		

Tabla B.78: Pruebas de Chi Cuadrado X^2 de la Sala 4. Fuente propia.

Entonces, el valor calculado Chi Cuadrado es de $X^2 = 705,744$ y grados de libertad $gl = 484$. El valor de grados de libertad es dado por la multiplicación $(n - 1) * (k - 1)$ donde n es el número de filas de la matriz y k es el número de columnas de la matriz, como la matriz evaluada es de orden 23×23 , el valor de $gl = (23 - 1)(23 - 1) = 484$. Los grados de libertad permiten hallar el valor de $X^2_{(n-1)(k-1)}$ calculado con el programa “Critical Chi Square Value Calculator” [76], con un nivel de confianza de $p = 0,05$.

A continuación, se compara el valor calculado X^2 con el programa SPSS con el valor de referencia $X^2_{(n-1)(k-1)}$, para $gl = 484$

- $X^2 = 705,744$, valor calculado con el programa SPSS
- El valor de referencia $X^2_{(n-1)(k-1)}$ corresponde a un valor de 536.287, para un nivel de confianza de $p = 0,05$.

Por lo tanto, se cumple la definición 6.11 ($X^2 > X^2_{(n-1)(k-1)}$), rechazando así la hipótesis nula H_0 de independencia existente de pasar de un Objeto de Museo predecesor a un Objeto de Museo sucesor de acuerdo al movimiento del visitante. Concluyendo que el movimiento de un visitante está influenciado por el estado u Objeto de Museo donde se encuentre para pasar a otro.

Se confirma así la validación de modelar el movimiento de los visitantes con Cadenas de Markov en la Sala 4.

B.3.3. Patrones de Movilidad de las secuencias o transiciones del visitante en la Sala 4

Para llevar a cabo este análisis se debe determinar los patrones de movilidad para identificar las secuencias o transiciones significativas en el modelamiento del movimiento del visitante dentro del museo. Estos patrones de movilidad son determinados por el número de toques realizados a cada estado (etiqueta NFC asociada a cada Objeto de Museo), en donde la probabilidad de cada patrón se obtiene haciendo uso de la ecuación 6.13, utilizando los valores presentes en la matriz de transición (tabla B.75) y el vector de probabilidades iniciales (tabla B.76), para un número de toques n , donde n toma valores entre el rango de 2 y 17.

Los patrones y sus respectivas probabilidades son los registrados en las tablas B.79, B.80, B.81, B.82, B.83, B.84, B.85, B.86, B.87, B.88, B.89, B.90.

Patrón	99
Probabilidad	0,0161

Tabla B.79: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, $n=1$. Fuente propia

Patrón	85 - 92	88 - 92	95 - 99	102 - 102
Probabilidad	0,00836	0,00461	0,00248	0,00799

Tabla B.80: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, $n=2$. Fuente propia

Patrón	92 - 90 - 106	95 - 102 - 102
Probabilidad	0,00012	0,00041

Tabla B.81: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, $n=3$. Fuente propia

Patrón	85 - 104 - 97 - 94	92 - 94 - 101 - 103	101 - 96 - 95 - 92
Probabilidad	0,0000747	0,0000187	0,0000591

Tabla B.82: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, $n=4$. Fuente propia

Patrón	85 - 89 - 90 - 91 - 91	91 - 92 - 106 - 95 - 97
Probabilidad	0,0000178	0,0000021
Patrón	101 - 100 - 95 - 92 - 103	102 - 103 - 97 - 98 - 92
Probabilidad	0,0000049	0,0000167

Tabla B.83: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, $n=5$. Fuente propia

Patrón	85 - 99 - 97 - 100 - 98 - 102	88 - 105 - 104 - 101 - 98 - 102
Probabilidad	0,00001646	0,00000907
Patrón	89 - 91 - 90 - 92 - 96 - 106	104 - 105 - 98 - 97 - 97 - 96
Probabilidad	0,00000067	0,00000499

Tabla B.84: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=6. Fuente propia

Patrón	85 - 88 - 101 - 101 - 94 - 95 - 103	86 - 87 - 103 - 92 - 106 - 106 - 90
Probabilidad	0,00000287	0,00000005
Patrón	101 - 98 - 97 - 100 - 99 - 106 - 92	102 - 103 - 95 - 95 - 96 - 94 - 92
Probabilidad	0,00000097	0,00000031
Patrón	104 - 105 - 91 - 89 - 90 - 98 - 99	
Probabilidad	0,00000979	

Tabla B.85: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=7. Fuente propia

Patrón	85 - 87 - 86 - 92 - 106 - 95 - 96 - 100	87 - 90 - 89 - 91 - 93 - 106 - 94 - 103
Probabilidad	0,000000122	0,000000873
Patrón	103 - 100 - 98 - 95 - 106 - 92 - 91 - 104	
Probabilidad	0,000000001	

Tabla B.86: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=8. Fuente propia

Patrón	88 - 87 - 90 - 92 - 93 - 97 - 98 - 94 - 95 - 101 - 102
Probabilidad	0,0000000013

Tabla B.87: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=11. Fuente propia

Patrón	87 - 102 - 105 - 90 - 91 - 89 - 92 - 93 - 106 - 96 - 94 - 97
Probabilidad	0,00000000007
Patrón	104 - 105 - 91 - 90 - 106 - 92 - 98 - 99 - 100 - 97 - 94 - 95
Probabilidad	0,00000000029

