

**EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE INTERACCIÓN CON OBJETOS
AUMENTADOS BASADOS EN NFC. CASO CAMPUS DE TULCÁN DE LA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA.**



**Héctor Fabio Lame López
Manuel Fernando Salazar Avirama**

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Línea de Investigación en Servicios avanzados en Telecomunicaciones
Popayán, Diciembre de 2011

**EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE INTERACCIÓN CON OBJETOS
AUMENTADOS BASADOS EN NFC. CASO CAMPUS DE TULCÁN DE LA
UNIVERSIDAD DEL CAUCA.**

Monografía presentada como requisito para optar al título de Ingeniero en Electrónica y
Telecomunicaciones.

Héctor Fabio Lame López
Manuel Fernando Salazar Avirama

Director: PhD. Gustavo Ramírez.
Asesora: Ing. Catalina Córdoba.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Línea de Investigación en Servicios avanzados en Telecomunicaciones
Popayán, Diciembre de 2011

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Problema	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Solución propuesta	3
1.5. Contribuciones o aportes	4
1.6. Metodología de trabajo	4
1.7. Estructura del documento	5
2. Marco Conceptual	7
2.1. Características y principios de la Internet de Objetos	7
2.1.1. Tecnologías para la Internet de Objetos	8
2.1.2. Objetos Aumentados	9
2.2. Near Field Communication	10
2.2.1. Aspectos técnicos NFC	11
2.2.2. NFC frente a otras tecnologías relacionadas	12
2.2.3. Escenarios y aplicaciones basadas en NFC	12
2.2.4. Ventajas y desventajas de NFC	14
2.2.5. Actualidad y novedades acerca de NFC	16
2.3. Enfoque e-Campus	17
2.3.1. Características Generales del Enfoque e-Campus	19
2.3.2. Marco específico para los escenarios de interacción e-Campus Unicauca	19
2.4. Escenarios	20
2.4.1. Características del diseño de actividades e-Campus basado en escenarios	21
2.4.2. Modelos para la descripción de escenarios y una aproximación al patrón de descripción	22
2.4.3. Patrón de descripción para el escenario general	23
3. Escenario general de interacción e-Campus - EGeC	25
3.1. Escenario general de interacción e-Campus - EGeC	25
3.1.1. Descripción EGeC	25
3.2. Actividades de usuario e-Campus	27
3.2.1. Criterios para la definición de un escenario e-Campus	27
3.2.2. Actividades e-Campus generales	27
3.3. Herramientas Hardware y Software	28
3.3.1. Nokia 6131 NFC	28
3.3.2. Kit de desarrollo Software - SDK Nokia 6131 NFC	30

3.3.3.	Kit de desarrollo Software - Contactless Communication API (JSR-257) . . .	31
3.3.4.	Etiquetas/tarjetas NFC	33
3.3.5.	Lector RFID touchatag	35
4.	Escenarios piloto de interacción NFC e-Campus	39
4.1.	Diseño. Descripción de escenarios de interacción puntuales	39
4.1.1.	Obteniendo información acerca de eventos que ocurren en el campus	40
4.1.2.	Solicitando una cita médica	41
4.1.3.	Conociendo la Emisora radial <i>104.1 Unicauca estéreo</i>	43
4.1.4.	Explorando el campus de Tulcán-Unicauca desde un poster NFC	44
4.1.5.	Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca	45
4.1.6.	Descubriendo el laboratorio de Biología de Unicauca	47
4.1.7.	Compartiendo información dentro del salón de clases	48
4.1.8.	Pagando un servicio dentro del campus	50
4.1.9.	Llamando a compañeros de estudio	51
4.1.10.	Explorando un sitio web	52
4.1.11.	Registrando asistencia en un salón de clases	54
4.1.12.	Accediendo a un lugar reservado del campus	56
4.1.13.	Registrándose en un lugar de acceso general dentro del campus	57
4.1.14.	Otros escenarios considerados	58
4.2.	Implementación y despliegue. Descripción de las aplicaciones desarrolladas	59
4.2.1.	Aplicaciones móviles <i>s2InfoManager+</i> y <i>NFCInfoReader+</i>	61
4.2.2.	Despliegue del escenario piloto de interacción: <i>Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca</i>	63
4.2.3.	Prototipos touchatag. Uso del carné institucional Unicauca	64
4.2.4.	Despliegue de los prototipos para uso del carné institucional Unicauca	70
5.	Experimentación y Resultados	77
5.1.	Descripción de hipótesis inicial e hipótesis puntuales	77
5.2.	Experiencia - Evaluación del escenario <i>Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca</i>	78
5.2.1.	Diseño de la experiencia	78
5.3.	Instrumentos usados, descripción de la población y localización	78
5.4.	Análisis estadístico descriptivo	79
5.4.1.	Análisis de estadísticos básicos y frecuencias	79
5.4.2.	Análisis de promedios	84
5.4.3.	Nivel de satisfacción	86
5.5.	Análisis estadístico inferencial	89
5.5.1.	Análisis de normalidad de las muestras	89
5.5.2.	Prueba T para una muestra	92
5.5.3.	Análisis de muestras relacionadas	93
5.5.4.	Análisis de validez	94
5.5.5.	Conclusiones de la experiencia	94
5.6.	Evaluación - Prototipos para los escenarios con el carné institucional Unicauca	95

6. Conclusiones	99
6.1. Consideraciones finales	99
6.2. Lecciones aprendidas y recomendaciones	100
6.3. Trabajos futuros	100
Referencias Bibliográficas	101
A. Pre-test experiencia móvil y web	107
B. Pos-test experiencia móvil y web	109
C. Encuesta satisfacción experiencia móvil y web	111
D. Encuesta Prototipos	113

Listado de Figuras

1.1. Escenario General de Interacción	3
1.2. Fases de Desarrollo del Proyecto	6
2.1. Dimensiones respecto a la conectividad de la IOT	8
2.2. Propuesta de migración desde Intranets hacia la Internet de Objetos	9
2.3. Logos NFC y <i>NFC Forum</i>	10
2.4. Escenario de emergencia y asistencia	13
2.5. Menú de pantalla y etiqueta de punto de acceso, aplicación <i>Hot in the City</i>	14
2.6. Estudiante exponiendo su presentación, uso de las tecnologías NFC y sensorial	14
2.7. Arquitectura de la aplicación <i>NFCticketing</i>	15
2.8. Escenario General de interacción ampliado (marco e-Campus UniCauca)	21
3.1. Nokia 6131 NFC	29
3.2. Emulador Nokia 6131 NFC	32
3.3. Etiqueta <i>nfc-rfid</i> tipo 4 NFC Forum	34
3.4. Etiqueta <i>TOPAZ</i> tipo 1 NFC Forum	35
3.5. Otras etiquetas NFC Forum disponibles en el mercado	35
3.6. Lector RFID <i>touchatag</i>	36
3.7. Lector NFC ACR122	36
3.8. Operación básica del lector touchatag	37
4.1. Poster en vista mural para el escenario <i>Obteniendo información acerca de eventos que ocurren en el campus</i>	41
4.2. Poster en vista mural para el escenario <i>Solicitando una cita médica</i>	42
4.3. Diseño escenario <i>Conociendo la Emisora radial 104.1 Unicauca estéreo</i>	44
4.4. Poster en vista mural para el escenario <i>Explorando el campus de Tulcán-Unicauca desde un poster NFC</i>	46
4.5. Poster en vista mural para el escenario <i>Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca</i>	47
4.6. Diseño escenario <i>Descubriendo el laboratorio de Biología de Unicauca</i>	49
4.7. Diseño escenario <i>Llamando a compañeros de estudio</i>	52
4.8. Diseño escenario <i>Explorando un sitio web</i>	54
4.9. Diseño escenario <i>Registrando asistencia en un salón de clases</i>	55
4.10. Diseño escenario <i>Accediendo a un lugar reservado del campus</i>	57
4.11. Diseño escenario <i>Registrándose en un lugar de acceso general dentro del campus</i>	59
4.12. Pantallas iniciales de la aplicación s2InfoManager versión plus	62
4.13. Vista del registro de Eventos y Organigrama de s2InfoManager+	62
4.14. Vista del registro general de s2InfoManager+	63

4.15. Pantallas de lanzamiento y modo lectura de la aplicación NFCInfoReader+	64
4.16. Poster Organigrama desplegado	64
4.17. Estudiantes FIET contestando un cuestionario	65
4.18. Estudiantes FIET interactuando con el móvil y el poster	65
4.19. Estudiantes haciendo una actividad en la web	66
4.20. Proyectos de los prototipos. Vista de clases y paquetes	71
4.21. eCardsAssistanceControl. Ventana de acceso y ventana principal respectivamente . .	71
4.22. eCardAssitanceControl. Formulario para crear una lista estudiantil	72
4.23. eCardAssitanceControl. Ventana configuración de fecha y lectura del carné respecti- vamente	72
4.24. eCardAssitanceControl. Registros de estudiantes y asistencia respectivamente	73
4.25. eCardsAccessControl. Ventana principal	73
4.26. eCardsSampleRegistrator. Ventana principal	74
4.27. Presentación de los prototipos	74
5.1. Pruebas estadísticas según tipo de variable	90
5.2. Gráficas de normalidad actividad WEB	97
5.3. Gráficas de normalidad actividad con herramientas NFC	98

Listado de Tablas

2.1. Características Generales e-Campus	19
2.2. Características e-Campus Unicauca	20
2.3. Patrón General de descripción	24
3.1. Sumario de herramientas utilizadas	38
4.1. Relación entre aplicaciones y escenarios implementados	61
4.2. Descripción general de clases de la aplicación s2InfoManager+	75
4.3. Descripción general de clases de la aplicación NFCInfoReader+	76
5.1. Formato de descripción de la experiencia	77
5.2. Búsqueda de información a través de la WEB	79
5.3. Consulta de información mediante el teléfono móvil NFC	80
5.4. Estadísticos básicos descriptivos actividad WEB	80
5.5. Análisis de frecuencias del pre-test actividad WEB	81
5.6. Análisis de frecuencias del post-test actividad WEB	81
5.7. Análisis de frecuencias del incremento actividad WEB	81
5.8. Análisis de frecuencias del tiempo (seg) del post-test actividad WEB	81
5.9. Estadísticos básicos descriptivos del grupo en la actividad con herramientas NFC	82
5.10. Análisis de frecuencias del pre-test actividad con herramientas NFC	83
5.11. Análisis de frecuencias del post-test actividad con herramientas NFC	83
5.12. Análisis de frecuencias del incremento actividad con herramientas NFC	83
5.13. Análisis de frecuencias del tiempo (seg) del post-test actividad con herramientas NFC	84
5.14. Análisis promedios pre-test	85
5.15. Análisis promedios post-test	85
5.16. Análisis promedios tiempo	85
5.17. Comparación porcentual de los incrementos	86
5.18. Estadísticos básicos descriptivos encuesta de satisfacción	86
5.19. Análisis de frecuencias, pregunta 1 encuesta	87
5.20. Análisis de frecuencias, pregunta 2 encuesta	87
5.21. Análisis de frecuencias, pregunta 3 encuesta	87
5.22. Análisis de frecuencias, pregunta 4 encuesta	87
5.23. Análisis de frecuencias, pregunta 5 encuesta	87
5.24. Análisis de frecuencias, pregunta 6 encuesta	88
5.25. Análisis de frecuencias, pregunta 7 encuesta	88
5.26. Análisis de frecuencias, pregunta 8 encuesta	88
5.27. Análisis de frecuencias, pregunta 9 encuesta	88
5.28. Análisis de frecuencias, pregunta 10 encuesta	88

5.29. Análisis de frecuencias, pregunta 11 encuesta	89
5.30. Pruebas de normalidad para muestras de la actividad WEB	91
5.31. Pruebas de normalidad actividad con herramientas NFC	92
5.32. Prueba T para una muestra. Muestra de tiempo del grupo con herramientas NFC . . .	93
5.33. Prueba T para una muestra. Valor de media mínimo. Muestra de tiempo del grupo con herramientas NFC	93
5.34. Prueba de <i>Wilcoxon</i> para muestras relacionadas	93

Capítulo 1

Introducción

Este capítulo presenta la *Motivación* y el *Problema* afrontado para la realización de este trabajo de grado. Se presentan los *Objetivos* en relación con la hipótesis a ser evaluada, la *Solución propuesta* y las *Contribuciones o aportes* al estado de conocimiento actual, que se obtuvieron de los resultados más importantes. Además, la descripción de la *Metodología* para el desarrollo de las diferentes fases o actividades que condujeron a dichos resultados. En la sección *Estructura del documento*, se da una breve descripción del contenido de cada uno de los capítulos que conforman esta monografía.

1.1. Motivación

Es frecuente encontrar hoy en día, gran variedad de técnicas y herramientas que aumentan las posibilidades de extraer, apropiar y compartir información en entornos específicos como el aprendizaje, entretenimiento, militares o lúdicos; sin embargo, regularmente no se priorizan recursos que se destinen al desarrollo o despliegue de tecnologías con un propósito diferente al comercial. Un claro ejemplo de ello se evidencia en la telefonía móvil celular, donde existe una gran participación de tecnologías habilitadoras que suplen satisfactoriamente la necesidad innata de comunicación entre seres humanos o permiten que esta sea mucho más eficiente. No obstante, la generación de dividendos económicos es lo prioritario. Se pretende entonces, con este trabajo, ser participes, a una pequeña escala, en la promoción y uso de herramientas tecnológicas, que permitan a la población (universitaria) nuevas formas de comunicación.

En general, la interacción puede ser entendida como una acción recíproca de comunicación entre dos o más agentes¹, con una o más propiedades similares. La variedad de herramientas que facilitan la interacción de personas con objetos comunes del entorno que nos rodea, es amplia. Dentro de ese abanico de posibilidades se destacan tecnologías inalámbricas como Bluetooth, Infrarrojo y las Redes de Sensores; también tecnologías sin contacto que posibilitan la interacción entre diversos objetos. Tales son las opciones estandarizadas de RFID: *NFC* (Near Field Communication) que ha sido implantada en dispositivos móviles y etiquetas para soportar servicios, especialmente, compra de boletos (ticketing) y pago electrónico en países Europeos y, *EPC* (Electronic Product Code) enfocada al mejoramiento de la eficiencia en el sector de la logística utilizado, especialmente, para identificación y búsqueda de elementos dentro de una cadena de producción o abastecimiento [1, 2, 3].

En relación a lo expuesto anteriormente, el motivo de este proyecto es a dar a conocer la potencialidad que tiene la tecnología NFC, a través de la implementación de diversas actividades, dentro del entorno del campus universitario, en especial el campus de Tulcán de la Universidad del Cauca. Con ello, contribuir a la difusión e incorporación de conceptos como Objetos Aumentados, e-Campus,

¹Se entiende Agente como una persona, objeto o individuo que existe físicamente.

escenarios, IOT en el ambiente universitario. Además, de la promoción y uso de herramientas como etiquetas, lectores de etiquetas inteligentes, dispositivos móviles, aplicaciones móviles, aplicaciones web y de escritorio basadas en esta tecnología.

1.2. Problema

El desarrollo de la sociedad se soporta, en gran parte, en el desarrollo tecnológico y científico que conjuntamente han creado nuevas posibilidades y nuevos escenarios de interacción y comunicación.

Estos nuevos espacios, han dejado de ser opcionales para convertirse en parte de la vida diaria de las personas. La necesidad de nuevas formas de interacción siempre ha ido de la mano con el surgimiento de tecnologías que buscan cubrir la demanda, y la exigencia de prestaciones de mejores servicios e infraestructura en todos los tipos de redes existentes (fijas y móviles) [4]. Al tiempo, la tendencia natural de la sociedad es adoptar técnicas y herramientas que satisfagan con eficiencia sus problemas o necesidades cotidianas. Gracias a la llegada de la era de la información y la interacción (o convergencia digital) [4], muchas tecnologías aportan diversas soluciones interesantes al intercambio de información entre dos agentes, más precisamente, la interacción persona-objeto, entendiendo por objeto cualquier elemento que ocupe un espacio dentro del ambiente que involucra al menos una persona.

Esto último, ha creado un ambiente donde el acceso a la información es intuitivo, rápido y eficiente. Este ámbito se ha denominado “*La Internet de Objetos*” [5]. Una aplicación dentro de la *Internet de Objetos* puede considerarse en cualquier ámbito donde se requiera información e interacción en áreas específicas, comercio [6, 7], salud [8], educación [9], etc. En el ámbito educativo, más precisamente, en un entorno universitario, el uso de tecnologías pertenecientes a la *Internet de Objetos* es de gran interés, dado que es un ambiente donde existen multi-variedad de procesos, que pueden apoyarse y mejorarse [10]. De hecho, se han desarrollado algunos pilotos en universidades europeas, en relación con las directrices de educación superior [11, 12, 13] en pro del mejoramiento de diversos procesos o actividades universitarias dentro del campus y la construcción de nuevas concepciones como “*La Universidad de Objetos*” [10].

Una de las tecnologías dentro del mundo de la *Internet de Objetos*, que de acuerdo a estudios y evaluaciones en diversos escenarios [4, 14] da soporte a este tipo de desafíos es NFC [14, 15]. La simplicidad de su uso, la ejecución de acciones tan solo con un toque, la facilidad de conexión con otras tecnologías inalámbricas y sobre todo la garantía de seguridad en sus operaciones, la resaltan como una opción apta para la generación de escenarios de interacción con Objetos Aumentados [16, 17] y la aplicación a diferentes servicios universitarios e institucionales [10].

Para el caso específico de la Universidad del Cauca esta propuesta busca ampliar el espectro de aplicaciones de la IOT, en especial de NFC, hacia actividades universitarias. Actividades relacionadas a la vida de un usuario e-Campus (estudiantes, docentes, etc.) dentro de un aula de clase o un laboratorio, o en general para obtener información de los objetos que lo rodean. Con ello se espera que las actividades o los escenarios propuestos en el marco conceptual de *e-Campus* sean intuitivos y rápidos por parte de los usuarios. El diseño e implementación de algunas actividades serán detalladas en el capítulo 4 de este documento.

Para tal fin, se hace indispensable realizar una evaluación de algunos escenarios que involucren la aplicación de la tecnología NFC, enmarcada dentro del concepto de e-Campus, en el contexto particular: **actividades de campus Tulcán²- Unicauca**. Con ello mostrar los posibles alcances, ventajas

²**campus de Tulcán:** delimitado específicamente al área comprendida entre las facultades de Ingenierías, Ciencias contables y Educación de la Universidad del Cauca.

y desventajas que pueden tener este tipo de “**Actividades e-Campus**” dentro de la universidad (figura 1.1).

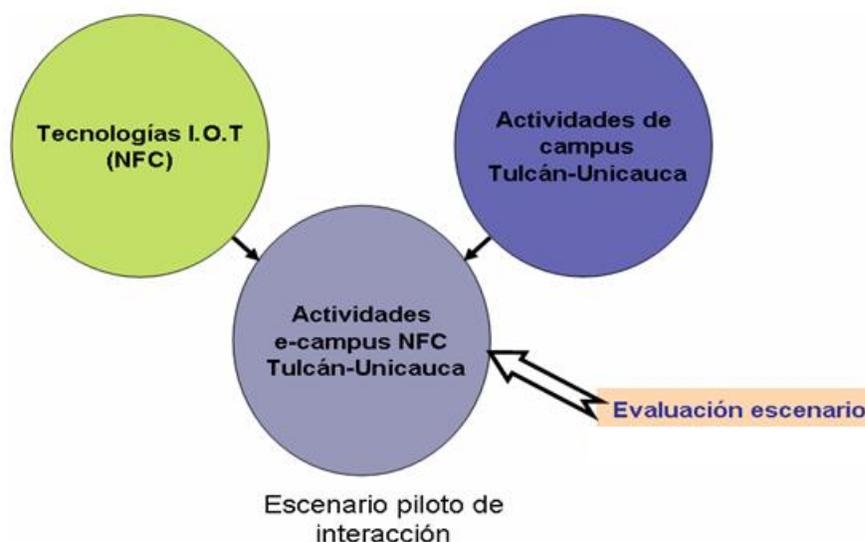


Figura 1.1: Escenario General de Interacción. Fuente propia.

1.3. Objetivos

El objetivo central de este trabajo, según lo presentado en la figura 1.1, es **Evaluar la interacción de escenarios piloto e-Campus basados en NFC, a través de la generación e implementación de los mismos en el contexto del campus de Tulcán de la Universidad del Cauca, bajo una relación persona-objeto.** Los objetivos específicos para la obtención de este propósito son:

1. Diseñar diversos escenarios piloto de interacción entre personas y Objetos Aumentados dentro del campus de Tulcán de la Universidad del Cauca utilizando la tecnología NFC.
2. Implementar y desplegar algunos escenarios piloto diseñados a través del uso de herramientas que se relacionen con la tecnología NFC.
3. Experimentar bajo los escenarios piloto a través de experiencias de interacción de personas, que pertenezcan a la institución, con diversos Objetos Aumentados.

1.4. Solución propuesta

Este trabajo consiste en diseñar, implementar y desplegar escenarios pilotos de interacción entre personas y objetos comunes, que permitan la utilización de tecnologías IOT, específicamente NFC. Además, generar experiencias bajo los escenarios piloto desplegados con el fin de promover actividades universitarias e-Campus dentro de la Universidad del Cauca.

La documentación muestra el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la experimentación lo cual permite considerar los alcances, ventajas y desventajas de la interacción y la pertinencia del despliegue de este tipo escenarios o “actividades e-Campus” dentro de la universidad.

1.5. Contribuciones o aportes

Las contribuciones o aportes de investigación y desarrollo que ofrece la ejecución de este trabajo son:

1. Un conjunto de escenarios o actividades e-Campus diseñados que ilustran la interacción de personas con diversos Objetos aumentados con tecnología NFC, dentro del campus de Tulcán-Unicauca.
2. Una aplicación móvil para dos escenarios particulares los cuales se describen en el capítulo 4 de este documento, implementada bajo el entorno de desarrollo y emulación **Nokia 6131 NFC SDK** versión 1.1 y, el lenguaje de programación J2ME.
3. Tres prototipos aplicativos para tres escenarios particulares los cuales se describen en el capítulo 4 de este documento, desarrollados bajo la plataforma estándar de Java, para el uso del **lector Touchatag** [18] con el **nuevo carné institucional** (o tarjeta inteligente) de la Universidad del Cauca [19].
4. Un artículo que presenta los resultados y análisis obtenidos en la experimentación.

1.6. Metodología de trabajo

La metodología de este trabajo ha sido fundamentada en el proceso clásico de la **investigación científica**. En primer lugar se realizó un estudio bibliográfico referente a la tecnología NFC, sus entornos de aplicación, experiencias con usuarios y la relación con otras tecnologías de la IOT; paralelamente se consideró la idea de aplicarla, a través del despliegue de algunas actividades universitarias, dentro del campus de Tulcán de la Universidad del Cauca. Con ello se introdujo el planteamiento del **problema** y se formuló la pregunta de investigación:

¿De qué manera la aplicación de la tecnología NFC es apropiada para apoyar o brindar alternativas a actividades universitarias dentro del campus de Tulcán de la Universidad del Cauca?

La **hipótesis** inicial asumida fue:

La aplicación de NFC es apropiada para apoyar o brindar alternativas a actividades universitarias mediante la generación e implementación de escenarios piloto de interacción.

Para el desarrollo de este planteamiento, como parte también de la fase de **experimentación** se postularon las siguientes etapas de trabajo:

- Estudio general de descripción y diseño de escenarios y validación de experiencias, con usuarios, relacionadas con NFC.
- Diseño y Construcción de escenarios.
- Validación de las experiencias obtenidas y Análisis de resultados.

Sin embargo, dada la especialidad de algunos puntos dentro de las fases de desarrollo se recurrió puntualmente a referencias metodológicas como:

- Modelo de descripción de escenarios [20] para el diseño de los escenarios de interacción propuestos.
- Modelo de construcción de soluciones [21] para la implementación de algunos escenarios de interacción diseñados.
- Modelo estadístico (descriptivo e inferencial) soportado en la herramienta descrita en [22] para el análisis de resultados obtenidos producto de la experimentación con usuarios.

Como parte de los **resultados** obtenidos se presentan las conclusiones más importantes, lecciones aprendidas y algunas recomendaciones que hace este trabajo, así como líneas e ideas de trabajo para futuros desarrollos e investigaciones. Dentro de las actividades de **divulgación** se encuentra la socialización de este trabajo a la comunidad educativa dentro de FIET y la publicación de resultados y análisis a través de un artículo.