Tabla B.88: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=12. Fuente propia

Patrón	85 - 88 - 88 - 86 - 87 - 105 - 104 - 89 - 90 - 89 - 91 - 92 - 93 - 106 - 96
Probabilidad	0,00000000010

Tabla B.89: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=15. Fuente propia

Patrón	97 - 97 - 98 - 98 - 100 - 101 - 101 - 101 - 101 - 102 - 88 - 85 - 85 - 91 - 93 - 93 - 95
Probabilidad	0,0000000000000012

Tabla B.90: Probabilidad de patrones de movimiento Sala 4, n=17. Fuente propia

B.3.4. Patrones de movilidad de cada Estado (Objeto de Museo) en la Sala 4

Se determina la probabilidad de llegar al estado j en el tiempo n en la ecuación 6.15, de la cual se infiere que la probabilidad de estar en un estado j es dada sin necesidad de conocer el estado en el cual da inicio.

La obtención de patrones consiste en obtener las probabilidades más significativas de la probabilidad del estado j en la transición n , P^n , de igual manera las probabilidades de estado inicial q . La secuencia de movimientos (patrones de movilidad) se generan a medida que la probabilidad P^n toma valores.

De esta manera la probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de un salto será:

$$P^n, \text{ donde } n = 1, \text{ luego } q * P^1$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.91

Estado	OUT	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Probabilidad del Estado Resultante	0,130	0,039	0,025	0,060	0,073	0,045	0,045	0,045	0,074	0,017	0,017	0,009
Estado	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	
Probabilidad del Estado Resultante	0,024	0,034	0,028	0,030	0,023	0,065	0,049	0,045	0,028	0,075	0,021	

Tabla B.91: Probabilidad de estar en algún estado S después de un salto en la Sala 4. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de dos saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 2, \text{ luego } q * P^2$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.92

Estado	OUT	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Probabilidad del Estado Resultante	0,250	0,015	0,020	0,031	0,024	0,026	0,066	0,066	0,063	0,023	0,026	0,028
Estado	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	
Probabilidad del Estado Resultante	0,017	0,034	0,049	0,013	0,028	0,042	0,036	0,031	0,033	0,037	0,041	

Tabla B.92: Probabilidad de estar en algún estado S después de dos saltos en la Sala 4. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de tres saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 3, \text{ luego } q * P^3$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.93

Estado	OUT	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Probabilidad del Estado Resultante	0,356	0,005	0,009	0,019	0,010	0,032	0,046	0,048	0,067	0,026	0,026	0,038
Estado	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	
Probabilidad del Estado Resultante	0,021	0,039	0,044	0,017	0,022	0,032	0,030	0,024	0,020	0,026	0,046	

Tabla B.93: Probabilidad de estar en algún estado S después de tres saltos en la Sala 4. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de cuatro saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 4, \text{ luego } q * P^4$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.94

Estado	OUT	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Probabilidad del Estado Resultante	0,456	0,002	0,005	0,008	0,005	0,021	0,040	0,040	0,055	0,024	0,027	0,038
Estado	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	
Probabilidad del Estado Resultante	0,023	0,037	0,038	0,015	0,022	0,024	0,025	0,021	0,014	0,016	0,046	

Tabla B.94: Probabilidad de estar en algún estado S después de cuatro saltos en la Sala 4. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de cinco saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 5, \text{ luego } q * P^5$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.95

Estado	OUT	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Probabilidad del Estado Resultante	0,546	0,001	0,002	0,004	0,003	0,017	0,028	0,029	0,048	0,020	0,025	0,037
Estado	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	
Probabilidad del Estado Resultante	0,022	0,033	0,033	0,013	0,020	0,020	0,020	0,017	0,009	0,010	0,042	

Tabla B.95: Probabilidad de estar en algún estado S después de cinco saltos en la Sala 4. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de seis saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 6, \text{ luego } q * P^6$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.96

Estado	OUT	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Probabilidad del Estado Resultante	0,623	0,001	0,001	0,002	0,002	0,012	0,022	0,022	0,039	0,017	0,023	0,034
Estado	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	
Probabilidad del Estado Resultante	0,020	0,029	0,028	0,012	0,018	0,017	0,016	0,015	0,006	0,007	0,035	

Tabla B.96: Probabilidad de estar en algún estado S después de seis saltos en la Sala 4. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de siete saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 7, \text{ luego } q * P^7$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.97

Estado	OUT	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Probabilidad del Estado Resultante	0,688	0,000	0,001	0,001	0,002	0,009	0,016	0,016	0,032	0,013	0,020	0,029
Estado	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	
Probabilidad del Estado Resultante	0,017	0,025	0,023	0,010	0,015	0,015	0,014	0,012	0,004	0,005	0,030	

Tabla B.97: Probabilidad de estar en algún estado S después de siete saltos en la Sala 4. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de ocho saltos será:

$$P^n, \text{ donde } n = 8, \text{ luego } q * P^8$$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla ??

Estado	OUT	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Probabilidad del Estado Resultante	0,744	0,000	0,000	0,001	0,002	0,007	0,012	0,012	0,026	0,011	0,017	0,025
Estado	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	
Probabilidad del Estado Resultante	0,015	0,021	0,020	0,009	0,013	0,013	0,012	0,010	0,003	0,004	0,024	

Tabla B.98: Probabilidad de estar en algún estado S después de ocho saltos en la Sala 4. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de nueve saltos será:

P^n , donde $n = 9$, luego $q * P^9$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.99

Estado	OUT	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Probabilidad del Estado Resultante	0,790	0,000	0,000	0,001	0,001	0,005	0,009	0,009	0,021	0,008	0,014	0,021
Estado	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	
Probabilidad del Estado Resultante	0,012	0,018	0,016	0,007	0,011	0,011	0,010	0,009	0,002	0,003	0,020	

Tabla B.99: Probabilidad de estar en algún estado S después de nueve saltos en la Sala 4. Fuente propia.

La probabilidad de que un visitante esté en algún Objeto del espacio de estados S después de diez saltos será:

P^n , donde $n = 10$, luego $q * P^{10}$

Obteniendo los resultados mostrados en la tabla B.100

Estado	OUT	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Probabilidad del Estado Resultante	0,828	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,007	0,007	0,017	0,007	0,012	0,017
Estado	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	
Probabilidad del Estado Resultante	0,010	0,015	0,014	0,006	0,009	0,009	0,008	0,007	0,002	0,002	0,016	

Tabla B.100: Probabilidad de estar en algún estado S después de diez saltos en la Sala 4. Fuente propia.

El paso a seguir es tomar las probabilidades más significativas de tocar la etiqueta NFC de un Objeto respecto a otro en el espacio de estados S después de generar un número de saltos por parte del visitante, esto se puede observar en las tablas B.91, B.92, B.93, B.94, B.95, B.96, B.97, ??, B.99, B.100. El criterio para elegir las probabilidades significativas serán aquellas que superen la probabilidad promedio de estar en algún estado, si la probabilidad de estar en cualquier estado son iguales, entonces la probabilidad promedio es: $1/23 = 0,043$, donde 23 es el número total de estados en la Sala 4.

Por lo tanto tenemos los siguientes resultados mostrados en las tablas B.101, B.102, B.103, B.104, B.105, donde representan las probabilidades significativas de que un visitante esté en un estado con respecto a los demás entre 1 y 10 saltos.

Para el análisis de la probabilidad que un visitante se encuentre observando un Objeto del espacio de estados S después de n saltos, n toma los valores comprendidos entre 1 y 16, con un máximo de 16 saltos que indica que en este salto la secuencia de movimientos corresponde al número máximo de saltos entre los estados (17) modelado con las Cadenas de Markov. Pero se consideró tener en cuenta hasta el salto número 10, debido a que en el salto número 11 el estado "OUT" toma una probabilidad de aproximadamente 85 %, lo que indica que en este salto

el visitante tiende a salir de la Sala 4, por lo tanto el análisis de los datos serán calculados hasta el salto número 10.

Patrón	87	88	89	90	91	92
P(r)	0,06	0,073	0,045	0,045	0,045	0,074
Patrón	101	102	103	105	OUT	
P(r)	0,065	0,049	0,045	0,075	0,13	

Tabla B.101: Probabilidad de estado resultante después de un periodo del periodo inicial en la Sala 4. Fuente propia.

Patrón	90	91	92	98	OUT
P(r)	0,066	0,066	0,063	0,049	0,25

Tabla B.102: Probabilidad de estado resultante después de dos periodos del periodo inicial en la Sala 4. Fuente propia.

Patrón	90	91	92	106	OUT
P(r)	0,046	0,048	0,067	0,046	0,356

Tabla B.103: Probabilidad de estado resultante después de tres periodos del periodo inicial en la Sala 4. Fuente propia.

Patrón	92	106	OUT
P(r)	0,055	0,046	0,456

Tabla B.104: Probabilidad de estado resultante después de cuatro periodos del periodo inicial en la Sala 4. Fuente propia.

Patrón	92	OUT
P(r)	0,048	0,546

Tabla B.105: Probabilidad de estado resultante después de cinco periodos del periodo inicial en la Sala 4. Fuente propia.

Después de seis períodos en adelante del periodo inicial, el único estado que supera la probabilidad promedio es el estado “OUT”, por lo que no es necesario tabular los siguientes saltos.

Anexo C

Guión de las Experiencias

Elementos necesarios:

- Papelería de encuestas de preTest, posTest y de satisfacción.
- computador/Servidor con Webservice.
- Número de dispositivos móviles (celulares): 5 (2 nexus S, 1 nexus 4, 1 samsung S3, 1 Sony Xperia Z1).
- Listado para asignación de Grupos
- 3 cronómetros o reloj.
- Lapiceros.
- Mesa y asientos.
- Ofrecer dulces en punto de espera. (Bombones)
- 3 etiquetas de ejemplo.
- Cámara.