1.7. Estructura del documento

Las fases del proceso investigativo o las fases de desarrollo del proyecto se muestran en el diagrama de la figura 1.2. Este documento está dividido en seis capítulos que describen detalladamente dichas fases, así:

- En el **capítulo 1**, se muestra el propósito del desarrollo de este proyecto, la identificación del problema, la solución propuesta y la manera de ejecutar las diferentes actividades para llegar a ella. Además, las contribuciones o aportes que ésta hace al estado de conocimiento actual.
- En el **capítulo 2**, se describen las concepciones teóricas fundamentales sobre las que se construyó la solución al **problema** identificado, entre ellas: el concepto de Objeto Aumentado (OA) y su relación con la IOT, aspectos técnicos de la tecnología NFC (alcances, ventajas y desventajas) y la definición del entorno e-Campus para la enfoque general de los escenarios. Por último, una sección de escenarios, donde se explican los diversos modelos considerados y los elementos tenidos en cuenta para la formulación de un patrón de descripción tanto para el escenario general como para los escenarios puntuales propuestos.
- En el **capítulo 3**, como parte principal de la **hipótesis**, se describe el escenario general propuesto para el diseño, implementación y despliegue de los escenarios puntuales de interacción, así como la descripción técnica de las herramientas tecnológicas utilizadas.
- El **capítulo 4** complementario al desarrollo de la **hipótesis**, se divide en dos partes: en la primera parte, se detalla el diseño del conjunto de escenarios puntuales de interacción propuestos, derivados del escenario general. En la segunda parte se presenta la implementación de un subconjunto de escenarios del conjunto de escenarios diseñados y posteriormente los detalles del despliegue de los escenarios de interacción experimentados.
- En el **capítulo 5**, se muestran los resultados de la experimentación producto de las actividades e-Campus desplegadas con potenciales usuarios o con responsables de gestión de tecnologías de información y un análisis detallado de los mismos.
- En el **capítulo 6**, se presentan las **conclusiones**, las lecciones aprendidas, recomendaciones así como líneas para trabajos e ideas de desarrollo futuros.
- Finalmente en los **anexos**, se encuentran los instrumentos usados en la experimentación.

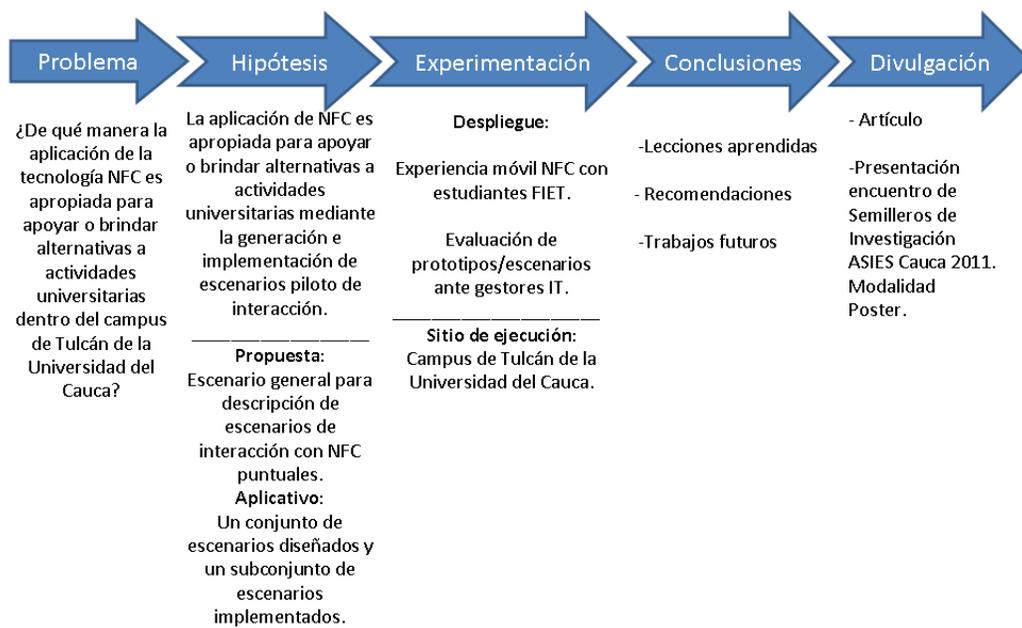


Figura 1.2: Fases de Desarrollo del Proyecto. Fuente propia.

Capítulo 2

Marco Conceptual

En este capítulo se describen, de modo general, las bases conceptuales sobre las que se construyó este trabajo de grado. El capítulo se divide de la siguiente manera:

La sección 2.1 muestra algunas concepciones acerca de la IOT y tecnologías habilitadoras, la definición del concepto de Objeto Aumentado y su relación con los escenarios propuestos. En la sección 2.2 se profundiza en el estudio de la tecnología NFC (como parte de la IOT), sus características técnicas, ventajas, limitaciones y novedades presentes de la tecnología en el mundo. En la sección 2.3 se define el enfoque e-Campus que centraliza el diseño e implementación de los escenarios de interacción propuestos dentro de un esquema general, en relación a lo presentado en el capítulo de introducción.

Finalmente en la sección 2.4, a partir un estudio general sobre escenarios, adaptado de [23], se muestran las características del diseño de actividades e-Campus basado en escenarios, las ventajas y la importancia del uso de escenarios para el diseño de un determinado sistema, especialmente software. Se detallan los elementos tomados, de los diferentes modelos existentes, con los cuales se formuló un patrón de descripción que se aplicó tanto al escenario general, como a los diversos escenarios de interacción puntuales.

2.1. Características y principios de la Internet de Objetos

La Internet de Objetos o IOT, surge a partir de la adición de una nueva dimensión al mundo de las tecnologías de la información y la comunicación TICs, conectividad en cualquier momento y en cualquier lugar, abriendo paso a la conectividad con cualquier cosa [5]. Esto ha permitido que las conexiones, se incrementen significativamente en todo el mundo y poco a poco se establezca una nueva y completa red dinámica de redes, una “Red de Objetos” [5]. La figura 2.1 muestra las dimensiones, respecto a la conectividad, de la Internet de Objetos.

Dentro de las características importantes y principios básicos que se destacan en la Internet de Objetos, de acuerdo con [24] y que son fundamentales para los fines de este trabajo, se encuentran:

Características IOT:

- El uso de mecanismos centralizados y descentralizados según la aplicación.
- La gestión de identidad, entendiéndola como identidad de las personas, objetos o grupos de objetos.
- Aplicaciones basadas en el contexto, según la identidad, ubicación e instante donde es compartida o usada la información

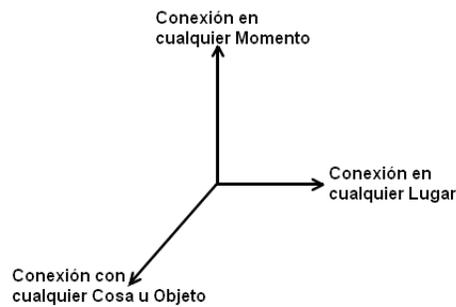


Figura 2.1: Dimensiones respecto a la conectividad de la IOT. Adaptado de [5].

- La movilidad tanto de dispositivos como de personas u objetos.

Principios IOT:

- **Seguridad** de las aplicaciones tanto a nivel de información como a nivel de los mecanismos habilitadores.
- **Asequibilidad**, relacionada con los costos de infraestructura, las posibilidades de competencia, estándares abiertos y aspectos de Propiedad Intelectual definidos.
- **Escalabilidad**, entendida como la capacidad de aumentar su desempeño ya sea en objetos o mecanismos habilitadores.

Bajo estos principios y características de la IOT, se delimitó el diseño e implementación de los escenarios de interacción propuestos, siempre basados en el uso de la tecnología NFC, en el contexto del Campus de Tulcán de UniCauca y bajo el concepto de e-Campus (sección 2.3).

2.1.1. Tecnologías para la Internet de Objetos

Dentro del conjunto de tecnologías que habilitan la nueva dimensión de conexión mediante el uso de dispositivos u objetos y que a su vez proporcionan información relevante a sus usuarios, se incluyen:

- **Tecnologías inteligentes:** capaces de llevar a cabo tareas de forma descentralizada y autónoma, embebidas en componentes físicos como chips, microcontroladores, sistemas de cómputo, etc.
- **Nanotecnología:** aporta estudios y desarrollos significativos para la creación de sistemas cada vez más pequeños y sofisticados que han causado un gran impacto en todas las industrias y en general en todas las áreas de la sociedad [25, 26] y su entorno [27].
- **Redes de sensores inalámbricos:** importantes para la identificación y la detección de cambios físicos alrededor de cualquier objeto y con la capacidad de conexión a su vez con otros sensores, creando un sistema que puede enlazarse con otras redes de forma remota [28].
- **Identificación por Radio Frecuencia:** RFID, permite la conexión de objetos cotidianos y dispositivos con grandes bases de datos y redes como *Internet*. Esta tecnología es vista como el pivote habilitador de la *Internet de Objetos*. Sus principales aplicaciones están basadas en la identificación y la gestión de información en el área comercial como alternativa al código de barras. Se han desarrollado, también, implementaciones para la industria de la salud como en [29],

sistemas para la identificación de pacientes, administración de medicamentos y la gestión de su seguridad dentro un ambiente hospitalario [30]; desarrollos y aplicaciones sociales y muchas otras [31, 5].

Las tecnologías mencionadas que se incluyen dentro de la IOT presentan desarrollos innovadores, sin embargo, han sido soluciones aisladas y por tanto, hasta ahora, elementos no articulados. Sumado a ello, todavía no ha sido propuesto un enfoque holístico para la implementación global de la IOT, de hecho, existen solamente *Intranets de Objetos*. Sin embargo, se plantean algunas soluciones para migrar “desde *Intranets de Objetos* actuales, hacia la *Internet de Objetos* del futuro” (figura 2.2) [32].

Con esto sólo se quiere mostrar un panorama general de la IOT y lo que se pretende alcanzar, a futuro, mediante la creación y ejecución de un modelo de referencia arquitectónica que permita la interoperabilidad entre los sistemas que formarán parte de ella.

Los alcances de este proyecto no están orientados a la búsqueda de protocolos, algoritmos o interfaces que contribuyan a dicha interoperabilidad, sino más bien, al uso de tecnologías puntuales (como NFC), que hacen parte del dominio de la Internet de Objetos, dentro de escenarios simples donde diferentes usuarios puedan interactuar y obtener información en un ambiente o entorno particular como el universitario.

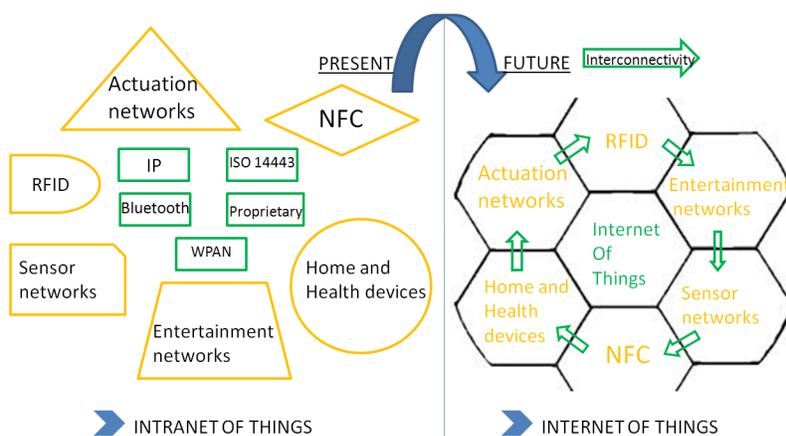


Figura 2.2: Propuesta de migración desde Intranets hacia la Internet de Objetos. Adaptado de [32].

2.1.2. Objetos Aumentados

Un *Objeto Aumentado* - *OA* es un objeto común, al cual se le ha proporcionado funcionalidades adicionales a través de Computación integrada o Sistemas software [16]. Un conjunto de Objetos Aumentados deben proveer “inteligencia” en el entorno donde se coloquen y deben exigir mínimo esfuerzo cognitivo para ser utilizados [17]. Por ejemplo, un libro que contiene una etiqueta RFID puede considerarse un OA, ya que la etiqueta puede proporcionar información acerca del autor, código de libro o sumario, mediante dispositivos de lectura RFID dentro del entorno de una biblioteca.

Un conjunto de OAs RFID semejantes podrían constituir un *Ambiente Inteligente* o **AmI**. Un AmI es un ambiente digital que es sensible y adaptable a las personas y a un determinado entorno. En este tipo de ambientes, 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 transparente, discreta y a menudo invisible [33]. Un AmI, puede

utilizar uno o varios Objetos Aumentados con el fin de ofrecer servicios individuales o colectivos a los usuarios acorde a sus necesidades [17].

En este orden, 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 al perfil o a su ubicación actual y puede ser entregada de una forma discreta por ejemplo, en la pantalla de su teléfono móvil [34].

Situaciones similares podrían suceder también dentro del contexto de un Campus universitario donde objetos comunes como carteleras, avisos publicitarios, equipos, elementos de oficina pueden aumentarse con funcionalidades RFID o NFC (el caso de este trabajo) y proporcionar información personalizada, acorde a su ubicación, e incluso enlazarse con otros OA que podrían adicionar a una oficina, una sala de clases o a un determinado lugar servicios y funcionalidades “inteligentes”.

2.2. Near Field Communication

Near Field Communication - NFC, comenzó a desarrollarse en el año 2002 en una acción conjunta de *Philips* y *Sony*, con el fin de conseguir un protocolo compatible con las tecnologías sin contactos propietarias existentes, en aquella época, en el mercado: **Mifare**¹ y **FeliCa**².

NFC, es una tecnología de conectividad inalámbrica de corto alcance (también conocida como ISO 18092) que proporciona comunicación intuitiva, simple y segura entre dispositivos electrónicos. La comunicación se produce cuando dos dispositivos NFC se acercan a menos de cuatro centímetros del uno del otro, transfiriendo datos a velocidades de hasta 424 Kbits/segundo [14].



Figura 2.3: Logos NFC y *NFC Forum*. Fuente [15].

NFC fue aprobado como el estándar ISO 18092 en diciembre de 2003 y posteriormente, en marzo de 2004, *Philips*, *Sony* y *Nokia* formaron el **NFC Forum**. NFC es distinguida por su interfaz intuitiva, por su capacidad para permitir que gran parte de las plataformas inalámbricas propietarias interactúen de una manera sencilla y debido a que el rango de transmisión es bastante corto, sus transacciones u operaciones son por sí seguras. El *NFC Forum* es un organismo que fue formado para avanzar en el uso y regulación de la tecnología NFC (en la electrónica de consumo, en dispositivos móviles y PCs), mediante el desarrollo de especificaciones, garantizando la interoperabilidad entre los dispositivos y servicios y, educando al mercado acerca de la tecnología. Tiene actualmente alrededor de 150 miembros entre fabricantes, desarrolladores de aplicaciones, instituciones de servicios financieros, y demás [15]. Los principales usos generales que se le ha dado a la tecnología son:

- Conexión de dispositivos electrónicos.

¹MIFARE es propiedad actual de *NXP Semiconductors* (antes parte de *Philips Semiconductors*). Sitio Oficial Mifare: <http://www.mifare.net/>

²FeliCa de *Sony*, página web: <http://www.sony.net/Products/felica/about/index.html>

- Acceso (lectura y escritura) a contenido digital.
- Realización de transacciones y operaciones sin contacto.

2.2.1. Aspectos técnicos NFC

Algunas características técnicas generales de NFC, de acuerdo con [35], son:

- Comunicación de datos de corto alcance. Frecuencia de operación: 13.56 MHz.
- Interfaz y Protocolo NFC 1 y 2 - NFCIP 1/2 (ECMA-340, ECMA-352, ISO/IEC 18092).
El estándar ECMA-340 o NFCIP-1 [36], al igual que el estándar ISO/IEC 18092 [37], especifica la interfaz y el protocolo para una comunicación inalámbrica simple entre dispositivos de acoplamiento inductivo. Estos dispositivos NFC se comunican con velocidades de datos de 106, 212 y 424 kbps y operan en la frecuencia central (13.56 Mhz) para la interconexión con periféricos. La norma ECMA-352 o NFCIP-2 [38] especifica el mecanismo para detectar y seleccionar un modo de comunicación (de los cuatro modos de comunicación posibles), con el fin de no interferir alguna comunicación en marcha entre dispositivos NFC.
- Compatible con los tipos de etiquetas definidos en [15], entre ellas: MIFARE (ISO/IEC 14443A), FeliCa (cumple con ISO/IEC 18092) e ISO/IEC 15693 [39].
- Disponible en diversos tipos de teléfonos móviles (como el Nokia 6212/6131 NFC).

Actualmente, el *NFC Forum* ha agrupado estas y demás características técnicas en 5 especificaciones (algunas se descomponen en otras especificaciones) que deben cumplir los fabricantes y desarrolladores para la creación de productos orientados al consumidor. Estas especificaciones son: *protocolo* (Protocol Technical Specifications), *tipo de etiquetas* (NFC Forum Tag Type Technical Specifications), *referencia de aplicación* (Reference Application Technical Specification), *definición del tipo de registro* (Record Type Definition Technical Specifications) y *formato de intercambio de datos* (Data Exchange Format Technical Specification).

En la especificación *formato de intercambio de datos* se define el formato NDEF (NFC Data Exchange Format) común para intercambio de información entre dispositivos y etiquetas compatibles con el *NFC Forum*. En las especificaciones técnicas para la *definición de tipos de registros* RTDs (Record Type Definitions), se explican las normas para la construcción de tipos de registros estándar y se describen 4 RTDs establecidos: *texto* (text RTD), *URI* (Uniform Resource Identifiers RTD), *poster inteligente* (Smart Poster RTD) y *control generico* (Generic Control RTD).

Los dispositivos NFC cuentan con tres modos de funcionamiento. Estos modos de operación están basados en los estándares ISO/IEC 18092 e ISO/IEC 14443 y son los siguientes:

- **Modo Lectura/Escritura.**

En este modo de operación los dispositivos NFC pueden leer etiquetas que cumplan con las especificaciones para tipos de etiquetas del NFC Forum, (por ejemplo, la lectura de una etiqueta sobre un poster inteligente) permitiendo al usuario iniciar servicios de datos como recuperación de información (texto) o contenido enriquecido como “trailers”, “ring tones”, “urls”, etc.

- **Modo Emulación de tarjeta.**

En este modo el dispositivo NFC se asemeja a un lector externo muy similar a una tarjeta inteligente tradicional sin contacto (ISO/IEC 14443 o tarjeta inteligente FeliCa compatible), el cual es utilizado como tarjeta de crédito sin contacto o tiquete electrónico, por ejemplo, para pagos en un supermercado, como boleto de entrada a cine, tiquete de transporte, etc.

■ **Modo Punto a Punto**

Dos dispositivos NFC pueden utilizar el modo “peer-to-peer” (definido en la norma ISO/IEC 18092) para intercambiar datos como tarjetas de presentación electrónica, fotos digitales o configurar parámetros para compartir datos a través de Bluetooth o enlaces WiFi.

2.2.2. NFC frente a otras tecnologías relacionadas

NFC habilita a muchas tecnologías inalámbricas, populares a nivel de consumo, la utilización de la *tecnología de tarjetas sin contacto*, mediante el uso de sus especificaciones y estándares. Puede ser compatible con la infraestructura de tarjetas sin contacto existente y permitir a un consumidor el uso de un dispositivo a través de diferentes sistemas. Adicionalmente, su capacidad de comunicación bidireccional es ideal para establecer conexiones con otras tecnologías a través de un simple toque. Por ejemplo, si un usuario desea conectar su dispositivo móvil a su estéreo NFC para reproducir una canción, simplemente con un toque del móvil con el estéreo NFC, los dispositivos pueden negociar la mejor tecnología inalámbrica disponible a usar para reproducir finalmente el archivo de audio.

Algunas diferencias y relaciones destacadas con respecto otras tecnologías inalámbricas/RF son:

- **Bluetooth**, fue diseñada para reemplazar cables entre teléfonos celulares, computadores portátiles y otros dispositivos de comunicación y computación dentro de un rango de 10 metros.
- **WiFi**, fue diseñada y optimizada para su uso en redes de area local (Local Area Networks - LAN), proporcionando una extensión o reemplazo de las redes de cable para docenas de dispositivos de computación dentro de un rango de más de 100 metros.
- **ZigBee**, es un estándar que permite el control y monitorización de aplicaciones industriales y residenciales dentro de un rango de más de 100 metros.
- **IrDA**, es una tecnología de corto alcance (menor a 1 metro), estándar de comunicación de línea de vista para intercambio de datos a través de luz infrarroja. Sus interfaces son frecuentemente utilizadas en computadores y teléfonos móviles.
- **EPC**, se ha enfocado especialmente hacia el sector de la logística como se mencionaba en el capítulo introductorio de esta monografía. Las tecnologías **RFID** están dentro de las tecnologías de identificación automática de objetos, con un rango de lectura y escritura de datos entre 10 y 100 metros generalmente.

RFID y NFC utilizan los mismos estándares funcionales, la diferencia principal radica básicamente en la capacidad que tiene NFC para realizar comunicación entre dos dispositivos activos. Los protocolos de las etiquetas y las tarjetas inteligentes sin contacto solo soportan comunicación con dispositivos RFID de manera pasiva. NFC por el contrario, provee comunicación P2P (peer to peer), lo que le permite a dos dispositivos activos (ej, dos teléfonos móviles con capacidad NFC) interconectarse entre si.

- **Tarjetas inteligentes sin contacto**, contienen un chip (microprocesador) que se comunica con un lector de tarjetas a través de RFID. Ejemplos de tarjetas inteligentes sin contacto son la norma ISO/IEC 14443 y FeliCa, que permiten comunicaciones a distancias de hasta 10 cm.

2.2.3. Escenarios y aplicaciones basadas en NFC

NFC armoniza o se relaciona fácilmente con diversas tecnologías sin contacto, debido a sus estándares y especificaciones, lo que ha permitido el desarrollo de soluciones en ámbitos generales como:

- Control de acceso
- Electrónica de consumo
- Cuidado de la salud
- Colección e intercambio de información
- Fidelidad y cupones
- Pagos
- Transporte

La mayoría de las aplicaciones NFC propuestas son desarrollos hacia el sector comercial, área en el cual se ha hecho bastante fuerte debido a la seguridad de sus operaciones (especialmente en pagos electrónicos a través del teléfono móvil), sin embargo existen muchas soluciones según el escenario o el área de aplicación. A continuación se da una breve descripción de diferentes escenarios y aplicaciones basadas en NFC como parte de los casos más representativos y explicativos de las diversas formas de uso, seleccionados, para ampliar el entendimiento aplicativo de esta tecnología.

Escenario - Emergencias y asistencia. En [40] se describe un escenario donde un usuario en estado de emergencia solicita ayuda de manera fácil, rápida e intuitiva, con sólo tocar con su dispositivo NFC una imagen fotográfica (aumentada con una etiqueta NFC), como se muestra en la figura 2.4. Cuando el dispositivo se acerca a la etiqueta colocada detrás de la fotografía (imagen de una ambulancia o similar), el móvil detecta e inicia de forma automática el MIDlet (aplicación móvil), luego el MIDlet recupera y decodifica la información de la etiqueta con el fin de iniciar la ejecución de las acciones y los servicios respectivos (una llamada telefónica o mensajes de texto) y finalmente termina la aplicación.

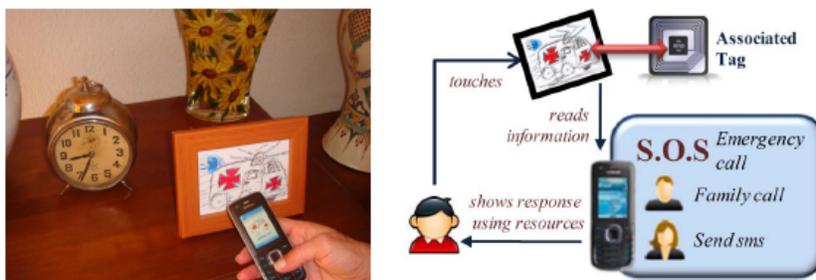


Figura 2.4: Escenario de emergencia y asistencia. Fuente [40].

Escenario - Social. En [41] se describe la aplicación social multimodal “Hot in the City” (figura 2.5). Esta aplicación permite a los usuarios hacer amigos tocando los dispositivos móviles NFC de otros usuarios a través del modo peer-to-peer. Los usuarios también pueden actualizar información de su ubicación y de eventos sociales al tocar las etiquetas en determinados punto de acceso (modo escritura) igualmente informarse acerca de lo que sus amigos están haciendo (modo lectura).