Tiempo estimado de experiencia: 1 hora con 20 minutos

- preTest y bienvenida: 15 minutos
- Sala 1 y Sala 2 (ya sea con guía o con herramienta): 25 minutos
- Explicación de la aplicación y logueo a la misma: 10 minutos
- Sala 3 y Sala 4 (ya sea con guía o con herramienta): 20 minutos
- Intercambio de información aplicación NFC-P2P: 10 minutos
- posTest y encuesta de satisfacción: 10 minutos

Metodología de la experiencia: Se dividirá el grupo en dos (partes iguales). El primer grupo de alumnos realizará el recorrido de la Sala 1 y Sala 2 con “guía”, y la Sala 3 y Sala 4 lo harán con la herramienta (experiencia No 1). El segundo grupo de alumnos realizará la Sala 3 y Sala 4 con “guía” y la Sala 1 y Sala 2 lo harán con la herramienta (experiencia No 2). Los grupos de trabajo se llevarán a cabo en parejas.

Al inicio de la experiencia se procederá a realizar la presentación de los tesisas y la bienvenida al grupo al Museo Mosquera. Dicha bienvenida sólo deberá presentar la información general de los tesisas de la FIET, una breve introducción del Museo Mosquera y la explicación de cómo se les dará el recorrido que para este caso ingresan a la Sala 1 y Sala 2 con “guía”, en ningún momento se les deberá dar información acerca de lo que harán en el museo o información alusiva a la aplicación o tecnología.

Antes de ingresar al respectivo recorrido con el “guía”, se les entregará el preTest para obtener el previo conocimiento que los estudiantes tienen acerca del Museo Mosquera.

Después de terminar el recorrido con el “guía”, se procederá a realizar la presentación de la aplicación móvil y su interacción con las etiquetas. Además de realizar el logueo del grupo de trabajo en la aplicación móvil.

Al finalizar el recorrido con la herramienta, se les explicará a los grupos para que puedan compartir la información con la aplicación NFC-P2P.

De esta manera, ya para terminar se les entregará a cada estudiante la encuesta posTest y de satisfacción, dando por terminado el recorrido de la experiencia.

Asignación por Letras de puntos estratégicos para los eventos de la experiencia

- Punto A: ingreso de los estudiantes al museo
- punto B: Punto de reunión de los alumnos para bienvenida e instrucción para el inicio de la experiencia
- Punto C: lugar donde se realizarán los preTest
- punto D: lugar donde se realizarán los posTest y encuesta de satisfacción
- punto E: lugar donde se encuentra el Servidor de WS.
- Punto F: Punto de espera.
- punto G: punto de ingreso a las salas del Museo Mosquera.
- Punto H: Punto de salida de las salas del Museo Mosquera

Roles y actividades: **Esteban:** Estará para esta ocasión, encargado de:

1. La asignación de grupos y entrega de los dispositivos a los alumnos pertenecientes a dicho grupo, además de una mini explicación de cómo ingresar sus códigos y el grupo asignado a la aplicación móvil (logueo en la aplicación móvil).

2. Entrega de la Guía a los alumnos y recordatorios de última hora sobre como usar la aplicación móvil; transmitir que en cualquier momento del recorrido estará pendiente de las dudas o inquietudes de los alumnos, junto con Juan.
3. Dará la instrucción del toque a la primera etiqueta para inicio de la visita.
4. Recorrerá el museo junto con los grupos, para estar pendiente de la interacción y de la señal de Wi-Fi en las salas.
5. Junto con Juan. están pendientes, en el momento en que la persona encargada del tiempo dé lugar a la finalización de la visita (25 min entre la Sala 1 y Sala 2, y 20 min entre la Sala 3 y Sala 4).
6. Acompañará al grupo con Juan. a la puerta de salida para realizar la respectiva capacitación sobre el uso de la aplicación móvil para P2P, y junto con Juan. realizar la asignación de parejas de grupo para dicha actividad. (10min).
7. Una vez terminada la parte anterior, cerrará la aplicación móvil de la visita y regresará a realizar el punto 1 en el punto G del museo.

Juan: Estará para esta ocasión, encargado de:

1. Estará en el punto C realizando los preTest, una vez terminados los llenara con la hora de inicio y fin, y los almacenará en el punto E y dejará listo el sitio para el siguiente banco de grupos (dejar en la mesa las encuestas respectivas). Una vez terminado el test, deberá avisar a Esteban (para que él realice sus actividades descritas en sus puntos 1, 2 y 3).
2. Ingresa a la sala y se encargará, junto con Esteban, de recorrer el museo junto con los grupos (preferiblemente estará pendiente de 2 grupos y Esteban de los otros 2).
3. Una vez la persona encargada del tiempo de fin a la visita de los grupos, él se encargará de redireccionar a todos los grupos al punto H donde estara esperando Esteban para inciar su punto 5.
4. Supervisará la actividad de P2P junto con Esteban y una vez se dé por finalizado el tiempo de esta actividad, se hará cargo de pedir cordialmente a los grupos se dirijan al punto D
5. Ubicado con los grupos en el punto D, pedirá a éstos que realicen un posTest sobre la visita al museo (6min).
6. Una vez terminen el test del punto 5. Pedirá a los grupos que califiquen la experiencia con los dispositivos y la aplicación móvil usados en el museo, a través de la encuesta de satisfacción. y almacenará dichas encuestas en el punto E.
7. Una vez finalizado el punto 6, se dirigirá al punto C para realizar el test con el siguiente grupo de alumnos que iniciara la experiencia en el museo.

Victoria: Estará para esta ocasión encargada de:

1. Estará junto con Katherine en el punto A, direccionando a los alumnos al punto F mientras da inicio a la actividad.
2. Una vez completado el grupo de inicio, o llegado el tiempo máximo de espera, direcciona a los alumnos al punto B.
3. Una vez terminada la bienvenida e introducción, dará inicio al recorrido con el guía (si se trata de la experiencia No 1) o realizará la explicación detallada de la interacción del dispositivo (si se trata de la experiencia No 2), para este caso el celular con las etiquetas, mostrará los 3 tipos de objetos que encontrará en el museo y como interactuar con ellos.
4. Será junto con Katherine la encargada de llevar el tiempo (se realizará con 2 reloj).
5. Estará pendiente de los alumnos que llegan para llevarlos a punto F y además de controlar el tiempo dentro de las salas y dar el aviso de fin de visita (aviso faltando 10 minutos y 2 minutos para que finalicen el recorrido).
6. Llevará el conteo de los 10 min de P2P y será apoyo logístico para Esteban, en el momento de realizar dicha actividad.
7. Estará pendiente una vez finalicen la actividad de P2P, para dar finalización a dicha actividad y que puedan pasar a realizar la actividad 5 con Juan.
8. En este momento estará dando la explicación del uso de la aplicación móvil al nuevo banco de alumnos que ingresarán al museo.

Katherine: Estará para esta ocasión encargada de:

1. Estará junto con Victoria en el punto A, direccionando a los alumnos al punto F mientras da inicio a la actividad.
2. Ubicada en el punto B, dará inicio a la actividad, y iniciara los 2 cronómetros y entregará uno a Victoria.
3. Una vez todos los alumnos dirigidos por Victoria del punto F al punto B, dará la bienvenida (en este mismo punto deberán estar los 4 organizadores para presentar formalmente a todos ante los demás, una vez terminada la bienvenida y dando paso al punto 3 de Victoria, los demás pasarán a ocupar sus respectivos puestos).
4. Tomará evidencias de los momentos en todos los puntos de reunión.
5. Estará pendiente de los tiempos para el evento de dar fin a la visita en curso en las salas.

6. Estará pendiente de los alumnos que llegan para llevarlos a punto F y además de controlar el tiempo dentro de las salas y dar el aviso de fin de visita (aviso a los 30 min a los encargados en sala y a los 38 min para que ellos empiecen a llevar a los grupos al punto H).
7. Estará pendiente de organizar los puntos de test junto con Juan.
8. Estará pendiente una vez finalicen la actividad de P2P, para dar finalización a dicha actividad y que puedan pasar a realizar la actividad 5 con Juan al final del recorrido.
9. En este momento estará dando Bienvenida al nuevo banco de alumnos que ingresarán al museo.

Cronograma de la actividad (Jornada 1): 00:00 - 0:10: Tiempo de espera de llegada de el primer grupo de alumnos que realizarán la experiencia.

00:10 - 00:20: Bienvenida por parte de los tesisas al museo. encargados Victoria y Katherine, su guion será:

Victoria inicia reloj para bienvenida (10 min)

Katherine: “Buena Tarde, mi nombre es Katherine Alegria y soy estudiante de Ingeniería Electrónica, junto con mis compañeros Victoria Chaves, Juan. puyo y Esteban Cabrera, estaremos guiándolos en las actividades programadas para su visita. El Dia de hoy están en la CASA MUSEO MOSQUERA, esta estructura fue levantada aproximadamente a mediados del siglo XVIII por Don José María Mosquera, que además está (señalar el alrededor) fue Residencia del General Tomás Cipriano de Mosquera. Esta casa fue adquirida por la Universidad del Cauca, quien restauró y remodeló conservando plenamente su estructura y aspecto colonial. La visita que realizarán, será a las salas de exposición, encontramos el ingreso a este por aca (señalar ingreso) la cual esta distribuida en 4 secciones. la primera, en la que iniciaremos la visita o ingresaremos al museo, está dedicada a piezas usadas en la época, como muebles, pinturas y retratos de la familia mosquera, continuando el recorrido encontraremos la segunda sala, en ella piezas y elementos que pertenecieron a manuel José mosquera, en la tercera sala, encontraremos objetos de uso personal del General Tomás c. de mosquera y por último, en la sala 4 encontraremos elementos de guerra, así como piezas usadas por Carlos Albán y el General Obando.”

00:20 - 00:30

Victoria finaliza reloj de bienvenida, Juan inicia reloj de test (10 min)

En este momento deben estar conformados los grupos de 10 personas y estos se ubicaran en el punto de preTest;

Victoria: “Porfavor los grupos nos ubicamos en lo asientos, para diligenciar un test para dar inicio a la experiencia”

Katherine, ayudará a que se agilice los grupos y se dirigen rápidamente al punto de realización del preTest.

Juan estará en el punto de realización del preTest, esperando a los grupos, con los test listos para que los alumnos se sienten a realizarlos, para poder ingresar a las salas.

Juan: “muchachos por favor tomar un test y diligenciarlo, tenemos 10 min para hacerlo y dar

inicio a la visita. gracias”.

En este momento, Katherine le colaborará en la entrega de los test y recolectarlos una vez sean finalizados, ella tomara tiempo para que antes de cumplirse los 10 min, sean recogidos los test y pueda iniciar la visita.