Escenario - Académico. En una de las experiencias expuestas en [42] se les entregó a determinados estudiantes etiquetas que contenían instrucciones referentes a presentaciones que elaboraron con anticipación. De esa forma, simplemente acercando el dispositivo a una etiqueta se activaba la presentación que utilizaban en ese momento. También la obtenían de una base de datos, usando tecnología sensorial (figura 2.6).



Figura 2.5: Menú de pantalla y etiqueta de punto de acceso, aplicación *Hot in the City*. Fuente [41].



Figura 2.6: Estudiante exponiendo su presentación, uso de las tecnologías NFC y sensorial. Fuente [42].

Escenario - Pagos/Ticketing. En [43] se muestra un prototipo que permite a los usuarios comprar tickets para el transporte público con un móvil, la aplicación *NFCticketing*, fue elaborada siguiendo un enfoque centrado en el usuario. *NFCticketing* combinó NFC con SMS, se definió la arquitectura tanto Hardware como Software, y también su esquema de comunicación (figura 2.7).

Las aplicaciones y los escenarios donde NFC puede desplegar sus capacidades, beneficios y modos de operación, son diversos y van acordes a las necesidades de los usuarios. Otros ejemplos de escenarios de aplicación son el ambiente de un automóvil expuesto en [44], los sistemas de transporte público de grandes ciudades como Londres y San Francisco [45] y la escuela [9].

2.2.4. Ventajas y desventajas de NFC

NFC ofrece una amplia gama de beneficios o ventajas (se presentan en [15]) tanto a consumidores como a empresas, entre ellas:

- **Interacciones intuitivas:** sus interacciones no requieren más que un simple toque.
- **Versátil:** NFC es adecuada para la mayoría de las industrias, ambientes y aplicaciones.



Figura 2.7: Arquitectura de la aplicación *NFCticketing*. Fuente [43].

- **Abierta y basada en estándares:** las capas subyacentes de la tecnología siguen las normas *ISO*, *ECMA* y *ETSI* implementadas universalmente.
- **Tecnología habilitadora:** NFC facilita la configuración rápida y sencilla de tecnologías inalámbricas, como Bluetooth, Wi-Fi, etc.
- **Inherentemente segura:** las transmisiones NFC son de corto rango (desde un toque hasta unos cuantos centímetros)
- **Interoperable:** NFC trabaja con las tecnologías de tarjetas sin contacto existentes.
- **Seguridad dispuesta:** NFC ha incorporado capacidades para dar soporte a aplicaciones seguras.

También presenta desventajas o limitaciones que se han recogido de trabajos y experiencias en diversos ámbitos y escenarios, algunas de ellas:

- NFC como medio de pago exige un ecosistema móvil bien establecido que involucre la realización de convenios y protocolos de seguridad para ser utilizada de manera adecuada en las grandes ciudades como tarjeta de crédito o débito, tiquetes para tránsito o transporte, entre otros.
- El entrar a suplementar modelos de negocio existentes como es el caso del manejo de tarjetas de crédito, le supone un gran reto para el despliegue de servicios bajo el paradigma del toque además de nuevas competencias con proveedores de servicios basados en Web y supermercados así como mayor regulación.

- Los actuales arquitecturas de operación y funcionamiento de la tecnología NFC soportan modelos generalmente para el despliegue de una sola aplicación al tiempo, lo que limita la ejecución diversos servicios en simultánea, debido especialmente a sus modos de operación.
- El despliegue de aplicaciones NFC en otros ámbitos o áreas del conocimiento, que no son directamente comerciales, generalmente son patrocinadas por instituciones académicas (o laboratorios) y la mayoría de estudios y experiencias son soportadas por ellas mismas. Esto es debido a que la tecnología se ha consolidado como una solución segura y rápida dedicada especialmente al desarrollo de sistemas de pagos electrónicos a través de dispositivos móviles. Esto ha limitado de alguna manera la penetración de la tecnología en otros sectores y regiones del mundo de forma masiva, en muchas situaciones por falta conocimiento o por el soporte financiero que implica.

2.2.5. Actualidad y novedades acerca de NFC

Algunas noticias destacadas del presente y futuro de la tecnología NFC y sus aplicaciones (desarrollos, desafíos, alcances y competitividad):

- Nokia anuncia la integración de sus futuros dispositivos con la tecnología NFC. Fuente [46].
- *ABI Research* publicó un nuevo informe en el cual predice que los pagos NFC alcanzarán la adopción masiva en el mercado de los Estados Unidos y Europa Occidental en el año 2016, con transacciones NFC anuales cerca a los 100 mil millones de dolares. Fuente [46].
- El grupo *Mercator Advisory* lanzó un nuevo informe acerca de la competencia por el mercado de pagos móviles y estima que pronto se convertirá en una “zona de guerra” disputada por operadores móviles, fabricantes de teléfonos, pesos pesados de la industria de pagos, entre otros. Fuente [46].
- *Open NFC* lanza nuevas ediciones de sus implementaciones NFC para teléfonos móviles con sistema operativo *Android*. Fuente [47].
- Google discontinuó el soporte para los códigos *QR*³ en su aplicación *Google Places*. El gigante de las búsquedas ha considerado que los códigos QR no son tan eficaces como la empresa había previsto originalmente, y que la medida podría ser vista como una acción para tomar mayor impulso hacia la integración de NFC con el *Android 2.3*. Fuente [48].
- Google lanza su servicio de pago a través de teléfonos móviles, *Google Wallet*, soportado en NFC. Fuente [49, 50].

Otras noticias acerca de NFC y su incorporación en desarrollos y servicios en grandes compañías del mundo como Apple, Amazon, Microsoft se mencionan en [51].

Las aplicaciones y despliegue de escenarios basados en NFC ayudarán sin duda en la apertura de nuevos espacios, para la tecnología, aparte de los que hasta ahora se han mencionado. Para el caso de este trabajo, se enfatiza siempre en incluir NFC en el diseño e implementación de actividades o escenarios que tengan estrecha relación con el ambiente del campus universitario de Unicauca.

Las características de la tecnología para realizar operaciones y acciones con un simple toque, su capacidad de sincronizar o armonizar con otras tecnologías sin contacto y demás ventajas que ofrece,

³Los códigos QR son imágenes cuadradas similares a los códigos de barras, pero que se pueden leer usando la cámara de un teléfono celular y una aplicación que pueda decodificar la imagen. Los códigos QR pueden tener información sobre productos, datos de contacto, un link o cualquier otra información.

hacen parte fundamental del motivo de su estudio dentro del campus de Unicauca, frente a otras tecnologías inalámbricas conocidas y sus actuales limitaciones. así mismo, la motivación de realizar concretos aportes que ayuden a promover, sugerir o proponer sus potencialidades en nuevos campos de actuación con el fin de ampliar el rango de sus aplicaciones y/o servicios.

Las aplicaciones y los escenarios hasta aquí mencionados se han desarrollado con base en determinados enfoques u orientaciones. En la siguiente sección se muestra el enfoque dado a los escenarios de interacción propuestos.

2.3. Enfoque e-Campus

Aunque el término e-Campus no es un término globalmente estandarizado (difundido o normalizado por algún ente regulador relacionado con aspectos de tecnológicos y/o gestión de la información y la comunicación), ha sido adaptado y utilizado en múltiples proyectos de desarrollo tecnológico y científico relacionados con la virtualización y la gestión de la información, especialmente en entornos académicos o enseñanza-aprendizaje.

En este sentido, los trabajos donde se menciona van desde desarrollos e implementaciones de experiencias piloto individuales hasta sistemas más complejos implementados en campus universitarios.

Se describen aquí algunos de esos trabajos y la orientación que se le ha dado a este término en cada uno de ellos.

- En la Universidad de *Xiamen* (China) [52] el término e-Campus hace relación a una plataforma de enseñanza-aprendizaje utilizada para la interacción de profesores, estudiantes y ejecutivos dentro de la universidad. Los profesores, por ejemplo, utilizan el portal de información universitaria para tener acceso a la cuenta *e-Card* de una determinada facultad y calificar hojas de examen de estudiantes, los ejecutivos utilizan el sistema de información administrativo para obtener datos estadísticos, al igual que los estudiantes, obteniendo acceso a información de la plataforma de aprendizaje. En el artículo, al que hace alusión la referencia, los autores argumentan que este tipo de plataformas “e-Campus” cada vez tienen más roles y funcionalidades en las universidades del mundo, sin embargo existen deficiencias en cuanto a procesos de gestión en la información, inversión sostenible, mantenimiento, etc. Igualmente sugieren que las mejoras futuras y la inversión deben basarse en la gestión de estas insuficiencias, y sean acordes al desarrollo de las universidades.
- En 2009 integrantes del *Information and Network Center* de la Universidad *Sun Yat-sen* (China), publicaron un artículo donde traían a consideración la arquitectura y construcción de un Framework basado en SOA (Arquitectura Orientada al Servicio, por sus siglas en inglés) para el mejoramiento del actual sistema de Gestión e-Campus de la misma universidad [53]. El Sistema e-Campus, al que hacen mención y para el que propusieron la incorporación de dicho Framework, hacia la migración a SOA, fue basado en principios como: Bases de Datos Unificadas, Plataforma de Desarrollo Unificada, Portal Unificado y Gestión de Usuario Unificado, el cual permitió entre otras funcionalidades, la integración de aplicaciones, la cooperación en negocios y la coparticipación de datos de manera global. Con la implementación del Framework buscaban, entre otros aspectos, el mejoramiento en la personalización de los servicios (basados en roles) y la incorporación de valores como *agilidad* y *compatibilidad del servicio* en diversas áreas de negocio como auditoría, financiación y pago de matriculas, servicios educativos, investigación etc.

- En el 2005 se presentó a la *International Conference on Multimedia and ICT in Education* (m-ICTE), un caso de estudio de la Universidad de Duisburg-Essen (Alemania), en el marco del debate sobre las estrategias de e-learning en las universidades europeas [54]. Dicho caso hablaba acerca de la problemática originada debido a la fusión de dos campus universitarios (Duisburg y Essen) con una distancia física de 20 kilómetros, que finalmente se convirtió en una solución innovadora mediante el uso de tecnologías móviles y de aprendizaje (multimedia).

El proyecto E-Campus desarrollado en la Universidad, inició como parte del programa “*Notebook-University*”, fundado por el Ministerio Federal de Educación e Investigación Alemán (BMBF). El Ministerio probó y evaluó el sistema de enseñanza y aprendizaje utilizando agendas dentro y fuera del campus universitario, en el marco de una visión general denominada “digital campus”, basada en escenarios móviles. Esta visión fue luego explícitamente concebida como una alternativa para la generación de ideas para el diseño de un “Campus virtual”, y también, mostrar el potencial que el campus universitario tenía para el desarrollo de escenarios innovadores de aprendizaje.

El proyecto E-Campus fue, entonces, parte de una iniciativa estratégica y solución innovadora de la universidad, enfocada hacia el mapeo digital de la enseñanza y los servicios administrativos, y su organización sobre Internet tan consistentemente como fuese posible. Posteriormente fue implementado un espacio de comunicación inalámbrico para el desarrollo de componentes del Campus Virtual, por ejemplo, el *Portal Móvil para aprendices* y el Sistema de noticias *c-news*. Además, se generaron discusiones intensivas para la conceptualización de un Portal único como plataforma clave para todos los miembros de la universidad y punto de encuentro virtual para profesores, estudiantes, investigadores, administrativos y proveedores de servicios, y que además permitiese la gestión de servicios, gestión de acceso e identificación digital, etc.

- En el trabajo presentado en 2002 a la UNESCO y otras instituciones, por el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada - LANIA - Veracruz (México), denominado “*Diseño de un patrimonio de recursos educativos basado en una red de acervos abiertos y distribuidos de objetos de aprendizaje*” [55], se propuso un modelo de *e-Educación*⁴ denominado e-Campus, con el cual se hizo referencia al “modelo de unidad o centro virtual de educación a distancia basado en tecnologías de la información y aplicaciones de red”. Además, descrito como “el conjunto de funciones básicas que brinda apoyo a los procesos de enseñanza, aprendizaje y administración del conocimiento, y como un patrimonio abierto de recursos educativos digitalizados”, soporte para la creación y organización de comunidades de enseñanza-aprendizaje a cualquier nivel de distribución geográfica. En este trabajo se presentaron, igualmente, las principales bases y lineamientos para el diseño del modelo y prototipo e-Campus que posteriormente fue implementado.

El “mundo e-Campus” es bastante extenso y reúne muchas concepciones a nivel tecnológico, sin embargo, con base en estos aportes y antecedentes, se puede deducir un enfoque e-Campus que permita enmarcar específicamente las actividades y, por tanto, el diseño de los escenarios de interacción basados en NFC dentro de la Universidad de Cauca. Como se dijo anteriormente, hasta el momento cada proyecto o trabajo de desarrollo le ha dado su propia dirección al término “e-Campus” como tal, sin embargo existen algunas características comunes que se deben tener en cuenta para la orientación adecuada de los escenarios de interacción propuestos en este trabajo.

⁴El modelo *e-Educación*, descrito en el mismo trabajo, fue fundamentado en aplicaciones basadas en redes. Entre las redes se encontró: una red de aprendizaje (conformada por comunidades de aprendizaje como estudiantes, profesores, tutores y administradores), una red de servicios básicos de internet (servicios de interconexión y acceso a recursos de cómputo a través de una interfaz web).

2.3.1. Características Generales del Enfoque e-Campus

Las características generales más relevantes recogidas de los trabajos anteriormente mencionados y de algunas otras experiencias como [56, 57], se muestran en la tabla 2.1.

Características e-Campus
<i>Actividades y/o procesos</i> de usuario, básicos y especializados (enseñanza, aprendizaje, negocios, administrativos, generales, de información, otros).
<i>Herramientas tecnológicas y computacionales</i> para el soporte de <i>Servicios y aplicaciones</i> , que sustenten a su vez las diversas actividades y/o procesos de usuario.
<i>Espacios interactivos</i> (físicos y/o virtuales) de información.
<i>Principios</i> : unificación, interactividad, cooperación, interoperabilidad, flexibilidad, sostenibilidad, usabilidad, seguridad, innovación, expansibilidad, integración, gestión financiera, gestión de recursos, otros.

Tabla 2.1: Características Generales e-Campus. Fuente propia.

Igualmente, algunas características (generales y específicas) del enfoque e-Campus, en relación a las mostradas en la tabla anterior y acordes a las condiciones tecnológicas y administrativas actuales de la Universidad del Cauca, se muestran en la tabla 2.2.

2.3.2. Marco específico para los escenarios de interacción e-Campus Unicauca

El diseño, implementación y experimentación de los escenarios de interacción “e-Campus Unicauca” se enmarcan, para fines de este trabajo, bajo los principios específicos de *interactividad* y *usabilidad*⁵ (tabla 2.1) y bajo las siguientes características específicas e-Campus (tabla 2.2), propias del contexto *Universidad del Cauca*:

- Actividades o acciones sencillas de un usuario dentro del Campus (estudiantes, profesores, administrativos, otros), relacionadas con procesos académicos o actividades de información.
- Herramientas tecnológicas y computacionales como: equipos NFC, PCs, etiquetas NFC, lectores de tarjetas (ej. lector touchatag), tarjetas inteligentes (ej. carné unicauca), entre otras y aplicaciones/servicios para soporte de las actividades (ej. registro de asistencia estudiantil, obtención de información de un cartel público, etc.).
- Espacios interactivos de información, específicamente, espacios físicos dentro del Campus de Tulcán como: zonas verdes, pasillos, salones de clases, auditorios, oficinas y laboratorios.

Con base en lo anteriormente planteado, en la figura 2.8 se muestra una versión más detallada del escenario general de interacción (figura 1.1). Se visualizan esquemáticamente las actividades de usuario dentro del enfoque e-Campus definido, las herramientas y las aplicaciones a utilizar y, los espacios físicos donde se propone realizarlas.

La especificación de las actividades, aplicaciones, servicios, espacios y herramientas a utilizar, se muestran detalladamente con la definición y descripción del escenario general y los escenarios puntuales de interacción en los capítulos 3 y 4 de este documento.

⁵Usabilidad en relación a características y ventajas de uso de la tecnología NFC (sección 2.2).

Características enfoque e-Campus Universidad del Cauca
<p>Actividades y/o procesos</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Procesos de matricula, control académico, gestión docente, procesos administrativos, actividades de información relacionadas, actividades de aprendizaje, etc.
<p>Aplicaciones/Servicios y Herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Aplicaciones web, aplicaciones personalizadas, entretenimiento, etc. ■ Servicios de red: e-mail, telefonía IP, PBX, servicios de gestión de información, etc. ■ Plataformas de enseñanza-aprendizaje (ej. EVA^a, Moodle^b). ■ Tarjetas de identificación electrónica^c. ■ Portales Web (ej. Unicauca^d, SIMCA^e). ■ Red de datos, servidores, bases de datos, etc.
<p>Espacios Interactivos de información</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Espacios físicos (ej. Bibliotecas, laboratorios, pasillos, salones de clase, auditorios, otros).

^aEVA - Entorno Virtual de Aprendizaje (<http://eva.unicauca.edu.co/>)

^bPlataforma para la gestión de cursos académicos (<http://pis.unicauca.edu.co/moodle/>)

^c“Tarjeta inteligente” Unicauca [19]

^dPortal Unicauca (<http://portal.unicauca.edu.co/versionP/>)

^eSistema Integrado de Matricula (<https://simca.unicauca.edu.co/simca/>)

Tabla 2.2: Características e-Campus Unicauca. Fuente propia.

2.4. Escenarios

Los escenarios son tipos de historias escritas, cuentan con una trama o argumentos, y esta trama tiene un propósito o un fin. Las historias narran las motivaciones, las acciones o los conflictos de los protagonistas dentro de la trama o bajo una determinada situación. Del mismo modo un sistema se puede considerar como una historia y los usuarios como protagonistas que tienen unos objetivos y habilidades para actuar sobre la información física y artificial del sistema [20].

Los escenarios son expresiones narrativas que describen la interacción entre usuarios y sistemas propuestos. Estos ayudan a los usuarios y a los diseñadores en el entendimiento de la funcionalidad o ejecución de un determinado sistema. Aunque no podrían ejemplificar totalmente el comportamiento deseado de un sistema, 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 malentenderían de otro modo [20]. De esta manera un escenario puede considerarse

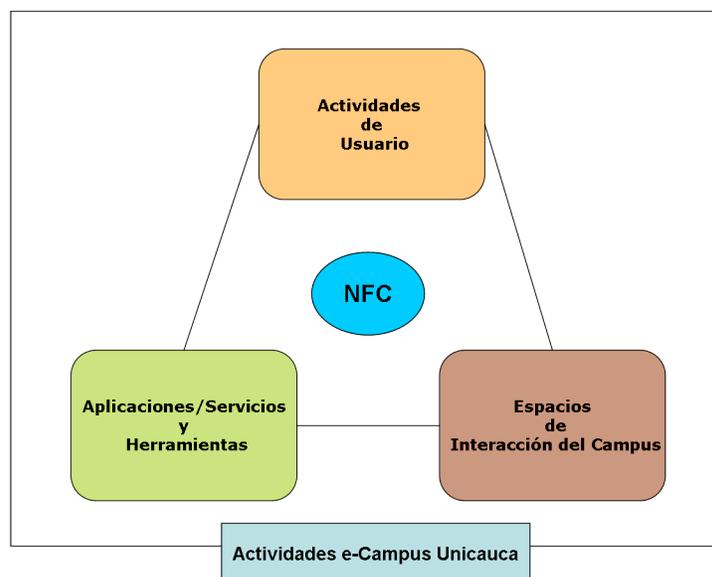


Figura 2.8: Escenario General de interacción ampliado (marco e-Campus UniCauca). Fuente propia.

como una descripción parcial del comportamiento de una aplicación en un momento específico o bajo un conjunto de condiciones dadas [23].

2.4.1. Características del diseño de actividades e-Campus basado en escenarios

Los escenarios son usados para varios propósitos entre ellos: la evaluación de la funcionalidad de un sistema, el diseño de atributos y características, y el diseño de procesos (donde es común usarlos al inicio), en la captura de requerimientos, con el fin de ilustrar las necesidades de los usuarios, sus objetivos y acciones [58]. Dicho de otro modo, la descripción y la utilización de escenarios depende de dos factores fundamentales [23]:

1. El grado de importancia que el cliente o usuario le otorgue a los hechos específicos del sistema (fase de captura de requerimientos).
2. La fase en la que se encuentre el proceso de desarrollo (diferente a la fase de captura de requerimientos).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, las características bajo las cuales se realiza el diseño de las actividades de interacción e-Campus basado en escenarios son:

- Actividades descritas a partir de elementos semánticos y sintácticos simples, enmarcados dentro de un patrón establecido, el cual se ilustra en la tabla 2.3.
- Actividades descritas en forma textual y gráfica con base en el escenario general del cual se hablará en detalle en el capítulo 3.
- Escenarios derivados, a partir del escenario general, que describen las diversas actividades propuestas de interacción de usuarios con objetos, basados en NFC, bajo el concepto de e-Campus. Esta etapa se considera dentro de este orden como evaluativa, como se explica en la figura 1.1, y no una fase de captura de requerimientos para la creación o el desarrollo de un sistema software específico.

2.4.2. Modelos para la descripción de escenarios y una aproximación al patrón de descripción

El trabajo realizado en [23] muestra algunos de los modelos existentes más relevantes para la descripción de escenarios. Entre los modelos que se destacan están:

- Los **Casos de Uso** de **Jacobson** con los cuales se define el comportamiento del sistema y se describe su **entorno** (o situación) a través de distintos usuarios que lo opera, hace distinción entre un **usuario**, que es una persona que usa el sistema y un **actor** que representa el rol específico que un usuario puede jugar en un momento dado.
- El modelo **OBA** que propone la descripción de escenarios a través de **scripts**. Un script es una descripción estructurada de un uso común del sistema. Se forma realizando un contrato entre dos roles (o actores). El primer rol, llamado **iniciador**, colabora con el segundo, llamado **participante**, para realizar un paso de la tarea total. El iniciador realiza una acción: *responsabilidad* y el participante responde con otra acción: *el servicio correspondiente*. Cada script está constituido por: **nombre**, **autor**, **versión**, **precondición** (estado del sistema para que ese script suceda), **postcondición** (estado final del sistema al finalizar el script), y el área de actividad del dominio a la que pertenece ese script (denominada **trace**).
- **Potts**, con el fin de entender las necesidades de los usuarios, en [20] propone la descripción parcial de la funcionalidad de un sistema a través de *escenarios destacados* derivados de un *escenario esquema*. Los escenarios destacados tienen propósitos u **objetivos** que ilustran cuestiones de diseño en un contexto (o **ambiente**) determinado, además cuentan con **actores** que tienen la misión de realizar dichos propósitos. Estos objetivos podrían no alcanzarse por determinados **obstáculos**. A su vez, los obstáculos pueden generarse por condiciones del sistema o son objetivos que entran en conflicto con otros objetivos. Los objetivos y obstáculos están representados por **episodios**. Un episodio es un conjunto de acciones (o **roles**) asignadas a determinados actores y un conjunto de episodios constituye la *expresión narrativa* de uno o más escenarios.
- **Carroll** en [59], argumenta que los escenarios exponen no solamente la funcionalidad del sistema, sino también exigencias específicas relacionadas en el cómo los usuarios accederán a esas funcionalidades y qué experimentarán al hacerlas. El conjunto de escenarios muestra cómo actúan los usuarios ante determinadas situaciones, y sobre esta base se pueden discutir alternativas de diseño. Propone el diseño racional, es decir, a partir de un escenario se analizan las relaciones causales del mismo: ante determinada **situación** (o escenario) se puede desencadenar una **reacción favorable** o una **reacción desfavorable** en el usuario. A partir de este punto se analizan escenarios alternativos donde distintas condiciones del sistema, intentan superar u obviar las reacciones no favorables.
- Para **Booch** el uso de escenarios es útil para la documentación de decisiones de requerimientos o diseño, proveen un punto de comunicación sobre la semántica del sistema y pueden servir como punto de partida para la implementación detallada.

El comportamiento de un sistema software, por ejemplo, puede ser capturado a través de una *red de escenarios* de la misma forma que lo hacen los **storyboard**⁶ respecto a una película, es decir mediante una secuencia de **episodios** con el **objetivo** de representar o entender una **historia**.