Juan finaliza reloj de test

Juan: “Este grupo porfavor, dirijamonos junto con Katherine a la entrada a las salas de exposiciones y realizaremos la visita con el guia, quien nos colabora para esta ocacion, (esperar a que se retiren, de esto se encargara Katherine) ustedes por favor nos ubicamos en este lado con Esteban y Victoria (donde iniciará la visita con los dispositivos)”

00:30 - 00:45 En este momento, debe empezar la visita por parte del primer grupo en compañía del Guía. En el cual Katherine hará la presentación e inicio de la misma:

Katherine: “Iniciaremos la visita, en este momento nos colaborará el guia del museo y les pido el favor que mantengan el orden y atención para así poder continuar con la actividad, recuerden que no esta permitido tocar o mover las piezas que encontrarán en el museo, por seguridad hay cámaras de vigilancia, así que es recomendable tener cuidado. muchas gracias.”

Katherine inicia reloj grupo 1 (35 min) y dará la señal para que inicie la visita el Guía.

A la vez, Victoria y Esteban inician las instrucciones de uso de la aplicación para la experiencia en las salas 3 y 4.

Victoria inicia el reloj grupo 2 introducción (35min)

Juan Ingres a la sala 3 y 4 para realizar acompañamiento una vez termine la introducción de Victoria y Esteban. y Katherine está pendiente del reloj para dar tiempo de inicio y fin de las actividades.

Victoria: “Para hacer más amena su visita al Museo, el día de hoy la realizaremos usando dispositivos móviles. Antes que todo, el ingreso se realizará en parejas, debido a que en este momento solo contamos con 5 dispositivos. Como recomendación, para el uso del celular con los auriculares, se recomienda portarlos o llevarlos de la siguiente manera (mostrar como hacerlo) y en el momento de hacer uso de ellos y compartir este con su compañero, realizarlo de la siguiente manera, (demostrar como). asi se les facilitará el uso del celular en el museo y podrán disfrutar de la información sin tener percances ni enredarse con los auriculares. Otra recomendación, es que para uso de él , tratemos de tomarlo con los dedos de la siguiente forma (mostrar como), cuando vayamos a interactuar con las etiquetas tomarlo de la siguiente forma (mostrar como), para evitar tocar la pantalla innecesariamente y/o salir de la aplicación . Una vez ingresen al museo encontrarán pegados elementos como estos (mostrar etiqueta) que llamaremos tarjetas, estas tarjetas las encontraremos sobre las paredes a los lados de la pieza, sobre atriles que están a los lados del objeto o sobre tablillas que están frente a las grandes vitrinas que observan dentro del museo.

Como pueden observar ellas tienen una franja de color, y en las piezas u objeto, se encontrarán pegados tiras pequeñas del mismo color, relacionando esta tarjeta con dichas piezas o sino, como pueden observar, se encontrará también en las tarjetas la foto de la pieza del que

quieran obtener más información. (mostrar tarjeta)

Ustedes interactúan con la Tecnología NFC, la cual consta de un sticker, el cual es una pequeña antenita, que guarda información, y esta es leída a través de dispositivos para nuestro caso celulares que tienen incorporado soporte de NFC. Este sticker se encuentra en la parte de atrás de las tarjetas, y en éste se almacena la información de la pieza o piezas, para que ustedes al realizar un toque, (hacer la dinámica de la aplicación móvil tocando una etiqueta) encuentren información de ellas.”

Para la visualización de la información de las piezas del museo, se cuenta con tres tipos de animación. La primera consiste en mostrar la información de una sola pieza, que como pueden observar al darle click en la flecha amarilla, se volteara y por la parte de atrás se desplegará la información. La segunda animación es un libro, el cual tiene almacenado más de 2 piezas del museo, este libro cuenta con flechas a sus lados para poder cambiar de página, al lado izquierdo se observa la foto y al lado derecho su información. Y la tercera animación es un video, el cual tiene el botón de reproducir en la parte inferior de la pantalla del celular.

En este momento toma la palabra Esteban para dar la introducción a la aplicación y asignar a la vez a las parejas el número de grupo

Esteban: “En La primera interfaz de la aplicación se debe ingresar un identificador de grupo, esto debido a que solo contamos con 5 celulares y debemos organizarlos en parejas, en la segunda interfaz se agregan los códigos de los estudiantes pertenecientes a dicho grupo, una vez ingresados estos datos, se puede proceder a “iniciar la visita”, en la tercera interfaz se encontrarán con un mensaje el cual los induce a tocar una etiqueta, en este punto una vez ustedes toquen una primer etiqueta en la aplicación móvil se desplegará la información de la etiqueta que hayan tocado, se mantendrán en esa interfaz hasta que toquen una nueva etiqueta, una vez transcurridos los 12 minutos se les proporcionará la clave para poder “Finalizar Visita” ”

apenas termina la explicación, en colaboración con Victoria y Juan, deberán ingresar los alumnos junto con ellos a la sala

00:45 Ingreso del grupo 2 a las salas 3 y 4.

En este momento el grupo 1 de las salas 1 y 2 ya llevaría 15 minutos de recorrido. En este momento Katherine deberá tener listo los puntos de posTest para ambos grupos.