⁶Un Storyboard es un conjunto de ilustraciones mostradas en secuencia con el objetivo de servir de guía para entender una historia, previsualizar una animación o seguir la estructura de una película antes de realizarse o filmarse.

Se debe tener en cuenta, que un proceso de desarrollo casi siempre tiene caminos diferentes de comportamiento (por tanto diversos objetivos) a diferencia de la filmación de una película que se puede ilustrar por medio de un largo y continuo storyboard (un camino de acción).

- La metodología de **Leite** incorpora escenarios dentro de su documentación orientada al cliente (estructura denominada *Requirements Baseline*) con el propósito principal de comprender el problema en su totalidad, durante la etapa de *Elicitación de requerimientos*. Así mismo, acompañar las demás etapas del proceso de desarrollo Software, describiendo aspectos de diseño, codificación, pruebas, etc.

Los escenarios propuestos por Leite tienen una estructura compuesta por el **título** que lo identifica, el **objetivo** a lograr en el macrosistema, el **contexto** que describe la ubicación geográfica y temporal del escenario, además, un estado inicial o **precondición**. También, se especifican los **recursos** necesarios, los **actores** que tienen un **rol** en el escenario y por último los **episodios** que son una serie ordenada de sentencias escritas en lenguaje natural.

Si bien todos los modelos o metodologías para la descripción de escenarios mencionados en esta sección, aportan elementos importantes para el escenario general de interacción e-Campus, uno de los más completos en cuanto a su riqueza gramatical y semántica es el modelo propuesto por Potts. Este esquema relaciona las partes constituyentes de un escenario con base en un lenguaje gramatical y a partir de allí realiza comprensiones concretas sobre el comportamiento de un sistema o parte de este, a su vez permite describir situaciones más específicas mediante versiones textuales incorporando igualmente: actores, objetivos, acciones y obstáculos. Estas versiones textuales incluso estimulan discusiones o **evaluaciones** acerca de asuntos de diseño (o según la etapa de desarrollo en la que se encuentre el sistema) con más claridad y de forma más convincente para un lector determinado [20].

Dentro de los elementos importantes, a tener en cuenta, para la descripción del escenario general de interacción e-Campus están las condiciones iniciales (precondiciones), que son importantes para que un escenario o una situación dentro del sistema suceda plenamente, como se menciona en el modelo OBA y se utiliza en otros modelos como la tesis de Carroll. Las precondiciones tanto para el escenario general como para los escenarios puntuales, serán detalladas en el capítulo 4 de este documento.

Adicionalmente Leite, aunque incorpora dentro de su esquema general: objetivos, actores, roles y episodios (en analogía con el esquema de Potts), hace énfasis en la descripción del contexto geográfico y temporal en el que se mueve un escenario, así como en las condiciones iniciales necesarias para que sea ejecutado o desplegado y en los recursos disponibles para llevar a cabo el propósito del escenario a través de los roles que jueguen los diversos actores o protagonistas del sistema.

Todos estos elementos: nombre, contexto geográfico, objetivos, recursos, actores, episodios, condiciones iniciales, obstáculos y resultados (reacciones favorables o desfavorables) son importantes dentro de la estructura del escenario general e-Campus utilizado para el diseño de los escenarios de interacción NFC de estudio. Estos elementos son organizados o gestionados, acorde a un patrón de descripción que se aplicó tanto al escenario general como a los escenarios específicos.

2.4.3. Patrón de descripción para el escenario general

El patrón de descripción, acorde al patrón establecido en [24] y en relación a lo dicho en la sección anterior, se compone de los elementos mostrados en la tabla 2.3.

Nombre del escenario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprende un identificador ID y un nombre para el escenario.
Utilidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel de funcionalidad del escenario en el Campus (en relación al objetivo principal del mismo).
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lugar: espacio físico de ejecución del escenario. ▪ Precondiciones: aspectos importantes que deben cumplirse antes de la ejecución del escenario (incluye requisitos técnicos).
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre y estado de los recursos utilizados por los actores en el escenario.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombres de los personajes principales involucrados.
Especificación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descripción narrativa que comprende la operación o accion(es) de los personajes en el escenario, el objetivo a ser alcanzado con la operación realizada los obstáculos (opcional) que se presenten en el desarrollo del mismo.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Constituida por uno o más interrogantes acerca de los resultados esperados y/o obtenidos (favorables o desfavorables) por los usuarios del escenario o la importancia de considerar o no obstáculos, condiciones iniciales, etc. ▪ Constituida por los resultados esperados antes de la ejecución del escenario y/o los resultados obtenidos, con base en los interrogantes establecidos, una vez finalizada la ejecución del mismo.

Tabla 2.3: Patrón de descripción para el escenario general y los escenarios puntuales. Fuente propia.

Capítulo 3

Escenario general de interacción e-Campus - EGeC

En este capítulo se explica el escenario general de interacción e-Campus (denominado EGeC), modelo general de la propuesta para el diseño de las actividades e-Campus de acuerdo a lo definido en el capítulo 2 de este documento. Adicionalmente, se muestran detalles técnicos de algunas herramientas (hardware y software) exploradas y de las herramientas utilizadas en las fases de diseño, implementación y despliegue de los escenarios de interacción.

3.1. Escenario general de interacción e-Campus - EGeC

De acuerdo a lo establecido en el capítulo anterior (ver figura 2.8), la relación entre actividades de usuario, herramientas, aplicaciones/servicios¹ y espacios físicos alrededor de NFC establece el escenario general de interacción dentro del entorno campus Tulcán-Unicauca, para la derivación de los escenarios de interacción propuestos.

El escenario general propuesto se define bajo los criterios del “Modelo Conceptual de Internet de Objetos en Aprendizaje” presentado en [24]. Sin embargo, este esquema de derivación y los escenarios de interacción no son evaluación de algún proceso *e-learning* o no son parte de algún espacio de aprendizaje que se haya definido como objeto de estudio en este trabajo. Las actividades que se mencionan a lo largo de este documento, en su mayoría, son acciones simples de usuario consideradas dentro del ambiente universitario y constituyen un componente del escenario general de interacción definido.

Según lo explicado en el capítulo 1, los escenarios derivados a partir de este modelo general tienen la finalidad de evaluar la aplicación o la pertinencia de la tecnología NFC dentro del ambiente universitario de Unicauca. El análisis está dirigido hacia su *proyección*, por ejemplo, beneficios y limitaciones; *difusión*, *adaptabilidad* en procesos más completos o complejos dentro de la universidad, entre otros aspectos. Las conclusiones de la experimentación y las consideraciones finales de este trabajo (no realizado hasta ahora bajo estos términos) se muestra en los capítulos 5 y 6 de este documento.

3.1.1. Descripción EGeC

Con base en el patrón definido en la tabla 2.3, la descripción del escenario general es la siguiente:

¹Aplicaciones/servicios: se entiende como los servicios o aplicaciones propuestas como parte de los escenarios de interacción diseñados, así mismo, como las aplicaciones desarrolladas en este proyecto para dar soporte a los escenarios de interacción implementados. A partir de aquí se referirá a este término con la palabra aplicaciones solamente.

- **ID**
EGeC.
- **Nombre**
Escenario general de interacción e-Campus.
- **Utilidad**
Permitir a un usuario la captura, configuración y compartición de información acerca del campus mediante interacción de toque con uno o diversos objetos aumentados.
- **Lugar**
Campus de Tulcán Unicauca.
- **Precondiciones**
 - Objetos aumentados con etiquetas electrónicas.
 - Dispositivos de lectura y escritura de etiquetas electrónicas.
 - Aplicación de soporte definida.
 - Espacio físico definido.
- **Recursos**
 - Objetos y etiquetas electrónicas habilitados.
 - Teléfono con NFC habilitado.
 - Lector de etiquetas electrónicas habilitado.
 - Aplicación de soporte definida habilitada.
 - Espacio físico definido habilitado.
 - Otros recursos disponibles (acceso a internet, carteles, PCs).
- **Actores**
Sara (estudiante del campus).
- **Especificación**

Sara estudia una carrera universitaria o técnica en el campus de Tulcán-Unicauca. Ella puede obtener información (textual, visual o auditiva) de carteleras, posters NFC públicos u otros objetos aumentados ubicados en pasillos, oficinas, salones de clases o laboratorios con su dispositivo móvil NFC. Además, puede compartir su información con otros compañeros que también tienen dispositivos móviles NFC mediante un simple toque o con la red.

Usa su carné inteligente institucional para mostrar su identificación personal, ingresar a clases y acceder a diversos recursos y lugares en el campus; también para registrar y confirmar su asistencia a diversos eventos académicos, culturales, deportivos o institucionales en determinados puntos de acceso electrónico, también con un simple toque.

Sara puede realizar estas actividades de forma tradicional pero considera que los recursos con los cuales cuenta son intuitivos, fáciles de usar y puede realizar muchas tareas de una manera rápida especialmente cuando se trata de acceder a información concreta acerca del campus o la facultad a la que pertenece.
- **Evaluación**
 - Resultados:**
 - Sara obtiene información (textual, visual o auditiva) acerca del campus y de diversos objetos aumentados electrónicamente.
 - Sara comparte información con otras personas y con la red.

- Sara accede y se registra en determinados lugares y eventos presentando su carné institucional inteligente.

Preguntas:

- ¿Cuál es el grado de rapidez con el que Sara realiza sus actividades dentro del campus disponiendo de los recursos electrónicos frente a la rapidez de las mismas actividades sin contar con ellos?

- ¿Cuál es el grado de precisión de las actividades que Sara realiza dentro del campus con los recursos electrónicos disponibles frente a la precisión de las mismas actividades sin contar con ellos?

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara al realizar sus actividades con los recursos electrónicos disponibles frente a la satisfacción de las mismas actividades sin contar con ellos?

- Otras preguntas relacionadas (acorde al despliegue y experimentación del escenario).

3.2. Actividades de usuario e-Campus

Un actividad e-Campus puntual está constituida por una serie de acciones de usuario simples, está soportada por una aplicación bajo un conjunto de dispositivos electrónicos definidos relacionados con NFC y está delimitada a un espacio físico. Cada actividad e-Campus puntual es por tanto un escenario de interacción definido totalmente dentro del contexto del campus Tulcán-Unicauca.

3.2.1. Criterios para la definición de un escenario e-Campus

Para el diseño, implementación y despliegue de un escenario e-Campus se siguieron los siguientes criterios:

- Simplicidad (principio de usabilidad).
- Rapidez y eficiencia en las operaciones resultado del toque o touching (principio de interactividad y usabilidad).
- Evaluable cuantitativa y/o cualitativamente.
- Existencia y disponibilidad de recursos dentro del campus.
- Disponibilidad de espacios físicos dentro del campus.
- Consideración de tiempo de implementación, despliegue y experimentación.

3.2.2. Actividades e-Campus generales

Las siguientes son *actividades e-Campus generales*² clasificadas según el modo de operación y el tipo de dispositivo considerado:

²El esquema y las actividades generales aquí presentadas se establecieron según la exploración realizada de los recursos existentes y disponibles por la FIET (Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones), en las etapas diseño e implementación de este trabajo. Sin embargo, el esquema y las actividades e-Campus generales son extensibles hacia otro tipo de dispositivos que soporten lectura/escritura de etiquetas NFC, lectura/escritura de tarjetas inteligentes (ej. variantes del lector touchatag) o compatibles con el NFC-forum.

1. Lectura/escritura móvil

Sara se aproxima a un objeto o un grupo de objetos aumentados con NFC, ubicados en un espacio físico determinado dentro del campus. Mediante contacto simple con el móvil obtiene información concreta acerca del objeto o grupo de objetos. La información obtenida puede ser textual, visual o auditiva.

2. Peer to peer móvil

Sara comparte información con otros usuarios del campus mediante el contacto de sus móviles NFC. La información compartida puede ser archivos de texto, video o audio. También puede ser compartida en la red vía http o con otros dispositivos a través de otras tecnologías inalámbricas (bluetooth, wifi, etc.).

3. Pago móvil

Sara paga un determinado servicio en una zona de consumo ubicada dentro del campus (ej. una cafetería), a través de su teléfono móvil NFC. Ella se aproxima a un lector NFC, destinado para pagos, donde al contacto con el móvil se realiza el proceso de cancelación del servicio.

4. Lector de tarjetas

Sara se acerca a un PC equipado con un lector de tarjetas inteligentes ubicado en un punto de acceso electrónico. Presenta su carné de identificación personal o un objeto aumentado electrónicamente para realizar una determinada operación o registrarse y acceder a un determinado lugar dentro del campus.

3.3. Herramientas Hardware y Software

En esta sección se listan y describen las características técnicas más destacadas de algunas herramientas software y hardware exploradas y de las herramientas utilizadas en la fase de diseño, implementación y despliegue de los escenarios puntuales de interacción.

Los dispositivos de lectura/escritura de tarjetas electrónicas utilizados principalmente por este trabajo son el teléfono Nokia 6131 NFC y lector fijo USB touchatag. Se explican aquí las características técnicas y operativas del dispositivo móvil, aspectos importantes del kit de desarrollo software *SDK Nokia 6131 NFC* y su relación con la especificación *java JSR-257 (Contactless Communication API)*. Similarmente, las características operativas del lector fijo USB touchatag y algunas aplicaciones generales. Por otro lado, se mencionan los tipos de etiquetas electrónicas exploradas y utilizadas en los escenarios con el móvil y el lector fijo USB y, demás recursos utilizados como editores, lenguajes de programación, etc.

Cabe aclarar nuevamente que la exploración y uso de los recursos se hizo con base en la existencia y disponibilidad de los mismos por parte de la FIET en el momento de la ejecución de las etapas de diseño e implementación de este trabajo.

3.3.1. Nokia 6131 NFC

Estas son algunas características importantes del Nokia 6131 NFC, de acuerdo con [60, 62]:

A. Especificaciones técnicas

- Frecuencia de operación:
 - Banda cuádruple GSM/EDGE de cobertura en los cinco continentes (850/900/1800/1900).



Figura 3.1: Nokia 6131 NFC. Fuente [60, 61].

- Mensajería:
 - Buzón de entrada común para SMS y MMS.
 - MMS 1.2 para crear, recibir, editar y enviar mensajes multimedia de hasta 300 KB.
 - Envío de correo electrónico: soporta los protocolos SMTP, POP3 e IMAP4.
 - Mensajería instantánea.
 - Pulsar para hablar (Push to talk).
 - Mensajes de audio Nokia Xpress a través de MMS.
- Memoria:
 - Memoria libre para usuario de 11MB.
 - Capacidad de memoria expandible con tarjetas de memoria flash microSD de 2GB.
- Aplicaciones:
 - Java MIDP 2.0 para juegos y aplicaciones.
- Conectividad:
 - NFC con capacidades de lectura, escritura y peer to peer.
 - Chip de seguridad integrado (plataforma global 2.1.1) que almacena información personal de forma segura.
 - Nokia PC Suite con conectividad USB, Bluetooth y IrDA.
 - Bluetooth versión 2.0 (incluye acceso SIM y perfiles de auricular y manos libres).
 - Sincronización de datos SyncML Local/Remoto.
 - Sustitución en caliente por ranura de tarjeta de memoria microSD.
 - Conector *Pop-Port* con conectividad USB.
- Navegación:
 - Navegador XHTML integrado.
 - Descarga inteligente de contenidos y gestión de Derechos digitales OMA 1.0.
- Transferencia de datos:
 - EDGE (EGPRS)
 - GPRS.
- Servicios digitales:
 - Temas de interfaz de usuario (UI) tales como fondos de pantalla animados, salvapantallas y

tonos de llamada.

- Tonos de llamada: videos, tonos de llamada MP3, true tones, entre otros.
- Posibilidad de descargas OTA para: temas, true tones, tonos de llamada MP3, tonos de llamada MIDI, salvapantallas, fondos de pantalla, streaming 3GPP, imágenes y vídeos, juegos y aplicaciones Java serie 40, personalización del chip de seguridad, recargar el tiempo o valor de los billetes de transporte, y servicios móviles.

- Características de comunicación de campo cercano (NFC):
 - Capacidad de pago y/o ticketing sin contacto.
 - Acceso a información y servicios móviles con un simple toque.
 - Utiliza Java con especificación 257 (JSR 257) para aplicaciones NFC de terceros.
- Emulación de tarjetas [63]:
 - ISO 14443-4A/ISO 7816-4 Smart Card (Plataforma Global basada en Java Smart Card)
 - Mifare Standard 4k
 - Objetivos tipo NFCIP-1

B. Elemento de seguridad y tarjeta inteligente

- Detalles técnicos del elemento de seguridad:
 - Esta compuesto por las áreas Java Card y Mifare 4K para la emulación de etiquetas. El área de Java Card es compatible con la *Plataforma Global 2.1.1* [64] y con *Java Card 2.2.1* [65].
 - Sistema Operativo soportado: *Giesecke & Devrient (G&D) Sm@rtCafé Expert 3.1* [66].
 - Tamaño de memoria: 72kB. Requiere un poco de espacio para aplicaciones específicas del producto y para el área de Mifare 4k.
- Otras características relacionadas:
 - Java Card proporciona un entorno de alta seguridad y puede ejecutar código, lo que significa que puede ser utilizada para aplicaciones más complejas. Java Card soporta algoritmos de seguridad estandarizados y bien conocidos.
 - El área de Mifare 4k es sólo una memoria con control de acceso, y en general es simple el almacenamiento de información en ella.

C. Otros aspectos generales acerca del teléfono

- Por tratarse de un teléfono serie 40, ningún tercero puede añadir elementos al menú de configuración NFC debido a que no tiene flexibilidad para la implementación de código nativo.
- El usuario tiene control sobre los *MIDlets* en el teléfono, incluyendo la capacidad de eliminarlos, sin embargo, esto no aplica para los *applets de seguridad* presentes en el elemento de seguridad interno del móvil.
- Accesorios y equipo disponibles en tiendas virtuales o comercio electrónico (ej. ebay³).

3.3.2. Kit de desarrollo Software - SDK Nokia 6131 NFC

El SDK Nokia 6131 NFC permite la creación y emulación de aplicaciones Java para el teléfono móvil Nokia 6131 NFC (MIDlets). El SDK incluye el API de Comunicación sin contacto (JSR-257), el cual habilita el uso de las características de NFC del teléfono. Adicionalmente, incluye extensiones

³Sitio web oficial ebay: <http://www.ebay.com>

para diversas tecnologías de etiquetas, conexión P2P y configuraciones de marca. Contiene un emulador de teléfono Nokia 6131 NFC, APIs Java, MIDlets de ejemplo y documentación.

Se puede utilizar un entorno de desarrollo integrado (integrated development environment - IDE) común para crear, compilar y empaquetar MIDlets. El comportamiento de estos MIDlets puede probarse en el emulador, directamente desde el IDE. También se puede utilizar como un programa independiente usando el lanzador de MIDlets (launcher) o desde la línea de comandos.

El emulador del Nokia 6131 NFC permite la simulación de etiquetas NFC y tarjetas inteligentes Java (figura 3.2). Lectores de tarjetas externos pueden ser igualmente utilizados junto con el emulador, por ejemplo, para probar la lectura y la escritura del MIDlet en etiquetas NFC reales o la comunicación con tarjetas inteligentes Java colocadas en el lector externo.

Entre las APIs y configuraciones soportadas por el SDK versión 1.1 [63], se encuentran:

- CLDC 1.1 (JSR-139)
- MIDP 2.0 (JSR-118)
- API para Bluetooth (JSR-82)
- API para Comunicación sin contacto (JSR-257)
- Paquete opcional PIM (Personal Information Management) para la plataforma J2ME (JSR-75)
- Paquete opcional FileConnection para la plataforma J2ME (JSR-75)

Entornos de desarrollo de soporte:

- Microsoft Windows XP (SP2-SP3)
- Nokia Connectivity Framework 1.2
- Sun J2ME Wireless Toolkit 2.2 o superior
- Herramientas de desarrollo por línea de comando
- Eclipse, Carbide.j, NetBeans, entre otros.

Emulación de tecnologías de etiquetas:

- Mifare Standard
- Mifare Ultralight
- Tarjetas basadas en la norma ISO 14443-4/ISO 7816-4

3.3.3. Kit de desarrollo Software - Contactless Communication API (JSR-257)

La *solicitud de especificación Java 257* define la interfaz de programación Java para aplicaciones (Application programming interface - API) relacionadas con Comunicación sin contacto. Esta especificación permite a las aplicaciones acceder a información sobre distintos objetivos sin contacto, tales como tarjetas seguras y etiquetas NFC.

El *NFC Forum* especifica el formato de paquete de datos **NDEF** para intercambiar información entre dispositivos NFC o con etiquetas NFC. El API toma ventaja de este formato de empaquetamiento proporcionando una conexión para cualquier objetivo físico que soporte el formato de datos NDEF.



Figura 3.2: Emulador Nokia 6131 NFC versión 1.1. Fuente [63].

Esta API permite la comunicación sin contacto de dispositivos NFC con tarjetas inteligentes externas suministrando un mecanismo de descubrimiento para las mismas. La comunicación con las tarjetas inteligentes que cumplen con el estándar ISO 14443 se realiza usando comandos APDU⁴.

El uso de esta API consta esencialmente de dos fases: descubrimiento de objetivos sin contacto e intercambio de datos con esos objetivos. Como existen diferentes tipos de objetivos sin contacto, la API permite extender la arquitectura del marco genérico de conexión (Generic Connection Framework - GCF) mediante la definición de nuevos protocolos para la comunicación con diversos tipos de objetivos sin contacto.

Las clases e interfaces en esta especificación están divididas en cinco paquetes. En [67] la definición de cada paquete se establece de acuerdo a características y funcionalidades comunes para un conjunto dado de objetivos sin contacto. Estos paquetes son los siguientes:

- **javax.microedition.contactless**, proporciona el descubrimiento de objetivos y clases comunes para todos los objetivos sin contacto.
- **javax.microedition.contactless.ndef**, contiene las clases e interfaces necesarias para comunicarse con las etiquetas que tienen datos en formato NDEF (etiquetas compatibles con el NFC Forum).
- **javax.microedition.contactless.rf**, permite la comunicación con etiquetas RFID que no tienen datos en formato NDEF (etiquetas RFID generales).
- **javax.microedition.contactless.sc**, habilita la comunicación con tarjetas inteligentes externas (tarjetas que cumplen la norma ISO 14443).

⁴Application Protocol Data Unit (APDU) es la unidad de comunicación entre un lector de tarjetas inteligentes y una tarjeta inteligente. La estructura de un APDU está definida en los estándares *ISO/IEC 7816*, más detalles en: http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_card_application_protocol_data_unit.

- **javax.microedition.contactless.visual**, permite la lectura y la generación de etiquetas visuales (No soportadas por el SDK o el dispositivo móvil).

Adicionalmente, la API contiene extensiones específicas que proporcionan interfaces para la comunicación y el acceso a ciertos tipos de objetivos.

El SDK Nokia 6131 NFC soporta todas estas extensiones, pero algunas de ellas están previstas solamente como aplicaciones de código suelto. Con este tipo de código se puede crear y compilar MIDlets usando el SDK, sin embargo esto implica probarlos y correrlos en un dispositivo Nokia 6131 NFC real.

En [68] se da una guía detallada para el desarrollo de MIDlets que utilicen la especificación JSR-257, con el SDK Nokia 6131 NFC versión 1.1.

Las extensiones y el nivel de soporte para cada una de ellas en el SDK son las siguientes:

- **com.nokia.nfc.nxp.simpletag**, proporciona una interfaz para acceder a una SimpleTag. Aplicación incluida totalmente en el Nokia 6131 NFC SDK.
- **com.nokia.nfc.nxp.mfstd**, proporciona una interfaz para acceder a una tarjeta estándar Mifare. Aplicación incluida totalmente en el Nokia 6131 NFC SDK.
- **com.innovision.rf**, proporciona una interfaz para acceder a etiquetas Innovision Jewel. Admitida como una aplicación de código suelto en el Nokia 6131 NFC SDK.
- **com.nokia.nfc.nxp.desfire**, proporciona una interfaz de conexión y clases de utilidad usadas para acceder a tarjetas Mifare DESfire. Admitida como una aplicación de código suelto en el Nokia 6131 NFC SDK.
- **com.nokia.nfc.p2p**, proporciona una interfaz para la comunicación con dispositivos NFCIP-1. Admitida como una aplicación de código suelto en el Nokia 6131 NFC SDK.
- **com.sony.felica**, proporciona una interfaz para acceder a una etiqueta tipo 3 NFC Forum. Admitida como una aplicación de código suelto en el Nokia 6131 NFC SDK.
- **com.nokia.nfc**, contiene la interfaz NFCException que extiende de ContactlessException para proveer acceso a la causa real de un error. Admitida como una aplicación de código suelto en el Nokia 6131 NFC SDK.

3.3.4. Etiquetas/tarjetas NFC

El *NFC Forum* ha determinado cuatro tipos de etiquetas operables con dispositivos NFC. Estas etiquetas tipo 1/2/3/4 están implementadas en productos (con tecnología sin contacto) existentes y comercialmente disponibles. Cada tipo de etiqueta está definida por una especificación de operación que suministra información técnica necesaria para implementar lectores/escritores y funcionalidades de control asociados con el dispositivo NFC para interactuar con las etiquetas. Las especificaciones de operación son las siguientes:

- **Especificación de operación para etiqueta tipo 1 NFC Forum**
Esta basada en la norma ISO/IEC 14443A. Las etiquetas tienen capacidad de lectura y escritura. Los usuarios pueden configurar las etiquetas para convertirlas en solamente lectura. Disponibilidad de memoria de 96 bytes y expandible a 2Kbyte.

- **Especificación de operación para etiqueta tipo 2 NFC Forum**

Esta basada en la norma ISO/IEC 14443A. Las etiquetas tienen capacidad de lectura y re-escritura. Los usuarios pueden configurar las etiquetas para convertirlas en solamente lectura. Disponibilidad de memoria de 48 bytes y expandible a 2Kbyte.

- **Especificación de operación para etiqueta tipo 3 NFC Forum**

Esta basada en el Estándar Industrial Japonés (JIS) X 6319-4, también conocido como FeliCa. Las etiquetas son pre-configuradas de fábrica para ser de lectura y re-escritura o solamente lectura. Disponibilidad de memoria variable, memoria límite teórica de 1 Mbyte por servicio. Velocidad de datos de 212 kbit/s.

- **Especificación de operación 2.0 para etiqueta tipo 4 NFC Forum**

Es completamente compatible con las series ISO/IEC 14443. Las etiquetas son pre-configuradas de fábrica para ser de lectura y re-escritura o solamente lectura. Disponibilidad de memoria variable hasta 32 Kbytes por servicio. Velocidades de lectura de datos entre 106 kbit/s y 424 kbit/s

Concretamente, el dispositivo móvil 6131 NFC soporta las siguientes tecnologías de etiquetas/tarjetas en modo lector/escritor:

- MIFARE®: estándar 1k, estándar 4k.
- Mifare Ultralight/Etiqueta **tipo 2**.
- Mifare DESFire/Etiqueta **tipo 4**.
- Sony FeliCa/Etiqueta **tipo 3**.
- Innovision Topaz y Jewel (únicamente lectura)/Etiqueta **tipo 1**.
- Tarjetas basadas en la norma ISO 14443-4/Etiqueta **tipo 4**.
- Iniciador NFCIP-1

Ilustraciones de algunas etiquetas exploradas en el laboratorio y otras disponibles en el mercado:



Figura 3.3: Etiqueta *nfcrid* tipo 4 NFC Forum. Fuente [69].

- **Etiquetas *nfcrid* [69]**

- Chip para etiquetas *nfcrid* tipo 4 (figura 3.3): Mifare DESfire de *NXP* (anteriormente Philips).
- Tipos de etiquetas *nfcrid* disponibles: 1/2/3/4.



Figura 3.4: Etiqueta *TOPAZ* tipo 1 NFC Forum. Fuente [70].

- **Etiquetas *TOPAZ*** [70]
 - Chip para etiquetas *TOPAZ* tipo 1 (figura 3.4): topaz de *Innovision Research & Technology* (parte de *Broadcom*⁵).
- **Otras etiquetas *NFC Forum***, disponibles en [71, 72].
 - Etiquetas tipo 2/Mirafe Ultralight (figura 3.5).



Figura 3.5: Etiquetas tipo 2/Mifare Ultralight. Fuente [71, 72].

3.3.5. Lector **RFID touchatag**

El lector **ACR122** [73] desarrollado por *Advanced Card Systems Limited - ACS*⁶, es utilizado por el proyecto *touchatag* [18] (anteriormente *tikitag*) el cual lo ha denominado **lector RFID touchatag** (figura 3.6).

Este dispositivo electrónico es un lector/escritor de tarjetas inteligentes sin contacto conectado a PC. Desarrollado con tecnología sin contacto para operar en la banda de 13.56 Mhz. Sigue las normas ISO 14443 e ISO 18092 y cumple con el estándar *Integrated Circuit(s) Cards Interface Device - CCID*. Esta diseñado para soportar no solamente tarjetas Mifare e ISO 14443 tipo A y B sino también etiquetas FeliCa y NFC.

⁵Sitio web oficial Broadcom: <http://www.broadcom.com/>

⁶Sitio web oficial ACS: <http://www.acs.com.hk/>



Figura 3.6: Lector RFID **touchatag**. Fuente [18].

Otras características técnicas del lector son las siguientes:

- Velocidad de lectura/escritura de hasta 424 Kbps.
- Velocidad USB de hasta 12 Mbps.
- Conexión USB PnP (Plug and play).
- LED Bi-Color.
- Compatible con PC/SC (Personal Computer/Smart Card).
- Tamaño: 98mm (Largo) x 65mm (ancho) x 12.8mm (Alto).
- Peso: 70g.
- Compatible con los estándares y certificados CE, FCC y RoHS.



Figura 3.7: Lector NFC ACR122. Fuente [73].

Algunas aplicaciones típicas en las cuales se usa el lector ACR122 (figura 3.7) son:

- Comercio electrónico.
- Control de acceso de red.
- Identificación y autenticación.
- Ticketing.
- Control de acceso físico.
- Logística y gestión en cadena de suministro.

Y particularmente configurado para uso dentro del proyecto *touchatag*, el cual consiste en un servicio basado en web que permite la conexión de objetos reales con el mundo *online* (internet) por medio de etiquetas RFID o códigos de barras 2D. En la documentación técnica del proyecto se describe detalladamente los componentes de la arquitectura, la cual habilita a un usuario/cliente la configuración, utilización e incluso el desarrollo de aplicaciones web asociadas al servicio, y su manipulación mediante el uso de etiquetas, códigos de barras 2D o teléfonos móviles con capacidad NFC.

El siguiente esquema describe la secuencia de pasos que ocurren cuando una etiqueta es detectada por un lector *touchatag* (figura 3.8). En [18] igualmente se describen la secuencia de pasos que ocurren cuando una etiqueta es detectada por un teléfono móvil NFC o un móvil habilitado para códigos QR.

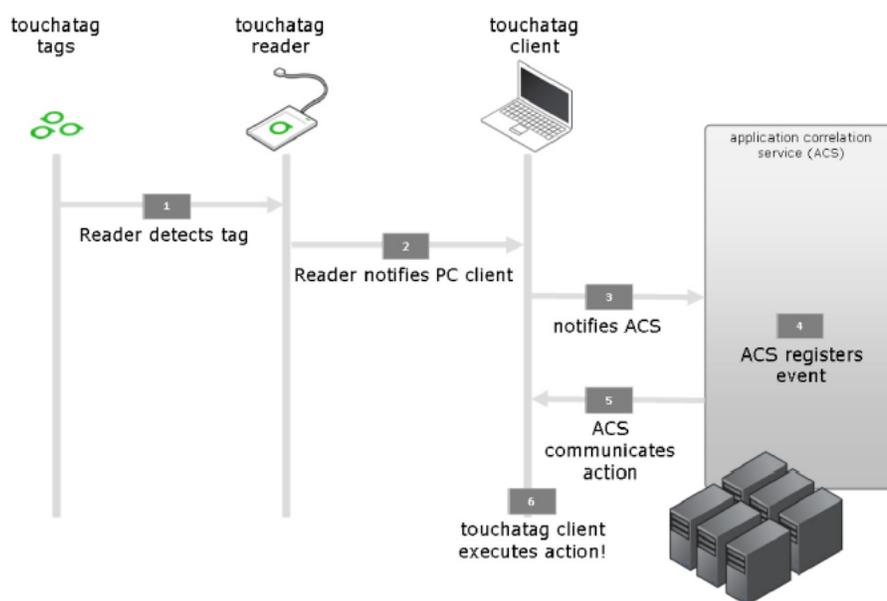


Figura 3.8: Operación básica del lector **touchatag**. Fuente [18].

1. Un objeto etiquetado es detectado por el lector fijo *touchatag* USB.
2. El lector notifica la información relevante, como la ID de la etiqueta, al software cliente del *touchatag*.
3. El software cliente del *touchatag* contacta al servicio de acción correlacionada (ACS) del *touchatag*, pasando el ID de la etiqueta, el ID del lector, el tipo de evento, el nombre de cuenta del usuario y otra información.

4. El ACS del touchatag registra la información del evento, y usa la correlación de datos del repositorio para determinar qué acciones ejecutar.
5. El servicio touchatag ejecuta las acciones apropiadas del lado del servidor, y luego encarga al software cliente del touchatag poner en marcha algunas acciones apropiadas en el ordenador (PC).
6. El cliente touchatag ejecuta acciones según las instrucciones del servicio.

Muchos dispositivos habilitados con capacidades RFID/NFC se encuentran actualmente en el mercado entre teléfonos, smartPhones (ej, *C7 de Nokia*⁷), etiquetas, tarjetas inteligentes, lectores USB, etc. La combinación de ellos daría como resultado interesantes e innumerables escenarios de aplicación y arquitecturas como la anterior mercedoras de estudio.

No obstante, se determinó el número de escenarios implementados teniendo en cuenta el tiempo de ejecución de este proyecto, los criterios para la definición de un escenario e-Campus, las actividades e-Campus generales mencionadas anteriormente y, la disponibilidad de las herramientas existentes en el laboratorio en el momento de la ejecución de estas etapas de trabajo. así mismo, se determinó el número de escenarios desplegados en la experimentación.

En la implementación, el lector *touchatag* se utilizó independiente del servicio web asociado (como caso particular) con el propósito de desarrollar algunas aplicaciones de escritorio para hacer uso del carné institucional de la Universidad del Cauca. En este carné fue incorporado en su nueva versión un chip inteligente como se explica en [19]. Estos prototipos implementados están relacionados con el acceso, registro e identificación de personas dentro de la institución. Sin embargo, en el capítulo 4 se describen algunos escenarios que utilizan la arquitectura basada en web, especialmente el servicio cliente del touchatag.

Herramienta	Descripción
Etiquetas NFC Forum	Topaz tipo 1
Teléfono móvil	Nokia 6131 NFC
Lector/escritor fijo	Lector RFID USB touchatag
Entorno de desarrollo software	Netbeans IDE versión 6.9.1
Plataforma Java para desarrollo móvil	SDK Nokia 6131 NFC versión 1.1
Lenguaje de programación para desarrollo con el móvil	Java 2 Micro Edition
Lenguaje de programación para desarrollo con el lector fijo	Java Standard Edition
Gestor de base de datos	MySQL server versión 5.0
Diseño gráfico	Adobe Photoshop versión CS5
Elaboración de documentos en formato PDF-latex	MikTex versión 2.7, TeXnicCenter IDE versión 1.0
Gestor de referencias bibliográficas	JabRef versión 2.4.2
Cálculo y análisis estadístico	SPSS versión 15.0
Sistema Operativo	Windows XP service Pack 3

Tabla 3.1: Sumario de herramientas utilizadas. Fuente propia.

Finalmente, en la tabla 3.1 se muestra un resumen de las herramientas más destacadas hardware y software utilizadas en el diseño, implementación y despliegue de los escenarios de interacción, así como en la elaboración y diseño de este documento.

⁷Más información del Nokia C7 en: <http://www.nokia.com.co/productos>

Capítulo 4

Escenarios piloto de interacción NFC e-Campus

Este capítulo describe un conjunto de escenarios piloto de interacción derivados del escenario general propuesto.

Con el fin de dar debido cumplimiento a los objetivos específicos presentados en el capítulo 1, esta parte del documento se organiza de la siguiente forma: se presenta inicialmente un conjunto de escenarios diseñados de acuerdo a los *criterios para la definición de un escenario e-Campus* y las *actividades e-Campus generales* definidas en el capítulo anterior. Seguidamente, se describen las aplicaciones desarrolladas para llevar a cabo la implementación de un subconjunto de escenarios piloto y, finalmente se muestran detalles del despliegue de los escenarios que fueron experimentados por usuarios dentro del campus de Tulcán-Unicauca.

Los resultados de las experimentación y el análisis respectivo están consignados en el capítulo *Experimentación y resultados* de este documento.

Las herramientas hardware y software más relevantes utilizadas en la implementación y despliegue se muestran en la tabla 3.1. Cada escenario aquí descrito define el tipo de recurso que necesita en particular para su implementación como se estableció en la descripción del escenario general.

No existen criterios para considerar un número determinado de escenarios a diseñar, no obstante, se estableció una categorización de acuerdo al tipo de actividades e-Campus generales identificadas. Para el caso de los escenarios piloto implementados, su número se determinó con base en la existencia y disponibilidad de las herramientas (especialmente hardware) en el laboratorio y el tiempo de ejecución de este proyecto. De igual manera la experimentación realizada.

4.1. Diseño. Descripción de escenarios de interacción puntuales

A continuación se presenta el diseño de un conjunto de escenarios de interacción con OA NFC para el campus de Tulcán de Unicauca.

Convenciones para la caracterización e identificación de los escenarios propuestos:

- **eNFC**: Escenario NFC e-Campus
- **rwPhone**: Actividad tipo *Lectura/escritura móvil*
- **p2pPhone**: Actividad tipo *Peer to Peer móvil*
- **pPhone**: Actividad tipo *Pago móvil*

- **readerTags:** Actividad tipo *Lector de tarjetas*

4.1.1. Obteniendo información acerca de eventos que ocurren en el campus

- **ID**
eNFC-rwPhone-1.
- **Nombre**
Obteniendo información acerca de eventos que ocurren en el campus.
- **Utilidad**
Permitir a un usuario la obtención de información concreta acerca de eventos que ocurren dentro del campus Tulcán-Unicauca.
- **Lugar**
Campus de Tulcán-Unicauca.
- **Precondiciones**
 - Objetos aumentados con etiquetas electrónicas NFC.
 - Dispositivos móviles de lectura/escritura de etiquetas electrónicas NFC.
 - Aplicación de soporte definida: aplicación desarrollada.
 - Espacio físico definido. Ejemplo, cartelera institucional del campus.
- **Recursos**
 - Etiquetas electrónicas NFC habilitadas.
 - Teléfonos móviles con NFC habilitados.
 - Aplicación habilitada.
 - Espacio físico definido habilitado.
 - Otros recursos habilitados: posters o afiches.
- **Actores**
Sara.
- **Especificación**
Sara se acerca a un poster aumentado previamente con etiquetas NFC que contiene información concreta referente a diversos eventos como sustentaciones de trabajos de grado, seminarios, eventos culturales, eventos deportivos que ocurren o están próximos a ocurrir dentro del campus Tulcán-Unicauca. Ella obtiene información de un ítem o tipo de evento en el afiche con un simple toque de su móvil NFC. La información es desplegada en pantalla de forma textual, por ejemplo: fecha, hora y lugar de presentación del evento.

Sara puede ampliar la información que considera de su interés conectándose directamente con su dispositivo móvil con la página web del evento o los eventos, de manera opcional.
- **Evaluación**
 - Resultados:**
 - Sara obtiene información concreta acerca de diversos eventos que ocurren dentro del campus Tulcán-Unicauca.
 - Preguntas:**
 - ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara frente a la forma de obtener información acerca de diversos eventos que ocurren dentro del campus Tulcán-Unicauca?
 - Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.

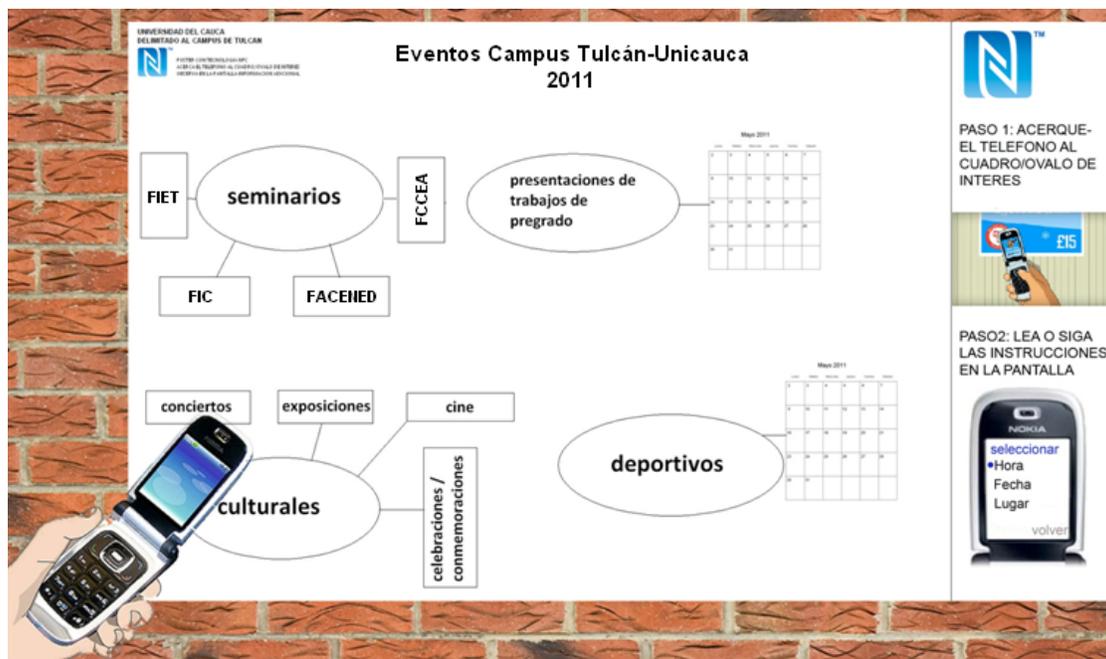


Figura 4.1: Poster en vista mural para el escenario *Obteniendo información acerca de eventos que ocurren en el campus*. Fuente propia.

4.1.2. Solicitando una cita médica

- **ID**
eNFC-rwPhone-2.
- **Nombre**
Solicitando una cita médica.
- **Utilidad**
Permitir a un usuario la solicitud directa de una cita médica dentro del campus.
- **Lugar**
Campus de Tulcán-Unicauca.
- **Precondiciones**
 - Objetos aumentados con etiquetas electrónicas NFC.
 - Dispositivos móviles de lectura/escritura de etiquetas electrónicas NFC.
 - Aplicación de soporte definida.
 - Espacio físico definido: carteleras de la *División de Salud Integral Unicauca*.
- **Recursos**
 - Etiquetas electrónicas NFC habilitadas.
 - Teléfonos móviles con NFC habilitados.
 - Aplicación habilitada.
 - Espacio físico definido habilitado.
 - Otros recursos habilitados: posters o afiches.

- **Actores**

Sara.

- **Especificación**

Sara ingresa a la *División de Salud Integral* de Unicauca ubicada dentro campus de Tulcán con el fin de solicitar una cita médica general o especializada. Se dirige hacia un poster aumentado con etiquetas NFC que contiene información concreta acerca de los servicios que ofrece la dependencia.

Con el celular Sara hace contacto en uno de los servicios. El móvil despliega una pantalla de acceso pidiendo su identificación institucional. Cuando Sara realiza esta operación, la aplicación se comunica con una base de datos para identificar y validar su información. Una vez identificada satisfactoriamente, la aplicación móvil le pide llenar un formulario breve de citación. Dicha información se transfiere a una base de datos de registro de citas, si la fecha está disponible se muestra una notificación de registro y confirmación de la misma. En caso contrario la aplicación despliega otras opciones de disponibilidad.

- **Evaluación**

Resultados:

- Sara solicita y obtiene de manera directa una cita médica dentro del campus.

Preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara frente a la manera de solicitar y obtener una cita médica dentro del campus?

- Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.



Figura 4.2: Poster en vista mural para el escenario *Solicitando una cita médica*. Fuente propia.

4.1.3. Conociendo la Emisora radial *104.1 Unicauca estéreo*

- **ID**

eNFC-rwPhone-3.

- **Nombre**

Conociendo la Emisora radial *104.1 Unicauca estéreo*

- **Utilidad**

Permitir a un usuario o grupo de usuarios la obtención de información concreta y relevante acerca de la emisora de la Universidad del Cauca *104.1 Unicauca estéreo*¹.

- **Lugar**

Campus de Tulcán-Unicauca.

- **Precondiciones**

- Objetos aumentados con etiquetas electrónicas NFC.
- Dispositivos móviles de lectura/escritura de etiquetas electrónicas NFC.
- Aplicación de soporte definida.
- Espacio físico definido: instalaciones emisora Unicauca.

- **Recursos**

- Etiquetas electrónicas NFC habilitadas.
- Teléfonos móviles con NFC habilitados.
- Aplicación habilitada.
- Espacio físico definido habilitado.

- **Actores**

Sara y compañeros de estudio.

- **Especificación**

Sara y sus compañeros de estudio ingresan a las instalaciones de la emisora 104.1 Unicauca estéreo como parte de una actividad de exploración del campus.

En las instalaciones de la emisora se han aumentado previamente con etiquetas NFC algunos lugares y objetos de interés como equipos de radio, la sección de prensa, la oficina de producción de recursos audio visuales, entre otros. Cada estudiante puede obtener información específica del lugar u objeto con un simple toque. Esta información es desplegada en la pantalla del móvil NFC. La aplicación habilitada hace un registro o historial de los items explorados en la medida en que Sara y sus compañeros van avanzando en la actividad.

Los estudiantes pueden realizar el recorrido de manera secuencial o de manera aleatoria obteniendo al final de la actividad información concreta y relevante acerca del funcionamiento de cada item etiquetado en un registro.

- **Evaluación**

- **Resultados:**

- Sara y sus compañeros de estudio obtienen información concreta y relevante acerca de la emisora de la Universidad del Cauca *104.1 Unicauca estéreo*.

¹*104.1 Unicauca estéreo* hace parte de la *División de Comunicaciones* de la Universidad del Cauca. Más información en <http://www.unicauca.edu.co/versionP/acerca-de-unicauca/dependencias/>

Preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara y sus compañeros de estudio acerca de la actividad realizada y la forma de interactuar con determinados lugares u objetos etiquetados electrónicamente dentro de las instalaciones de la emisora de la Universidad del Cauca *104.1 Unicauca estéreo*?
- Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.



Figura 4.3: Diseño escenario *Conociendo la Emisora radial 104.1 Unicauca estéreo*. Fuente propia.

4.1.4. Explorando el campus de Tulcán-Unicauca desde un poster NFC

- **ID**
eNFC-rwPhone-4.
- **Nombre**
Explorando el campus de Tulcán-Unicauca desde un poster NFC.
- **Utilidad**
 - Explorar y conocer de manera rápida y concreta el campus de Tulcán de Unicauca desde un poster NFC.
- **Lugar**
Campus de Tulcán-Unicauca.
- **Precondiciones**
 - Objetos aumentados con etiquetas electrónicas NFC.
 - Dispositivos móviles de lectura/escritura de etiquetas electrónicas NFC.
 - Aplicación de soporte definida.
 - Espacio físico definido. Ejemplo, cartelera institucional del campus.

■ Recursos

- Etiquetas electrónicas NFC habilitadas.
- Teléfonos móviles con NFC habilitados.
- Aplicación habilitada.
- Espacio físico definido habilitado.
- Otros recursos habilitados: posters o afiches.

■ Actores

Sara.

■ Especificación

Sara se acerca a un poster institucional que muestra una descripción visual de la distribución física del campus Tulcán-Unicauca. El poster muestra distintas facultades, dependencias, laboratorios, oficinas extendidos a lo largo y ancho del campus universitario.

El poster aumentado previamente con etiquetas NFC contiene información concreta de los diferentes sitios o items, por ejemplo: nombre, imagen ampliada, breve reseña, dirección web. Sara puede acceder a esta información a través de su dispositivo móvil NFC tocando cada item aumentado o etiquetado. La información es desplegada en la pantalla de su teléfono, permitiéndole además establecer comunicación con un sitio o item determinado, mediante una llamada o accediendo a su dirección en internet.