00:50 En este momento el grupo 1 de las salas 1 y 2 ya llevaría terminaría recorrido. y deberá Katherine informar al guía de la finalización de este primer espacio. a su vez, dirigir el grupo a zona de preTest.

El grupo 2 llevaría 5 min de recorrido.

01:00 El segundo grupo a las salas 3 y 4 llevaría 10 minutos de recorrido acompañado de Esteban y Juan, afuera estará Victoria con el tiempo del grupo 2. Afuera estará Katherine con el grupo 1 finalizando posTest.

Revisión del SW (Juan)

Katherine finaliza reloj grupo 1

01:05 En este punto el grupo 1 terminara su recorrido de salas 1 y 2, y Katherine se encargará de llevar a el grupo a la zona de espera, mientras finaliza el grupo 2.

El segundo grupo a las salas 3 y 4 llevaria 15 min de recorrido.

01:10 - 01:20 *Victoria finaliza reloj grupo 2 y Juan inicia reloj grupo P2P*

El grupo 2 finaliza recorrido y entraría en zona de P2P . en este momento, la aplicación de la actividad la realiza Esteban, y colabora Juan.

Esteban: “Otras de las aplicaciones de NFC es su modo de operación P2P. Este modo permite intercambiar información de un usuario a otro simplemente tocando sus dispositivos de esta manera (explica como deben hacerlo). Esta aplicación permite intercambiar la información del recorrido que realizaron con otro compañero. Por favor realicen este proceso para compartir su información con sus compañeros. (Terminado el proceso de compartir información los estudiantes pasan a la zona de Test para realizar los posTest y la encuesta de satisfacción)”

Victoria se dirige a la zona de espera para iniciar con la introducción para el ingreso del grupo 1 a las salas 3 y 4 con herramienta.

Katherine: “Iniciaremos la visita, en este momento nos colaborará el guía, les pido orden y atención para así poder continuar con la actividad, recuerden que no esta permitido tocar o mover las piezas que encontrarán en el museo, por seguridad hay cámaras de vigilancia, así que es recomendable tener cuidado. muchas gracias. Ustedes interactúan con la Tecnología NFC, la cual consta de un sticker, el cual es una pequeña antenita, que guarda información, y esta es leída a través de dispositivos para nuestro caso celulares que tienen incorporado soporte de NFC. Este sticker se encuentra en la parte de atrás de las tarjetas, y en el este sticker se almacena la información de la pieza o piezas, para que ustedes al realizar un toque, (hacer la dinámica de la aplicación móvil tocando una etiqueta) encuentren información de ellas.”

En este momento los grupos que vayan finalizando P2P, Juan los irá dirigiendo al punto de posTest y satisfacción, para diligenciarlos y llamara a Katherine para que esté pendiente de los alumnos para iniciar con ellos sala 1 y 2.

Los celulares que se desocupan se irán ajustando para el nuevo grupo.

Juan finaliza reloj P2P y Victoria iniciara reloj grupo 1 (40 minutos)

Victoria: “Para hacer más amena su visita, el día de hoy la realizaremos usando dispositivos móviles. Antes que todo, el ingreso se realizará en parejas, debido a en este momento solo contamos con 5 dispositivos. Como recomendación, para el uso del celular con los auriculares, se recomienda portarlos o llevarlos de la siguiente manera (mostrar como hacerlo) y en el momento de hacer uso de ellos y compartir este con su compañero, realizarlo de la siguiente manera, (demostrar como) así se les facilitará el uso del celular en el museo y podrán disfrutar de la información sin tener percances ni enredarse con los auriculares. Otra recomendación, es que para uso de él, tratemos de tomarlo con los dedos de la siguiente forma (mostrar como), cuando vayamos a interactuar con las etiquetas tomarlo de la siguiente forma (mostrar como), para

evitar tocar la pantalla innecesariamente y/o salir de la aplicación y perder la información que van recolectando. Una vez ingresen al museo encontrar pegados elementos como estos (mostrar etiqueta) que llamaremos tarjetas, estas tarjetas las encontraremos sobre las paredes a los lados de la pieza o en sobre atriles que están a los lados del objeto, y de igual forma estarán sobre tablillas que están frente a las grandes vitrinas que observan dentro del museo. Como pueden observar ellas tienen una franja de color, y en las piezas u objeto, se encontrarán pegados pequeños papelitos del mismo color, relacionando esta tarjeta con dichas piezas, en otros casos, las piezas tienen unas tarjetas blancas con el nombre del objeto, y en la parte de abajo encontrarán la franja de color.”

01:20 - 01:30 En este momento el grupo 2 ya debe estar en zona de test y satisfacción. El grupo 1 debe estar con la introducción a la aplicación móvil por parte de Esteban con la ayuda de Victoria.

Esteban: “Les hemos pedido el favor que se hicieran en parejas para poder ingresar al museo, ya que solo contamos con cinco dispositivos móviles, a continuación iré llamando a cada pareja para hacerle entrega del celular (entregar los celulares a las parejas designadas). Pueden seguir a las salas del museo y tocar las etiquetas NFC de los Objetos que más les llamen la atención.” Juan revisará el SW y estará pendiente de la introducción de la aplicación móvil, para agilizar el proceso.