■ Evaluación**Resultados:**

- Sara obtiene información rápida y concreta que le permite explorar y conocer el campus de Tulcán de la Universidad del Cauca desde un poster a través de su dispositivo móvil NFC.

Preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara al realizar la actividad de exploración del Campus desde un poster con su dispositivo móvil NFC?
- Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.

4.1.5. Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca**■ ID**

eNFC-rwPhone-5.

■ Nombre

Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca.

■ Utilidad

Permitir a un usuario la obtención de información concreta acerca de la organización administrativa de la Universidad del Cauca especialmente del campus de Tulcán.

■ Lugar

Campus de Tulcán-Unicauca.

■ Precondiciones

- Objetos aumentados con etiquetas electrónicas NFC.
- Dispositivos móviles de lectura/escritura de etiquetas electrónicas NFC.
- Aplicación de soporte definida: aplicación desarrollada.
- Espacio físico definido. Ejemplo, carteleras institucionales del campus.

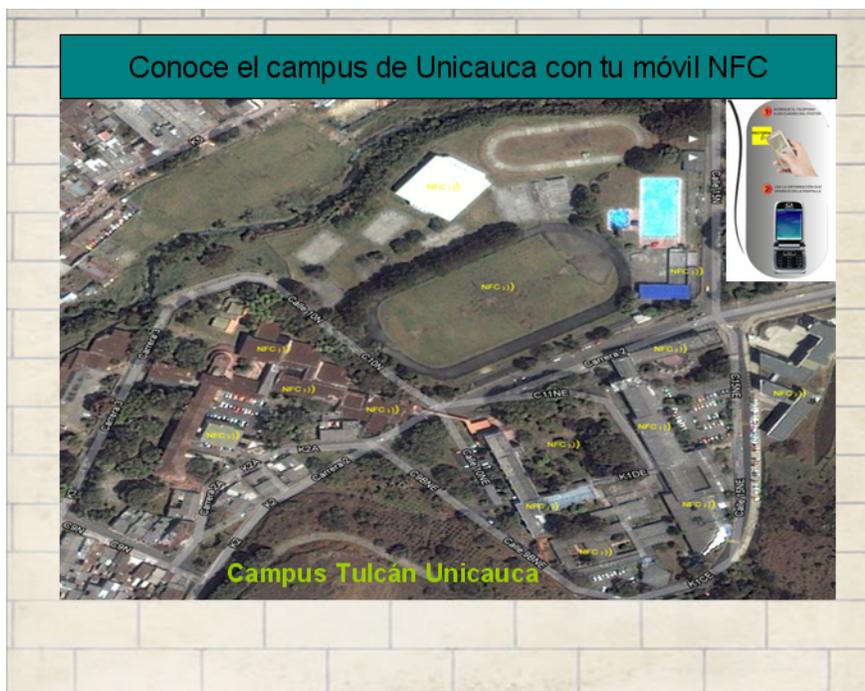


Figura 4.4: Poster en vista mural para el escenario *Explorando el campus de Tulcán-Unicauca desde un poster NFC*. Fuente propia.

■ Recursos

- Etiquetas electrónicas NFC habilitadas.
- Teléfonos móviles con NFC habilitados.
- Aplicación habilitada.
- Espacio físico definido habilitado.
- Otros recursos habilitados: posters o afiches.

■ Actores

Sara y compañeros de estudio.

■ Especificación

Sara y sus compañeros de estudio, como parte de una actividad de exploración del campus, interactúan con un poster aumentado previamente con etiquetas NFC. El poster muestra información acerca de la organización administrativa de la Universidad del Cauca, especialmente de las facultades que hacen parte del campus de Tulcán.

Cuando Sara o un compañero toca un ítem cualquiera del organigrama con su dispositivo móvil NFC se despliega en la pantalla del teléfono información textual concreta, por ejemplo, tipo de dependencia, número de oficina, teléfono de contacto, página web, etc.

Sara o cualquier compañero puede ampliar la información del ítem explorado que considera es de su interés conectándose directamente, de manera opcional, con la página web del mismo.

■ Evaluación

Resultados:

- Sara y sus compañeros de estudio obtienen información concreta acerca de la organización

administrativa de la Universidad del Cauca especialmente del campus de Tulcán.

Preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara y sus compañeros de estudio frente a la actividad realizada y la forma de obtener información acerca de la organización administrativa de la Universidad del Cauca especialmente del campus de Tulcán?
- Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.

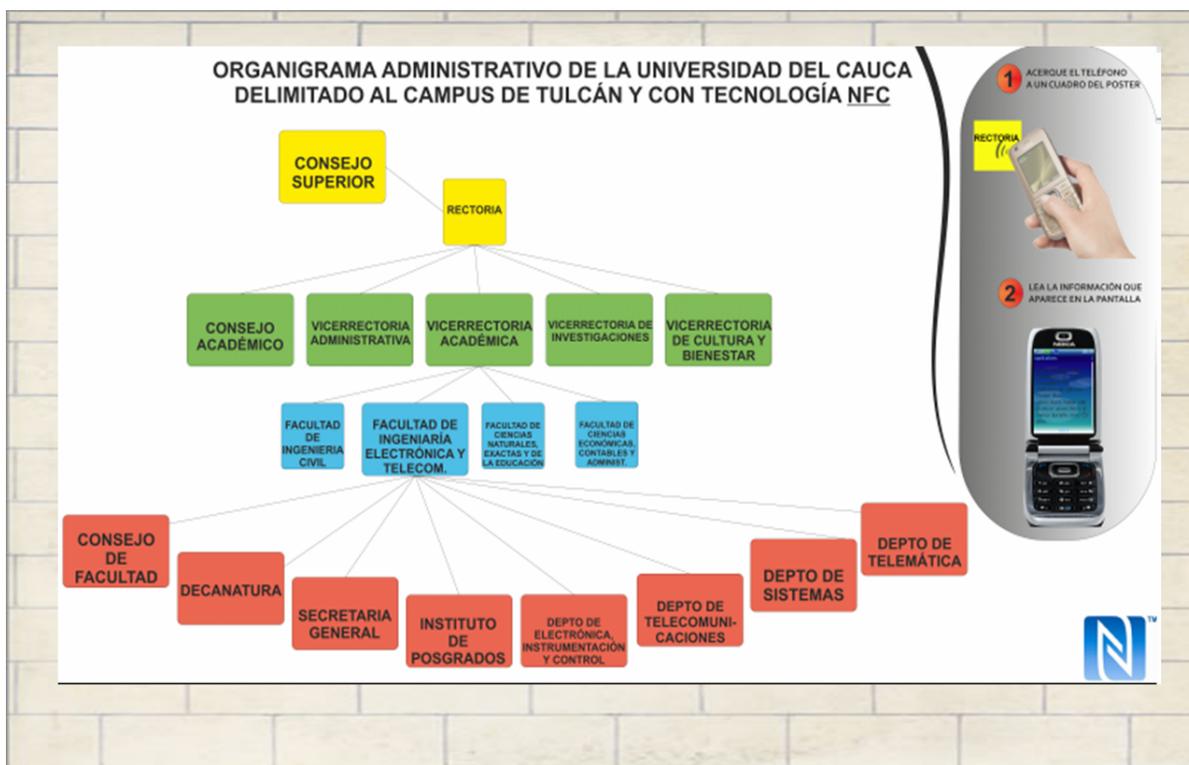


Figura 4.5: Poster en vista mural para el escenario *Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca*. Fuente propia.

4.1.6. Descubriendo el laboratorio de Biología de Unicauca

- **ID**
eNFC-rwPhone-6.
- **Nombre**
Descubriendo el laboratorio de Biología de Unicauca.
- **Utilidad**
- Adquirir información concreta y relevante acerca del *laboratorio de Biología*² de la Universidad del Cauca.
- **Lugar**
Campus de Tulcán-Unicauca.

²El laboratorio de Biología pertenece a la facultad de Ciencias Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca.

- **Precondiciones**

- Objetos aumentados con etiquetas electrónicas NFC.
- Dispositivos móviles de lectura/escritura de etiquetas electrónicas NFC.
- Aplicación de soporte definida.
- Espacio físico definido: laboratorio de Biología de Unicauca.

- **Recursos**

- Etiquetas electrónicas NFC habilitadas.
- Teléfonos móviles con NFC habilitados.
- Aplicación habilitada.
- Espacio físico definido habilitado.

- **Actores**

Sara y compañeros de estudio.

- **Especificación**

Sara y sus compañeros de estudio ingresan a las instalaciones del laboratorio de Biología de Unicauca como parte de una actividad de exploración del Campus.

En las instalaciones del laboratorio se han aumentado previamente con etiquetas NFC algunos objetos de interés como equipos de medición, equipos de análisis de muestras, microscopios, cultivos, entre otros. Cada estudiante puede obtener información específica de cada objeto con un simple toque. Esta información es desplegada en la pantalla del móvil NFC. La aplicación habilitada hace un registro o historial de los objetos explorados en la medida en que Sara y sus compañeros van avanzando en la actividad.

Los estudiantes pueden realizar el recorrido de manera secuencial o de manera aleatoria obteniendo al final de la actividad información concreta acerca del funcionamiento y características de cada objeto etiquetado en un registro.

- **Evaluación**

- **Resultados:**

- Sara y sus compañeros de estudio obtienen información concreta y relevante acerca del laboratorio de Biología de la Universidad del Cauca.

- **Preguntas:**

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara y sus compañeros de estudio acerca de la actividad realizada y la forma de interactuar con determinados objetos etiquetados electrónicamente dentro de las instalaciones del laboratorio de Biología de la Universidad del Cauca?
- Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.

4.1.7. Compartiendo información dentro del salón de clases

- **ID**

eNFC-p2pPhone-7.

- **Nombre**

Compartiendo información dentro del salón de clases.

- **Utilidad**

Permitir a un usuario el intercambio de información de manera directa y simple dentro del salón de clases.



Figura 4.6: Diseño escenario *Descubriendo el laboratorio de Biología de Unicauca*. Fuente propia.

■ Lugar

Campus de Tulcán-Unicauca.

■ Precondiciones

- Objetos aumentados con etiquetas electrónicas NFC.
- Dispositivos móviles de lectura/escritura de etiquetas electrónicas NFC.
- Aplicación de soporte definida.
- Espacio físico definido: salón de clases del campus Tulcán-Unicauca.

■ Recursos

- Etiquetas electrónicas NFC habilitadas.
- Teléfonos móviles con NFC habilitados.
- Aplicación habilitada.
- Espacio físico definido habilitado.

■ Actores

Sara y compañeros de estudio.

■ Especificación

Sara y sus compañeros de estudio realizan socializaciones relacionadas con aspectos universitarios de Unicauca como parte de una actividad de exploración del Campus.

Los trabajos están almacenados en un servidor institucional con una dirección web (url) asociada al perfil personal de cada estudiante. Sara puede compartir la dirección web de su trabajo además de información personal como su nombre, edad, teléfono, temas académicos de interés, entre otros aspectos con sus compañeros de clase al interactuar con los dispositivos móviles NFC en la modalidad Peer to peer.

Cada estudiante al final de la jornada de socialización obtiene un registro de trabajos e información personal de cada compañero la cual puede descargar y desplegar en la pantalla de su

dispositivo móvil o puede transferir a un PC utilizando Bluetooth u otra tecnología inalámbrica habilitada.

■ **Evaluación**

Resultados:

- Sara y sus compañeros intercambian información de manera directa y simple dentro del salón de clases.

Preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara y sus compañeros de estudio acerca de la actividad realizada y la forma de interactuar e intercambiar información mediante sus dispositivos móviles NFC dentro del salón de clases?

- Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.

4.1.8. Pagando un servicio dentro del campus

■ **ID**

eNFC-pPhone-8.

■ **Nombre**

Pagando un servicio dentro del campus.

■ **Utilidad**

- Permitir a un usuario de manera directa y rápida el pago por un servicio utilizando un dispositivo móvil NFC como tarjeta de pago electrónico dentro del campus.

■ **Lugar**

Campus de Tulcán-Unicauca.

■ **Precondiciones**

- Equipos de soporte de pago electrónico NFC.

- Dispositivos móviles de lectura/escritura de etiquetas electrónicas NFC.

- Aplicación de soporte definida³.

- Espacio físico definido: punto de servicio de fotocopias e impresiones.

■ **Recursos**

- Equipos de soporte de pago electrónico NFC habilitados.

- Teléfonos móviles con NFC habilitados.

- Aplicaciones e infraestructura software de pagos electrónicos NFC habilitadas.

- Espacio físico definido habilitado.

- Otros recursos habilitados: avisos o carteles públicos relacionados.

■ **Actores**

Sara.

■ **Especificación**

Sara se acerca a un punto de servicio de fotocopias ubicado dentro de las instalaciones del campus universitario para solicitar algunas fotocopias e impresiones de documentos de una determinada materia de la carrera que está estudiando. Ella tiene configurado su dispositivo móvil NFC como tarjeta de pagos electrónico NFC asociada a una determinada empresa bancaria.

³Incluye infraestructura para soporte del servicio de pagos electrónicos NFC a nivel local, por ejemplo, aplicaciones de soporte bancario, licenciamientos, entre otros aspectos.

Sara observa un aviso publicitario en el punto de servicio que invita a cancelar utilizando el sistema NFC. Ella realiza algunas operaciones de seguridad para cancelar el valor dado por los documentos fotocopiados e impresos con un simple toque. Seguidamente una aplicación tramita la cancelación del servicio y Sara recibe una notificación de que su operación fue hecha con éxito.

■ Evaluación

Resultados:

- Sara cancela con su dispositivo móvil NFC un servicio de manera directa y rápida dentro del campus.

Preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción y confianza de Sara al cancelar con su dispositivo móvil NFC un servicio dentro del campus?
- Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.

4.1.9. Llamando a compañeros de estudio

■ ID

eNFC-readerTags-9.

■ Nombre

Llamando a compañeros de estudio.

■ Utilidad

Permitir a un usuario la comunicación simple y rápida con otras personas a través de la aplicación *Skype Call* del proyecto web *touchatag* dentro del campus.

■ Lugar

Campus de Tulcán-Unicauca.

■ Precondiciones

- Objetos aumentados con etiquetas electrónicas RFID/NFC.
- Dispositivos fijos lectores de etiquetas RFID/NFC.
- Aplicación de soporte definida: *Skype Call* [18]
- Espacio físico definido. Ejemplo, salas de computación del campus.

■ Recursos

- Etiquetas electrónicas RFID/NFC habilitadas.
- Dispositivos fijos lectores de etiquetas RFID/NFC habilitados.
- Aplicación habilitada.
- Espacio físico definido habilitado.
- Otros recursos habilitados: fotografías o imágenes impresas, láminas o poliedros de papel, parlantes, micrófonos, etc.

■ Actores

Sara y compañeros de estudio.

■ Especificación

Sara utiliza la aplicación web *Skype Call* de *touchatag* para comunicarse por internet con los compañeros de su grupo de trabajo personal dentro del campus.

Ella tiene imágenes o fotografías alusivas a cada compañero de estudio aumentadas previamente con etiquetas RFID/NFC dispuestas en láminas o en un poliedro de papel. Ella tiene conectado a un computador del laboratorio el lector fijo touchatag habilitado para usar la aplicación web *Skype Call* cada vez que ella haga contacto en el lector con una de las láminas o una de las caras del poliedro.

Cada etiqueta tiene asociada a su identificador o ID un número *Skype* previamente configurado. Cuando Sara toca el lector con una lámina o una de las caras del poliedro, la aplicación realiza la asociación del ID con el número respectivo y lanza la llamada telefónica *Skype* conectándose vía web con un compañero de estudio.

■ Evaluación

Resultados:

- Sara se comunica de manera simple y rápida con sus compañeros de estudio a través del servicio web *Skype Call* de *touchatag* dentro del campus.

Preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara y sus compañeros de estudio cuando utilizan el servicio web *Skype Call* de *touchatag* para comunicarse entre sí dentro del campus?
- Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.

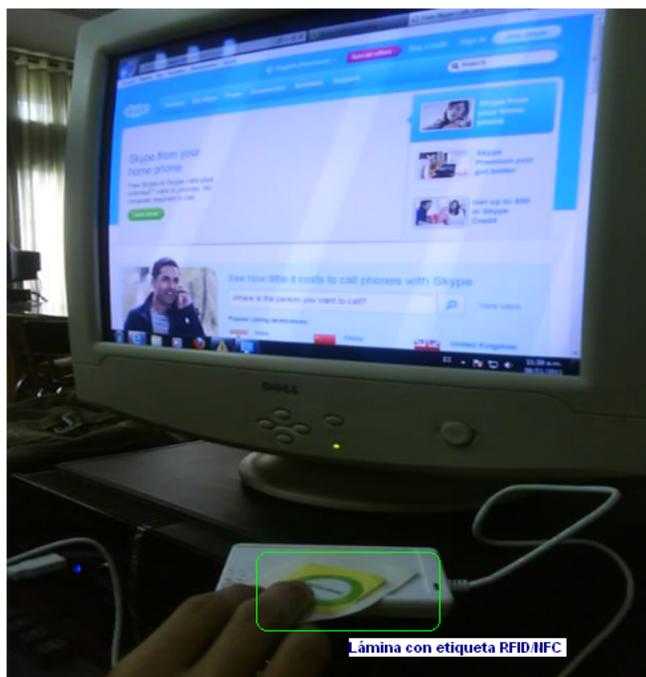


Figura 4.7: Diseño escenario *Llamando a compañeros de estudio*. Fuente propia.

4.1.10. Explorando un sitio web

■ ID

eNFC-readerTags-10.

- **Nombre**
Explorando un sitio web.
- **Utilidad**
Permitir a un usuario la exploración de un sitio web de manera simple y directa a través de la aplicación *Web Link* proyecto web *touchatag* dentro del campus.
- **Lugar**
Campus de Tulcán-Unicauca.
- **Precondiciones**
 - Objetos aumentados con etiquetas electrónicas RFID/NFC.
 - Dispositivos fijos lectores de etiquetas RFID/NFC.
 - Aplicación de soporte definida: *Web Link* [18]
 - Espacio físico definido. Ejemplo, salas de computación del campus.
- **Recursos**
 - Etiquetas electrónicas RFID/NFC habilitadas.
 - Dispositivos fijos lectores de etiquetas RFID/NFC habilitados.
 - Aplicación habilitada.
 - Espacio físico definido habilitado.
 - Otros recursos habilitados: poliedros de papel.
- **Actores**
Sara y compañeros de estudio.
- **Especificación**

Sara y sus compañeros de estudio interactúan con los contenidos de la página web oficial de la Universidad del Cauca *unicauca.edu.co* como parte de una actividad de exploración del campus. Utilizan la aplicación *Web Link* de *touchatag* para navegar el sitio web.

A cada estudiante dentro de la actividad se le ha asignado la exploración de ciertas páginas y contenidos dentro del sitio que tendrá que socializar en una actividad posterior. Cada dirección web (url) está asociada a una etiqueta RFID/NFC. Cada etiqueta previamente se ha dispuesto en la cara de un poliedro de papel. A cada estudiante se le ha dado un poliedro de papel diferente de acuerdo al tema asignado.

Se han dispuesto lectores fijos *touchatag* en el laboratorio para que cada estudiante o cada grupo de trabajo puedan usar la aplicación *Web Link*.

Cuando Sara o uno de sus compañeros toca el lector con una de las caras del poliedro la aplicación realiza la asociación del ID de la etiqueta con la url respectiva y muestra en la ventana de un navegador la página web o el contenido consultado de manera simple y directa.
- **Evaluación**
 - Resultados:**
 - Sara y sus compañeros de estudio exploran de manera simple y directa un sitio web a través del servicio *Web Link* de *touchatag* dentro del campus.
 - Preguntas:**
 - ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara y sus compañeros de estudio frente a la actividad realizada y la manera de explorar y obtener información utilizando el servicio *Web Link* de *touchatag*?
 - Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.



Figura 4.8: Diseño escenario *Explorando un sitio web*. Fuente propia.

4.1.11. Registrando asistencia en un salón de clases

- **ID**
eNFC-readerTags-11.
- **Nombre**
Registrando asistencia en un salón de clases.
- **Utilidad**
Permitir el registro de asistencia de manera rápida y sencilla de un usuario con su carné institucional Unicauca en un salón de clases dentro del campus.
- **Lugar**
Campus de Tulcán-Unicauca.
- **Precondiciones**
 - Objetos aumentados con etiquetas electrónicas RFID/NFC.
 - Dispositivos fijos lectores de etiquetas RFID/NFC.
 - Aplicación de soporte definida: aplicación desarrollada
 - Espacio físico definido: salón de clases del campus.
- **Recursos**
 - Carnés institucionales Unicauca habilitados.
 - Dispositivos fijos lectores de etiquetas RFID/NFC habilitados.
 - Aplicación habilitada.
 - Espacio físico definido habilitado.
- **Actores**
Sara y compañeros de estudio.

■ Especificación

Sara y sus compañeros de estudio asisten a una determinada asignatura de su carrera dos veces por semana en jornada diurna en una de las facultades del campus Tulcán-Unicauca.

Cada vez que llegan al salón de clases el profesor encargado de la materia dispone un PC con un lector fijo *touchatag* el cual todos los miembros de la clase deben tocar con su carné institucional Unicauca para reportar asistencia. Cuando Sara o un compañero de estudio hace contacto con su carné en el lector, la aplicación dispuesta despliega en pantalla información personal, consultada desde una base de datos institucional, para confirmar su registro.

La aplicación le permite al profesor llevar un registro actualizado de los estudiantes que asisten, número de faltas, número de asistencias, fechas de asistencia, entre otros aspectos. Los datos se almacenan en una base de datos a la cual el profesor puede acceder para realizar otras consultas de sus interés.

Sara y sus compañeros pueden saber fácilmente el estado de su asistencia consultando la aplicación, de manera regular.

■ Evaluación

Resultados:

- Sara y sus compañeros de estudio registran asistencia de manera sencilla y rápida con su carné institucional Unicauca en un salón de clases dentro del campus.

Preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara y sus compañeros frente a la forma de registrar asistencia en un salón de clases dentro del campus?
- Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.



Figura 4.9: Diseño escenario *Registrando asistencia en un salón de clases*. Fuente propia.

4.1.12. Accediendo a un lugar reservado del campus

- **ID**
eNFC-readerTags-12.
- **Nombre**
Accediendo a un lugar reservado del campus.
- **Utilidad**
Permitir el acceso de manera rápida y sencilla de un usuario con su carné institucional Unicauca a un lugar con paso reservado dentro del campus.
- **Lugar**
Campus de Tulcán-Unicauca.
- **Precondiciones**
 - Objetos aumentados con etiquetas electrónicas RFID/NFC.
 - Dispositivos fijos lectores de etiquetas RFID/NFC.
 - Aplicación de soporte definida: aplicación desarrollada
 - Espacio físico definido. Ejemplo, laboratorio de hidráulica de la FIC.
- **Recursos**
 - Carné institucional Unicauca habilitado.
 - Dispositivos fijos lectores de etiquetas RFID/NFC habilitados.
 - Aplicación habilitada.
 - Espacio físico definido habilitado.
- **Actores**
Sara y compañeros de estudio.
- **Especificación**

Sara y sus compañeros de estudio necesitan ingresar a las instalaciones del laboratorio de hidráulica de la facultad de ingeniería Civil FIC de la Universidad del Cauca como parte de una actividad de exploración del campus.

Se ha dispuesto a la entrada del laboratorio un PC con un lector fijo *touchatag* el cual todos deben tocar con su carné institucional Unicauca para poder acceder. A cada estudiante se le ha otorgado una clave de seguridad personal adicional para verificar el registro.

Cuando Sara o un compañero de estudio hace contacto con su carné en el lector, la aplicación dispuesta despliega en pantalla información personal, consultada desde una base de datos institucional, para confirmar su identificación y solicita seguidamente la clave de seguridad adicional para confirmar el registro. Una vez diligenciada la clave personal la aplicación habilita la entrada del estudiante al lugar, desplegando un aviso en la pantalla del PC.

La aplicación almacena en una base de datos la fecha de registro de cada estudiante además del registro de otras personas que ingresan a las instalaciones.
- **Evaluación**

Resultados:

 - Sara y sus compañeros de estudio acceden de manera rápida y sencilla con su carné institucional Unicauca a un lugar con paso reservado dentro del campus.

Preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción de Sara y sus compañeros frente a la forma de acceder a un determinado lugar con paso reservado dentro del campus?
- Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.



Figura 4.10: Diseño escenario *Accediendo a un lugar reservado del campus*. Fuente propia.

4.1.13. Registrándose en un lugar de acceso general dentro del campus

- **ID**
eNFC-readerTags-13.
- **Nombre**
Registrándose en un lugar de acceso general dentro del campus.
- **Utilidad**
Permitir el registro de manera rápida y sencilla de un usuario con su carné institucional Unicauca en un lugar de acceso general dentro del campus.
- **Lugar**
Campus de Tulcán-Unicauca.
- **Precondiciones**
 - Objetos aumentados con etiquetas electrónicas RFID/NFC.
 - Dispositivos fijos lectores de etiquetas RFID/NFC.
 - Aplicación de soporte definida: aplicación desarrollada
 - Espacio físico definido. Ejemplo, laboratorio de telemática FIET.
- **Recursos**
 - Carné institucional Unicauca habilitado.

- Dispositivos fijos lectores de etiquetas RFID/NFC habilitados.
- Aplicación habilitada.
- Espacio físico definido habilitado.

■ Actores

Sara y un compañero de estudio.

■ Especificación

Sara y un compañero están realizando unas actividades académicas dentro del laboratorio de telemática de la facultad de ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones FIET de Unicauca.

Ellos necesitan entrar y salir continuamente del lugar y estar pendientes ciertos elementos de trabajo como PCs, circuitos, etc.

El monitor de la sala ha dispuesto para ello a la entrada del laboratorio un PC con un lector fijo *touchatag* el cual todos los que salen y entran deben tocar con su carné institucional Unicauca para registrarse.

Cuando Sara o cualquier otra persona hace contacto con su carné en el lector, la aplicación dispuesta despliega en pantalla información personal, consultada desde una base de datos institucional, para confirmar su identificación y realizar el respectivo registro.

La aplicación almacena en una base de datos de registro la fecha, la hora e información de cada persona que entra y sale del laboratorio. En caso de que algo extraño ocurra con sus elementos de trabajo, ellos pueden solicitar al Monitor de la sala información del registro de las personas que han entrado o salido del laboratorio y poder así realizar una adecuada investigación al respecto.

■ Evaluación

Resultados:

- Sara se registra de manera rápida y sencilla con su carné institucional Unicauca en un lugar de acceso general dentro del campus.

Preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de satisfacción y confianza de Sara frente al registro electrónico utilizado en un determinado lugar de acceso general dentro del campus?
- Otras preguntas relacionadas de acuerdo al despliegue y la experimentación que se realice.

4.1.14. Otros escenarios considerados

Un número bastante considerable de escenarios sería el resultado de la combinación de varios de los escenarios piloto de interacción hasta ahora diseñados, algunos de ellos podrían ilustrar actividades un poco más elaboradas, más completas dentro del campus universitario o proponer procesos alternos interesantes fuera del ámbito académico o universitario. Por ejemplo, diseños de escenarios que propogan implementaciones para:

- Identificación, registro, control de acceso y control de asistencia de personas dentro de un evento de alguna facultad del campus o apoyar el sistema de seguridad y vigilancia.
- Obtención de información de un poster promocional de eventos o servicios del campus y cancelación de los mismos utilizando dispositivos móviles NFC como tarjetas de pagos electrónico.



Figura 4.11: Diseño escenario *Registrándose en un lugar de acceso general dentro del campus*. Fuente propia.

- Registro, obtención y gestión de información de diversos objetos etiquetados dispuestos en una zona de acceso limitado dentro del campus como el área de servidores, la biblioteca, la red de datos, área de equipos de salud o el área de equipos de Unicauca.

En el capítulo 3 se establecieron criterios para la definición de un escenario e-Campus bajo los cuales se fundamentó el diseño de estos escenarios de interacción. Se ha considerado también las actividades e-Campus generales para la categorización de los mismos.

El escenario *Pagando un servicio dentro del campus* se deja como propuesta porque es un escenario que necesita una infraestructura especial para su implementación que no posee la Universidad actualmente.

En la descripción de los escenarios se menciona recursos de manera plural, debido a que se considera la existencia y disponibilidad de los mismos en un futuro cercano. Recursos similares pueden dar soporte a la implementación y despliegue de estos escenarios (o una combinación de ellos) dentro de la Universidad.

En cuanto al identificador se ha considerado para la creación de una base de datos de escenarios que pueda gestionar su construcción como se hace en [23] y que pueda gestionar también aspectos de implementación y experimentación. Otras propuestas se tratarán en el capítulo final en la sección de trabajos futuros.

En la siguiente sección se habla de las aplicaciones desarrolladas con base en los escenarios piloto de interacción diseñados que fueron seleccionados para la implementación y el despliegue con usuarios.

4.2. Implementación y despliegue. Descripción de las aplicaciones desarrolladas

En la fase de desarrollo se implementaron las siguientes aplicaciones:

- Un aplicativo⁴ para escritura, lectura de etiquetas NFC y gestión de registros de texto, usando

⁴EL aplicativo móvil se puede descargar desde <http://code.google.com/p/nokia6131nfc-aplicativo/>

el teléfono móvil Nokia 6131 NFC, que consta de dos aplicaciones móviles:

- *s2InfoManager+*: gestión de registros de texto, lectura y escritura de etiquetas NFC.
- *NFCInfoReader+*: sólo lectura de etiquetas NFC.

- Tres prototipos⁵ para lectura de la tarjeta inteligente incluida en el carné institucional Unicauca, usando el lector fijo USB touchatag:
 - *eCardsAssistanceControl*: control de asistencia
 - *eCardsAccessControl*: control de acceso
 - *eCardsSampleRegistrator*: control de registro

Detalles importantes de la implementación de estas aplicaciones:

- Las aplicaciones para uso del teléfono móvil NFC fueron basadas en algunos desarrollos que hacen parte del aplicativo *NFC Player* presentado en [24] y algunos ejemplos del *Nokia Forum*.
- Se utilizó como plataforma de desarrollo y emulación el SDK Nokia 6131 NFC versión 1.1, especialmente el API para comunicaciones sin contacto JSR-257, sobre el lenguaje de programación J2ME.
- Las aplicaciones para uso del carné institucional con el lector touchatag son interfaces gráficas creadas sobre el lenguaje estándar de Java.
- Se utilizó para todas las aplicaciones el entorno integrado de desarrollo *NetBeans IDE*⁶ versión 6.9.1 con máquina virtual de Java versión 1.6 sobre sistema operativo Windows XP service Pack 3.
- La relación entre aplicaciones y escenarios implementados se muestra en la tabla 4.1. Estos escenarios se desarrollaron bajo los siguientes aspectos críticos, considerados dentro de los criterios para la definición de un escenario e-Campus (diseño, implementación y despliegue).
 - **Limitación de recursos.** Para el desarrollo de los escenarios con móviles se dispuso de un sólo dispositivo NFC, el cual fue utilizado en modo lectura/escritura. Para el desarrollo de los escenarios con los lectores touchatag, se dispuso igualmente de un dispositivo fijo. El lector fue operado en modo lectura para uso especial del ID del carné institucional Unicauca.
 - **Tiempo de implementación y despliegue.** Con las aplicaciones móviles se dió soporte al despliegue y experimentación con estudiantes de un escenario. Con los prototipos para el uso del lector fijo touchatag se dió implementación a tres escenarios. Estos últimos fueron evaluados por gestores de tecnologías de información de la Universidad. El tiempo de desarrollo de estas actividades (implementación, despliegue y experimentación) fue aproximadamente el 50 por ciento del tiempo total de ejecución de este proyecto, de acuerdo a lo previsto en el cronograma.
 - **Otros aspectos decisivos para la experimentación del escenario.** El escenario experimentado por estudiantes escogido del conjunto de diseño fue *Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca*, entre otros aspectos por:
 - Mayor facilidad de evaluación objetiva.
 - Mayor facilidad de comparación, en este caso, con la web.
 - Mayor facilidad para el diseño y ejecución como tal de la experiencia .

⁵Los prototipos se pueden descargar desde <http://code.google.com/p/touchatag-prototipos/>

⁶NetBeans IDE sitio web oficial: <http://www.netbeans.org/>

Aplicación	Escenario
s2InfoManager+ NFCInfoReader+	<ul style="list-style-type: none"> ■ Obteniendo información acerca de eventos que ocurren en el campus ■ Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca
eCardsAssistanceControl	Registrando asistencia en un salón de clases
eCardsAccessControl	Accediendo a un lugar reservado del campus
eCardsSampleRegistrator	Registrándose en un lugar de acceso general dentro del campus

Tabla 4.1: Relación entre aplicaciones y escenarios implementados. Fuente propia.

4.2.1. Aplicaciones móviles *s2InfoManager+* y *NFCInfoReader+*

Las funciones de la aplicación móvil *s2InfoManager* versión *plus (+)* son las siguientes:

1. Creación y configuración de registros de texto para eventos e-Campus.
2. Creación y configuración de registros de texto para dependencias pertenecientes al Organigrama administrativo de la Universidad especialmente del campus Tulcán-Unicauca.
3. Creación y configuración de registros de texto de propósito general.
4. Lectura y escritura de etiquetas en formato NDEF.
5. Eliminación de registros.

Las figuras 4.12 a 4.14 muestran algunas pantallas de la aplicación *s2InfoManager* versión *plus*, ejecutada desde el emulador.

Las funciones de la aplicación móvil *NFCInfoReader* versión *plus (+)* son las siguientes:

1. Lectura de etiquetas en formato NDEF.
2. Despliegue en pantalla de registros de texto pertenecientes a eventos e-Campus.
3. Despliegue en pantalla de registros de texto pertenecientes a dependencias del Organigrama administrativo de la Universidad.
4. Despliegue en pantalla de registros de propósito general.
5. Conexión con la dirección web (url) del registro⁷.

⁷Esta opción requiere que el dispositivo móvil tenga un plan de datos activo para navegación web.



Figura 4.12: Pantallas iniciales de la aplicación s2InfoManager versión plus. Fuente propia.



Figura 4.13: Vista del registro de Eventos y Organigrama de la aplicación s2InfoManager+. Fuente propia.



Figura 4.14: Vista previa del registro general de la aplicación s2InfoManager+. Fuente propia.

La figura 4.15 muestra la pantalla de lanzamiento y la pantalla modo lectura respectivamente de la aplicación *NFCInfoReader* versión plus, ejecutada desde el emulador. En esta misma imagen se puede apreciar la opción de conexión web que permite la aplicación a través de la url de un determinado registro.

En las tablas 4.2 y 4.3 se explica de manera general la descripción de clases de las aplicaciones. Los paquetes J2ME usados en el desarrollo de éstas clases fueron los siguientes:

- javax.microedition.midlet
- javax.microedition.lcdui
- javax.microedition.rms
- javax.microedition.contactless
- javax.microedition.contactless.ndef
- javax.microedition.io
- java.io

4.2.2. Despliegue del escenario piloto de interacción: *Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca*

Para el despliegue de este escenario, se imprimió el poster o afiche que se muestra en la figura 4.5, con un tamaño de setenta centímetros de ancho por un metro de largo (70cmx1m). Luego, se aumentó con etiquetas NFC tipo *topaz*. Cada etiqueta se ubicó en la parte de atrás del poster de manera que coincidiera con los logos de colores relacionados con las dependencias administrativas consideradas. El número de etiquetas utilizadas con el impreso fue de 19.



Figura 4.15: Pantallas de lanzamiento y modo lectura respectivamente de la aplicación NFCInfoReader+. Fuente propia.

El día de la experiencia, el poster aumentado NFC se ubicó dentro de un salón de clases de la FIET donde cada estudiante, que hizo parte de la actividad, interactuó con él a través del móvil 6131 NFC. Los detalles y los resultados de la experimentación se explican en el capítulo 5. Las figuras 4.16 a 4.19 muestran algunas imágenes de la actividad e-Campus realizada.



Figura 4.16: Poster Organigrama desplegado. Fuente propia.

4.2.3. Prototipos touchatag. Uso del carné institucional Unicauca

Los prototipos con el lector fijo se implementarán bajo las siguientes características o aspectos:

- **Librería touchatag-processing.** Este código, desarrollado bajo licencia GLP (licencia pública general), permite la implementación de applets para la lectura (en especial el ID) de tarjetas



Figura 4.17: Estudiantes FIET contestando un cuestionario, como parte de la experiencia. Fuente propia.



Figura 4.18: Estudiantes FIET interactuando con el móvil y el poster. Fuente propia.

inteligentes y etiquetas basadas en el *NFC Forum* a través del lector touchatag. Para el caso del carné Unicauca, la librería fue adaptada por este proyecto de grado para leer el ID de la tarjeta inteligente institucional, que técnicamente es una tarjeta MiFare 4K.

Esta implementación que fue desarrollada como librería para el lenguaje de programación *Processing* [74], está a su vez soportado sobre lenguaje Java. Un applet ejemplo que implemente la librería touchatag-processing⁸ puede ser compilado y ejecutado desde el *IDE Processing* o desde cualquier IDE Java.

⁸La librería touchatag-processing puede descargarse desde: <http://code.google.com/p/touchatag-processing/>



Figura 4.19: Estudiantes haciendo una actividad en la web, como parte de la experiencia. Fuente propia.

- Código touchatag-processing.** El código de la librería *touchatag-processing* con el cual se dió desarrollo a los applets en cada prototipo es el siguiente:

```

package touchatag;

import processing.core.PApplet;
//import applet.TouchApplet;

public class Touchatag
{
    PApplet myParent;
    int numReaders;

    public final String VERSION = "0.1.0";
    /**
     * loads both the necessary dlls
     */
    static
    {
        System.loadLibrary("libnfc");
        System.loadLibrary("touchatag");
    }
    /**
     * the Constructors, usually called in the setup()
     * method in your sketch to
     * initialize and start the library.
     */
    public Touchatag(PApplet theParent,int nReaders)
    {
        myParent = theParent;
        if (nReaders <= 0)
        {

```

```
        numReaders = 1;
    }
    else
    {
        numReaders = nReaders;
    }
}

public Touchatag(PApplet theParent)
{
    myParent = theParent;
    numReaders = 1;
}

/**
 * return the version of the library.
 *
 * @return String
 */
public String version()
{
    return VERSION;
}

/**
 * return the number of touchatag readers actually connected.
 *
 * @return int
 */
public int On()
{
    int numOfReaders = nativeConnectedRFID(numReaders);
    return numOfReaders;
}

/**
 * return the tags found on a touchatag reader.
 *
 * @return String
 */
public String[] tagsOnReader(int i)
{
    if (i >= nativeConnectedRFID(numReaders))
    {
        String[] error = { "Error: Reader doesn't exist" };
        return error;
    }
    else
    {
        String[] tags = nativeTagID(i,numReaders);
```

```

    return tags;
  }
}

public native String[] nativeTagID(int i,int nReaders);

public native int nativeConnectedRFID(int nReaders);
}
/**
 * * * * *
 * Código Nativo
 * * * * *
 */

/* DO NOT EDIT THIS FILE - it is machine generated */
#include <jni.h>
/* Header for class touchatag_Touchatag */

#ifdef __cplusplus
extern "C" {
#endif
/*
 * Class: touchatag_Touchatag
 * Method: nativeTagID
 * Signature: ()[[Ljava/lang/String;
 */
JNIEXPORT jobjectArray JNICALL Java_touchatag_Touchatag_nativeTagID
    (JNIEnv *, jobject, jint, jint);

/*
 * Class: touchatag_Touchatag
 * Method: nativeConnectedRFID
 * Signature: ()I
 */
JNIEXPORT jint JNICALL Java_touchatag_Touchatag_nativeConnectedRFID
    (JNIEnv *, jobject, jint);

#ifdef __cplusplus
}
#endif
#endif

```

- **Código de un Papplet ejemplo.** Un código ejemplo de un applet que implemente la librería touchatag-processing, es el siguiente:

```
import touchatag.*;
Touchatag rfid;

// Defines the maximum number of touchatag
// readers that might be connected to the computer
int numOfReaders = 3;

// This library affords up to three touchatag
// tags on each of the touchatag readers
String[][] tags = new String[numOfReaders][3];

void setup() {
  // Optionally, if only one touchatag reader will
  // be used: rfid = new Touchatag(this)
  rfid = new Touchatag(this, numOfReaders);
}

void draw() {
  // Gets the number of touchatag readers connected
  int readers = rfid.On();

  if (readers != 0) {
    // Gets the tags for each of the touchatag readers
    for (int i = 0; i < readers; i++) {
      tags[i] = rfid.tagsOnReader(i);
      println(tags[i]);
    }
  }
}
```

Descripción general de los prototipos. En la figura 4.20, se muestra la distribución de clases y paquetes de cada prototipo configurada desde el ID de NetBeans. En esta gráfica se observa la inclusión de la librería touchatag en cada proyecto. A continuación una descripción general de las aplicaciones:

■ **eCardsAssistanceControl**

En las figuras 4.21 a 4.24 se muestra algunas pantallas de la aplicación control de asistencia. Operaciones que se pueden realizar con ésta versión de la aplicación:

1. Creación de cuenta de usuario y acceso a través de *logIn* y *password*.
2. Creación y consulta de asignaturas.
3. Creación de una lista de estudiantes para una determinada asignatura.
4. Consulta a una base de datos⁹ que relaciona información acerca del docente, asignaturas

⁹La base de datos se gestiona a través del motor de base de datos MySQL. Esta base de datos (hecha desde cero) no es propiedad de la institución o de alguna dependencia de gestión de información de la Universidad. Los datos registrados en ella son datos ejemplo para uso exclusivo de la aplicación. Esto mismo se cumple para las otras aplicaciones.

del docente, información del estudiante y registro de asistencia.

5. Configuración de la fecha del registro de asistencia.
6. Lectura de asistencia a través de la interacción con el carné Unicauca¹⁰. Al contacto del carné con el lector, la aplicación despliega en pantalla información personal y académica del estudiante. Esta información es consultada previamente en la base de datos a la que accede la aplicación a través de instrucciones SQL.
7. Almacenamiento y consulta de registros de asistencia en la base datos.
8. Instrucciones de ayuda en tiempo de ejecución (pantallas de texto) que permite al usuario una mejor claridad de las operaciones y tareas que está realizando la aplicación en el momento.

■ **eCardsAccessControl**

En la figura 4.25 se muestra la ventana principal de la aplicación control de registro. Operaciones que se pueden realizar con esta versión de la aplicación:

1. Identificación a través de la interacción con el carné Unicauca. Al contacto del carné con el lector, la aplicación despliega en pantalla información personal. Una vez es leído el ID del carné la aplicación solicita un código personal de verificación para realizar el control. Esta información es consultada previamente en la base de datos a la que accede la aplicación a través de instrucciones SQL. La base de datos relaciona información personal y fecha de registro.
2. Almacenamiento y consulta de registros de control de acceso en la base datos.

■ **eCardsSampleRegistrator**

En la figura 4.26 se muestra la ventana principal de la aplicación control de registro simple. Operaciones que se pueden realizar con esta versión de la aplicación:

1. Identificación a través de la interacción con el carné Unicauca. Al contacto del carné con el lector, la aplicación despliega en pantalla información personal. Esta información es consultada previamente en la base de datos a la que accede la aplicación a través de instrucciones SQL. La base de datos relaciona información personal, fecha y hora de registro.
2. Almacenamiento y consulta de registros de control de registro en la base datos.

4.2.4. Despliegue de los prototipos para uso del carné institucional Unicauca

Estos prototipos se presentaron en una reunión de evaluación ante dos gestores de tecnología e información de la Universidad del Cauca. En dicha reunión se explicó el funcionamiento de cada uno de los prototipos y se dió detalles de los escenarios que se diseñaron para el despliegue de los mismos. En la reunión se discutieron algunos aspectos relacionados con el control de acceso, registro y cuestiones de seguridad y, se preguntó a cada uno de los gestores acerca de los prototipos, la tecnología NFC y los escenarios considerados. Los detalles de la reunión y de la evaluación se encuentran la sección final del capítulo 5 de este documento. En la figura 4.27 se muestran imágenes de la presentación realizada.

¹⁰El ID del carné es de uso exclusivamente institucional de la Universidad del Cauca. La aplicación no accede como tal a la memoria del chip (políticas de seguridad).

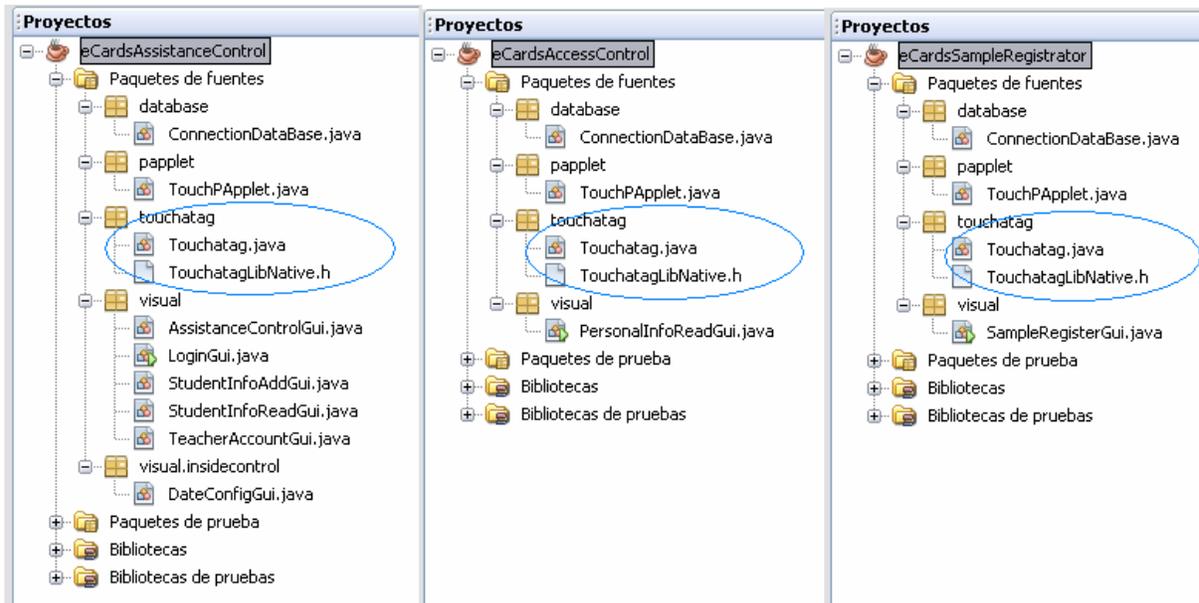


Figura 4.20: Proyectos de los prototipos. Vista de clases y paquetes. Fuente propia.

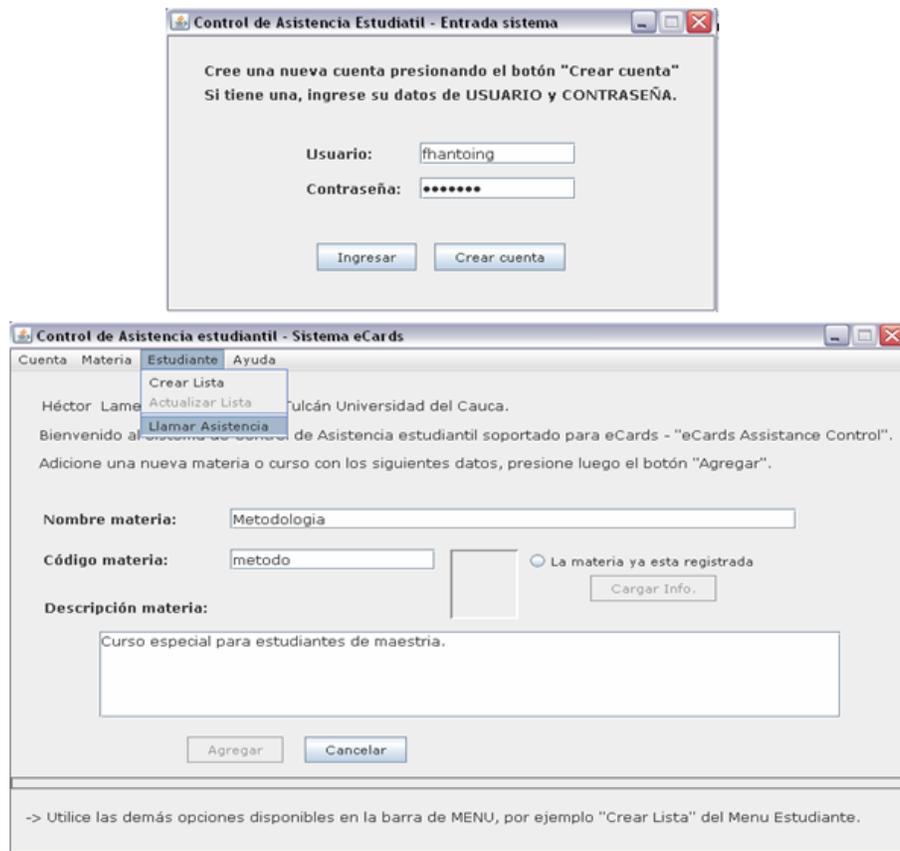


Figura 4.21: eCardsAssistanceControl. Ventana de acceso y ventana principal respectivamente. Fuente propia.