Katherine se dirige con el grupo 2 a inicio de visita con guía:

Katherine: “Iniciaremos la visita, en este momento nos colaborará el guía y les pido el favor que mantengan el orden y atención para así poder continuar con la actividad, recuerden que no está permitido tocar o mover las piezas que encontrarán en el museo, por seguridad hay cámaras de vigilancia, así que es recomendable tener cuidado. muchas gracias.”

Katherine inicia reloj grupo 2 (35 minutos)

01:30 Ingreso del grupo 1 a las salas 3 y 4 En este momento el grupo 2 de las salas 1 y 2 ya llevaría 10 minutos de recorrido. En este momento Katherine deberá tener listo los puntos de posTest para ambos grupos.

01:45 El grupo 1 llevaría 15 minutos de recorrido con herramienta. En este momento el grupo 2 de las salas 1 y 2 ya llevaría 25 recorrido. y deberá Katherine informar al guía de la finalización de este primer espacio. a su vez, dirigir el grupo a zona de posTest y realizar la respectiva despedida.

01:50 - 02:00 El grupo 1 de las salas 3 y 4 llevaría 20 minutos de recorrido acompañado de Esteban y Juan afuera estará Victoria con el tiempo del grupo 2 quien dará aviso de que es hora de pasar al proceso de compartir información (P2P).

El grupo 1 finaliza recorrido y entraría en zona de P2P.

Victoria finaliza reloj grupo 1 y Juan inicia reloj grupo 1 P2P.

Este momento, la aplicación de la actividad la realiza Esteban, y colabora Juan.

Esteban: “Otras de las aplicaciones de NFC es su modo de operación P2P. Este modo permite intercambiar información de un usuario a otro simplemente tocando sus dispositivos de esta manera (explica como deben hacerlo). Esta aplicación permite intercambiar la información del recorrido que realizaron con otro compañero. Por favor realicen este proceso para compartir su información con sus compañeros. (Terminado el proceso de compartir información los estudiantes pasan a la zona de Test para realizar los posTest y la encuesta de satisfacción)”

Afuera estará Katherine con el grupo 2 finalizando posTest. Revisión de SW (Juan). *Katherine finaliza reloj grupo 1*

02:00 02:10 *Juan finaliza reloj P2P.*

En este momento los grupos que vayan finalizando compartir información (P2P), Juan los irá dirigiendo al punto de posTest y satisfacción, para diligenciarlos y llamara a Katherine para que esté pendiente de los alumnos para despedirlos.

Anexo D

Encuestas de Satisfacción

D.1. Formato Encuestas de Satisfacción para estudiantes

Nombre:..... Código:.....

Encuesta de Satisfacción

1. La experiencia de interacción con la aplicación:
Muy intuitiva ___ Intuitiva ___ Poco Intuitiva ___ Nada intuitiva ___
2. La experiencia de interacción del móvil con los objetos:
Muy intuitiva ___ Intuitiva ___ Poco Intuitiva ___ Nada intuitiva ___
3. La experiencia de intercambio de información entre dos teléfonos móviles:
Muy intuitiva ___ Intuitiva ___ Poco Intuitiva ___ Nada intuitiva ___
4. La información que observó en la pantalla del dispositivo móvil de las piezas en el Museo son:
 - a. Marque alguna de las siguientes opciones:
Poca ___ Suficiente ___
 - b. Marque alguna de las siguientes opciones:
Clara ___ Confusa ___
5. El manejo de la aplicación móvil:
Muy fácil ___ Fácil ___ Difícil ___ Muy difícil ___
6. El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: etiquetas, interacción, información, entre otros, son para usted:
Adecuadas ___ No adecuadas ___
7. Le gustaría a usted, usar este tipo de mecanismos y herramientas, en otras situaciones.
Sí ___ No ___
8. Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia (siendo 1 nada satisfactorio y 10 muy satisfactorio): _____

D.2. Formato Encuestas de Satisfacción para docentes

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

ENCUESTA DE EVALUACIÓN EXPERIENCIA CASA MUSEO MOSQUERA

NOMBRE: _____

Conteste las siguientes preguntas marcando con una equis (x), de acuerdo con el nivel indicado.

1. La experiencia de interacción con la aplicación es:

Muy intuitiva ___ Intuitiva ___ Poco Intuitiva ___ Nada intuitiva ___

2. La experiencia de interacción con los objetos es:

Muy intuitiva ___ Intuitiva ___ Poco Intuitiva ___ Nada intuitiva ___

3. La Experiencia de Intercambio de Información es:

Muy intuitiva ___ Intuitiva ___ Poco Intuitiva ___ Nada intuitiva ___

4. La velocidad de Intercambio de Información es:

Muy Rápida ___ Rápida ___ Lenta ___ Muy Lenta ___

5. Al Observar la traza, interpretar el recorrido de los estudiantes le resulta:

Muy intuitivo ___ Intuitivo ___ Poco Intuitivo ___ Nada intuitivo ___

6. Califique de uno a diez (1-10) el grado de usabilidad del sistema en general, donde 1 es Nada Efectivo y 10 es Muy Efectivo: _____

7. Además de Sakai, conoce otra plataforma de gestión de aprendizaje? qué experiencia tiene con ella?

8. ¿De tenerlas disponibles, emplearía este tipo de herramientas en sus cursos?

Si ___ No ___

9. ¿En qué tipo de escenarios considera usted que es posible usar la aplicación? .