Control de Asistencia estudiantil con eCards - Entrada datos

Control de Asistencia estudiantil - Tulcán Unicauca

Asignatura:
Metodología

Toque con su Carnet estudiantil el Lector TOUCHATAG, luego llene el formulario con sus datos personales y académicos. GRACIAS!

ID Carnet Unicauca:

Nombre(s): Apellido:

Código/Cc:

Correo electrónico:

Teléfono/Celular:

Agregar

Cancelar

Volver

Figura 4.22: eCardAssistanceControl. Formulario para crear una lista estudiantil. Fuente propia.

eCards Assistance Control - Configuración de fecha

Configure la fecha de asistencia para la cual se llamará a lista.

fecha actual

escoger fecha

año: 2011 mes: Noviembre día: 13

Iniciar Cancelar

Control de Asistencia estudiantil con eCards - Lectura datos

Control de Asistencia estudiantil - Tulcán Unicauca

Asignatura:
Metodología

Toque con su Carnet estudiantil el Lector TOUCHATAG, luego llene el formulario con sus datos personales y académicos. GRACIAS!

ID Carnet Unicauca: debdbaed

Verificación de asistencia

Su Carnet ya fue detectado GRACIAS!

Aceptar

Nombre(s): Héctor Fabio Apellido: Lame

Código: 06032021

Estado asistencia: Presente

Fecha asistencia: 13 de Noviembre de 2011

Guardar

Volver

Figura 4.23: eCardAssistanceControl. Ventana configuración de fecha y lectura del carné respectivamente. Fuente propia.

codigo_carnetest	codigo_academico	nombre	primer_apellido	correo
04b010193e2580	06032125	Manuel Fernando	Salazar	ferdinand501@gmail.com
04c2fe193e2580	09062005	Uiviana Carolina	Enriquez	vivienriquez@hotmail.com.co
04ca82193e2580	07004035	Maria Natalia	Perdomo	
04cbb9193e2580	07002834	Estefany Fernanda	Castro	
04d21d193e2580	07002011	Andres Ricardo	Robles	
debdbaed	06032021	Húctor Fabio	Lame	fhantoing@gmail.com

codigo_asistencia	fecha_asistencia	estado_asistencia	estado_ausencia	codigo_curso	codigo_carnetest
1	2011-09-07	0	1	metodo	04b010193e2580
2	2011-09-07	0	1	metodo	04c2fe193e2580
3	2011-09-07	0	1	metodo	04ca82193e2580
4	2011-09-07	0	1	metodo	04cbb9193e2580
5	2011-09-07	0	1	metodo	04d21d193e2580
6	2011-09-07	1	0	metodo	debdbaed
7	2011-09-08	0	1	metodo	04b010193e2580
8	2011-09-08	0	1	metodo	04c2fe193e2580
9	2011-09-08	0	1	metodo	04ca82193e2580
10	2011-09-08	0	1	metodo	04cbb9193e2580
11	2011-09-08	0	1	metodo	04d21d193e2580
12	2011-09-08	1	0	metodo	debdbaed
13	2011-11-13	0	1	metodo	04b010193e2580
14	2011-11-13	0	1	metodo	04c2fe193e2580
15	2011-11-13	0	1	metodo	04ca82193e2580
16	2011-11-13	0	1	metodo	04cbb9193e2580
17	2011-11-13	0	1	metodo	04d21d193e2580
18	2011-11-13	1	0	metodo	debdbaed

Figura 4.24: eCardAssitanceControl. Registros de estudiantes y asistencia respectivamente. Fuente propia.

Figura 4.25: eCardsAccessControl. Ventana principal. Fuente propia.



Figura 4.26: eCardsSampleRegistrator. Ventana principal. Fuente propia.

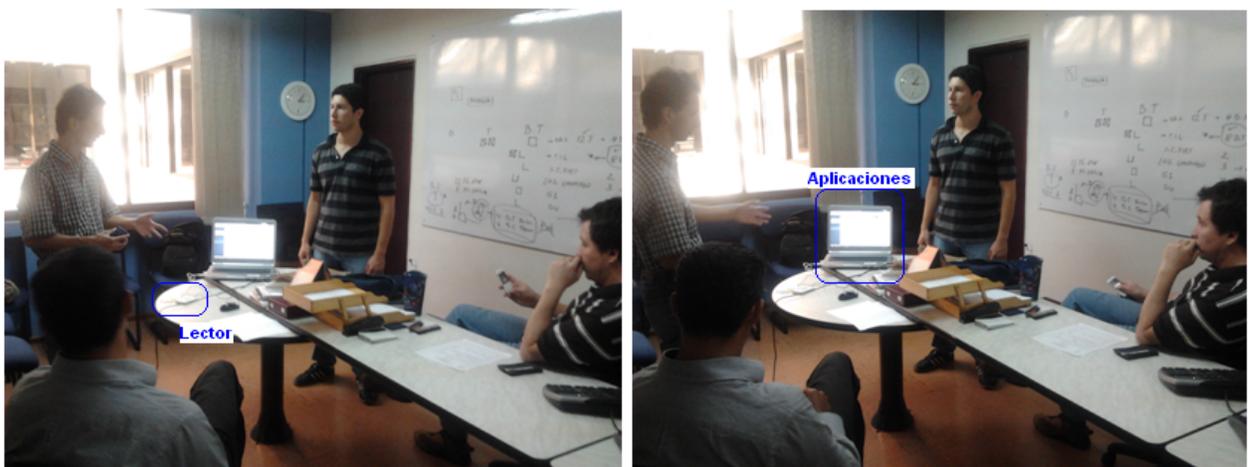


Figura 4.27: Presentación de los prototipos. Fuente propia.

Clase	Descripción
midlet.s2InfoManager	Clase principal, extiende de MIDlet. Un objeto de esta clase controla el ciclo de vida de la aplicación.
form.MuralForm	Formulario, permite el almacenamiento de registros de texto del mural o poster de eventos en el RMS.
form.OrgForm	Formulario, permite el almacenamiento de registros de texto del Organigrama en el RMS.
form.GeneralForm	Formulario, permite el almacenamiento de registros de texto de propósito general en el RMS (válido para el Organigrama, poster de eventos y escenarios similares).
form.InfoDeleteForm	Formulario, habilita la eliminación de registros del RMS.
rms.eCampusRecordStore	Habilita el mecanismo de persistencia local para los registros de texto. También llamado RMS (Record Management System).
trans.TransList	Contiene una lista de operaciones para el Midlet, extiende de List.
utils.NDEFController	Clase abstracta, determina el tipo de proceso a efectuarse, escritura o lectura, en una etiqueta.
utils.TagsReader	Permite la lectura de datos desde una etiqueta NFC detectada, extiende de NDEFController.
utils.TagsWriter	Permite la escritura de datos en formato NDEF en una etiqueta NFC detectada, extiende de NDEFController.
utils.TargetController	Gestiona el mecanismo de detección y comunicación del móvil con una etiqueta NFC y las operaciones lectura y escritura en la misma.

Tabla 4.2: Descripción general de clases de la aplicación s2InfoManager+. Fuente propia.

Clase	Descripción
midlet.NFCInfoReader	Clase principal, extiende de MIDlet. Un objeto de esta clase controla el ciclo de vida de la aplicación.
form.ReadingForm	Formulario, permite la lectura de una etiqueta NFC detectada.
form.ConnectionForm	Formulario, permite la conexión web con alguna plataforma solicitada a través de la url de un registro dado.
rms.RecordStoreReader	Habilita el mecanismo de consulta local de registros en el sistema de gestión RMS.
trans.TransList	Contiene una lista de operaciones para el Midlet, extiende de List.
utils.TagsReader	Permite la lectura de datos desde una etiqueta NFC detectada.
utils.TargetOfController	Gestiona el mecanismo de detección y comunicación del móvil con una etiqueta NFC y la operación de lectura en la misma.

Tabla 4.3: Descripción general de clases de la aplicación NFCInfoReader+. Fuente propia.

Capítulo 5

Experimentación y Resultados

Este capítulo se divide en dos partes. La primera parte se organiza según la tabla 5.1, donde se muestra el formato de descripción de la experimentación realizada para el escenario *Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca*. La segunda parte explica la evaluación realizada a los prototipos que se implementaron para los escenarios con el carné institucional de la Universidad.

Formato
Descripción de hipótesis inicial e hipótesis puntuales. Experiencia - Evaluación del escenario <i>Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca</i> . Instrumentos usados, descripción de la población y localización. Análisis estadístico descriptivo. Análisis estadístico inferencial. Conclusiones de la experiencia.

Tabla 5.1: Formato de descripción de la experiencia. Fuente propia.

5.1. Descripción de hipótesis inicial e hipótesis puntuales

En esta sección se presenta la experimentación que fue desarrollada en el campus para el escenario *Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca*. Retomando la hipótesis planteada en el capítulo 1 para su validación:

La aplicación de NFC es apropiada para apoyar o brindar alternativas a actividades universitarias mediante la generación e implementación de escenarios piloto de interacción.

Fue necesario fraccionar dicha hipótesis en partes más concretas para un puntual análisis y evaluación, se dividió entonces en dos partes:

1. Se obtiene información rápida y precisa mediante el uso de herramientas NFC en la actividad e-Campus.
2. El uso de herramientas NFC hace más agradable la obtención de información.

5.2. Experiencia - Evaluación del escenario *Conociendo el Organigrama administrativo de Unicauca*

Esta experiencia se realizó con un grupo de estudiantes pertenecientes a la FIET de la Universidad del Cauca y tuvo como objetivo comprobar la hipótesis inicial, verificando las hipótesis puntuales:

- “Los estudiantes obtienen información rápida y precisa usando el Organigrama Universitario NFC.”
- “El nivel de satisfacción en los estudiantes por uso de herramientas NFC es superior, comparado con la forma convencional en la obtención de información similar.”

5.2.1. Diseño de la experiencia

Se realizó un análisis cuantitativo basado en un pre-test y un post-test con un grupo de estudiantes de primer semestre de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. A cada miembro del grupo se le pidió en primera instancia, obtener información sobre el Organigrama administrativo de la Universidad mediante el uso de un computador de mesa con conexión a Internet; en la segunda parte de la experiencia, estos mismos estudiantes obtendrían información diferente del Organigrama mediante el uso de herramientas NFC.

En el primer caso, el grupo de estudiantes se dirigió hacia una sala equipada con computadores de mesa con conexión a Internet. Seguidamente se ubicaron de forma aleatoria y se les hizo entrega de un cuestionario diferente a cada uno -Pre-test- referente a la temática de la sesión, es decir, preguntas relacionadas con el Organigrama administrativo de la Universidad, con el fin de conocer si hay conocimiento previo y el nivel del mismo. El Pre-test constó de cinco preguntas que se calificaron con escala de 1 a 5. Transcurridos cinco minutos, se recogió el pre-test y se entregó el mismo test nuevamente -post-test- para que se respondiera usando el computador como herramienta de obtención de información.

En el segundo caso, el grupo de estudiantes se trasladó a un salón de clases, para que interactuara con el móvil NFC y el Organigrama universitario NFC. Nuevamente se realizó un Pre-test con el fin de conocer si hay conocimiento previo y el nivel del mismo. El Pre-test consistió de cinco preguntas que se calificaron con escala de 1 a 5. Una vez finalizado el tiempo de entrega del Pre-test (5 minutos) se procedió a entregar el mismo test nuevamente -post-test- para que fuera respondido por los integrantes del grupo, haciendo uso del teléfono Nokia 6131 NFC y de un Organigrama aumentado (OA) con etiquetas NFC.

5.3. Instrumentos usados, descripción de la población y localización

Los instrumentos usados para esta experiencia fueron cuestionarios de conocimiento, donde fue necesaria la identificación de cada miembro del grupo para hacer seguimiento entre el Pre-test y el post-test.

Como se mencionó en la sección anterior, la experiencia se llevo a cabo con un grupo de estudiantes de primer semestre de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. El grupo estaba conformado por 30 estudiantes que estuvieron presentes en la primera semana de clases del II periodo lectivo del año 2011. Los estudiantes tenían una edad comprendida entre 16 y 20 años, siendo 7 mujeres y 23 hombres.

La experiencia fue desarrollada en los laboratorios 326, 331 y el salón de audiovisuales del departamento de telemática de la FIET ubicado en el edificio de Ingenierías del campus de Tulcán. La

Código	Pre-Test (Acertos)	post-test (Acertos)	Incremento	Tiempo post-test (min)
1	2	5	3	01:58
2	2	4	2	10:00
3	0	2	2	05:01
4	1	2	1	05:01
5	0	5	5	09:36
6	0	5	5	09:36
7	0	5	5	07:40
8	1	5	4	07:40
9	1	4	3	05:18
10	1	4	3	05:18
11	3	5	2	01:41
12	3	5	2	01:41
13	2	4	2	01:40
14	1	4	3	01:40
15	0	3	3	10:00
16	0	2	2	10:00
17	0	2	2	10:00
18	0	4	4	10:00
19	0	4	4	10:00
20	0	4	4	10:00
21	0	5	5	07:05
22	1	5	4	07:05
23	0	4	4	10:00
24	0	3	3	10:00
25	0	3	3	10:00
26	1	3	2	10:00
27	2	5	3	01:58
28	0	4	4	07:07
29	1	5	4	07:01
30	0	4	4	07:15

Tabla 5.2: Búsqueda de información a través de la WEB. Fuente propia.

duración total de la experiencia fue aproximadamente de 150 minutos, iniciando a las 14:00 horas del día 04 de Agosto del año en curso.

5.4. Análisis estadístico descriptivo

Las tablas 5.2 y 5.3 muestran los resultados del pre-test y el post-test para cada uno de los estudiantes del grupo de estudiantes FIET en las dos actividades realizadas, búsqueda de información a través de la WEB y consulta de información mediante herramientas NFC. En cada tabla se encuentra una columna que indica el incremento de conocimiento representado por el incremento en los resultados, esto corresponde a la diferencia entre el post-test y el pre-test, adicionalmente una columna con la duración en la obtención de información. Para privacidad de los nombres de los estudiantes involucrados se asignó un código a cada uno de ellos.

5.4.1. Análisis de estadísticos básicos y frecuencias

Las tablas 5.4 a 5.8 describen los estadísticos básicos descriptivos generados y el análisis de frecuencias para el grupo durante la búsqueda de información a través de la WEB.

Código	Pre-Test (Aciertos)	post-test (Aciertos)	Incremento	Tiempo post-test (min)
1	0	4	4	03:01
2	0	4	4	03:01
3	0	5	5	02:44
4	0	4	4	02:44
5	1	5	4	01:45
6	0	5	5	01:45
7	0	5	5	01:42
8	0	5	5	01:42
9	0	5	5	02:29
10	0	5	5	02:29
11	0	5	5	02:08
12	0	4	4	02:08
13	0	4	4	02:27
14	1	4	3	02:27
15	2	3	1	01:43
16	1	5	4	01:43
17	1	5	4	01:34
18	0	5	5	01:34
19	0	3	3	02:18
20	1	4	3	02:18
21	0	4	4	02:22
22	3	4	1	02:22
23	1	5	4	01:59
24	0	5	5	01:59
25	1	5	4	03:01
26	1	4	3	03:01
27	0	4	4	03:34
28	1	5	4	02:15
29	0	5	5	02:37
30	0	5	5	02:21

Tabla 5.3: Consulta de información mediante el teléfono móvil NFC. Fuente propia.

ACTIVIDAD WEB	Pretest	Postest	Incremento	Tiempo (seg)
N	Válidos	30	30	30
	Perdidos	0	0	0
Media		0,73	3,97	3,23
Error típico de la media		0,172	0,189	0,202
Mediana		0,00	4,00	3,00
Moda		0	4	4
Desviación típica		0,944	1,033	1,104
Varianza		0,892	1,068	1,220
Asimetría		1,108	-0,733	-0,004
Error típico de asimetría		0,427	0,427	0,427
Curtosis		0,275	-0,515	-0,899
Error típico de curtosis		0,833	0,833	0,833
Rango		3	3	4
Mínimo		0	2	1
Máximo		3	5	5

Tabla 5.4: Estadísticos básicos descriptivos actividad WEB. Fuente propia.

Válidos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
0	16	53,3	53,3	53,3
1	8	26,7	26,7	80,0
2	4	13,3	13,3	93,3
3	2	6,7	6,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.5: Análisis de frecuencias del pre-test actividad WEB. Fuente propia.

Válidos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
2	4	13,3	13,3	13,3
3	4	13,3	13,3	26,7
4	11	36,7	36,7	63,3
5	11	36,7	36,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.6: Análisis de frecuencias del post-test actividad WEB. Fuente propia.

Válidos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	1	3,3	3,3	3,3
2	8	26,7	26,7	30,0
3	8	26,7	26,7	56,7
4	9	30,0	30,0	86,7
5	4	13,3	13,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.7: Análisis de frecuencias del incremento actividad WEB. Fuente propia.

Válidos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
100	2	6,7	6,7	6,7
101	2	6,7	6,7	13,3
118	2	6,7	6,7	20,0
301	2	6,7	6,7	26,7
318	2	6,7	6,7	33,3
421	1	3,3	3,3	36,7
425	2	6,7	6,7	43,3
427	1	3,3	3,3	46,7
435	1	3,3	3,3	50,0
460	2	6,7	6,7	56,7
576	2	6,7	6,7	63,3
600	11	36,7	36,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.8: Análisis de frecuencias del tiempo (seg) del post-test actividad WEB. Fuente propia.

HERRAMIENTAS NFC		Pretest	Postest	Incremento	Tiempo (seg)
N	Válidos	30	30	30	30
	Perdidos	0	0	0	0
Media		0,47	4,50	4,03	146,43
Error típico de la media		0,133	0,115	0,195	5,148
Mediana		0,00	5,00	4,00	147,00
Moda		0	5	4	181
Desviación típica		0,730	0,630	1,066	28,198
Varianza		0,533	0,397	1,137	795,151
Asimetría		1,831	-0,888	-1,533	-0,005
Error típico de asimetría		0,427	0,427	0,427	0,427
Curtosis		3,872	-0,134	2,686	0,067
Error típico de curtosis		0,833	0,833	0,833	0,833
Rango		3	2	4	120
Mínimo		0	3	1	94
Máximo		3	5	5	214

Tabla 5.9: Estadísticos básicos descriptivos del grupo en la actividad con herramientas NFC. Fuente propia.

Algunas conclusiones de las tablas (5.4 a 5.8) correspondientes a la actividad WEB son:

- Los resultados en el pre-test en la actividad WEB, se concentran entre los valores de 0 a 1, se alcanzan solo dos test con 3 aciertos. Indica que los estudiantes no conocían de antemano sobre lo que se le estaba preguntando.
- Los resultados en el post-test en la actividad WEB, se concentran entre 4 y 5, siendo 5, los aciertos máximos que se puedan alcanzar. Esto indica que los estudiantes sí obtuvieron información suficiente para responder correctamente.
- En los incrementos obtenidos por el grupo en la actividad WEB no se encuentran valores negativos, que correspondería a alguien que obtuvo menor resultado en el post-test.
- La mayor parte de los estudiantes del grupo en la actividad WEB obtuvieron mejoras de puntajes entre 2 y 4 puntos.
- En promedio los estudiantes del grupo en la actividad WEB tardaron 422,70seg = 7 minutos en completar el post-test.
- A 11 estudiantes, correspondiente a 36,6 % del grupo, no terminaron de responder el post-test en el tiempo límite de 10 minutos estipulado para la actividad con la WEB.

Para la experiencia con herramientas NFC, las tablas 5.9 a 5.13 describen los estadísticos básicos descriptivos generados y el análisis de frecuencias para el grupo durante la consulta de información mediante estas herramientas.

Algunas conclusiones de las tablas (5.9 a 5.13) correspondientes a la actividad con herramientas NFC son:

- Los resultados en el pre-test en la actividad con herramientas NFC, se concentran entre los valores de 0 y 1, donde se encontró un solo test con 3 aciertos. Indicando que los estudiantes no

Válidos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
0	19	63,3	63,3	63,3
1	9	30,0	30,0	93,3
2	1	3,3	3,3	96,7
3	1	3,3	3,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.10: Análisis de frecuencias del pre-test actividad con herramientas NFC. Fuente propia.

Válidos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
3	2	6,7	6,7	6,7
4	11	36,7	36,7	43,3
5	17	56,7	56,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.11: Análisis de frecuencias del post-test actividad con herramientas NFC. Fuente propia.

Válidos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	2	6,7	6,7	6,7
3	4	13,3	13,3	20,0
4	13	43,3	43,3	63,3
5	11	36,7	36,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.12: Análisis de frecuencias del incremento actividad con herramientas NFC. Fuente propia.

Válidos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
94	2	6,7	6,7	6,7
103	2	6,7	6,7	13,3
119	2	6,7	6,7	20,0
128	2	6,7	6,7	26,7
135	1	3,3	3,3	30,0
138	2	6,7	6,7	36,7
141	1	3,3	3,3	40,0
142	2	6,7	6,7	46,7
147	2	6,7	6,7	53,3
149	2	6,7	6,7	60,0
157	1	3,3	3,3	63,3
162	2	6,7	6,7	70,0
164	2	6,7	6,7	76,7
165	2	6,7	6,7	83,3
181	4	13,3	13,3	96,7
214	1	3,3	3,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.13: Análisis de frecuencias del tiempo (seg) del post-test actividad con herramientas NFC. Fuente propia.

conocían de antemano sobre lo que se les estaba preguntando. Estos resultados son similares a los de la actividad WEB.

- Los resultados en el post-test en la actividad con herramientas NFC, se concentran entre 4 y 5, siendo 5 los aciertos máximos posibles. Esto indica que los estudiantes sí obtuvieron información suficiente para responder correctamente. Estos resultados son similares a los de la actividad WEB.
- En los incrementos obtenidos por el grupo en la experiencia no se encontraron valores negativos, que correspondería a alguien que tuvo menor resultado en el post-test.
- La mayor parte de los estudiantes del grupo en la actividad con herramientas NFC, obtuvieron incrementos de puntaje entre 4 y 5 puntos. Este resultado fue mejor comparado con el arrojado por la actividad WEB.
- En promedio los estudiantes del grupo en la actividad con herramientas NFC, tardaron 146,43seg = 2.45 minutos en completar el post-test. Este tiempo fue inferior a la mitad de duración que en promedio tardaron los estudiantes del grupo en la actividad WEB.
- Ningún estudiante durante la actividad con herramientas NFC alcanzó el tiempo límite permitido para la prueba, siendo 03:34 minutos el tiempo máximo en un post-test.

5.4.2. Análisis de promedios

Con base en el análisis de promedios de respuestas acertadas, porcentaje de éxito, los valores máximo y mínimo de la tabla 5.14 para los pre-test se tiene que:

- Los resultados del pre-test muestran que el grupo en la actividad WEB tuvo mayor conocimiento previo que se vio reflejado en un mejor desempeño en el primer test.

	Pre-test	Porcentaje de éxito (%)	Valor más Alto	Valor más Bajo
Actividad WEB	0,73	14,6	3	0
Actividad NFC	0,47	9,4	3	0

Tabla 5.14: Análisis promedios pre-test. Fuente propia.

	post-test	Porcentaje de éxito (%)	Valor más Alto	Valor más Bajo	Tiempo (seg)
Actividad WEB	3,97	79,40	5	2	422,70
Actividad NFC	4,50	90,00	5	3	146,43

Tabla 5.15: Análisis promedios post-test. Fuente propia.

- El valor más alto presentado en el grupo correspondiente al valor 3 se presentó en ambas actividades.
- El grupo en la actividad WEB superó en 5 puntos porcentuales los resultados del grupo en la actividad con herramientas NFC en los pre-test.

Con base en el análisis de promedios de respuestas acertadas, porcentaje de éxito, valores máximo y mínimo de la tabla 5.15 para los post-test se tiene que:

- Los resultados del post-test para la actividad con herramientas NFC arrojaron un incremento, lo que significa que el grupo en esta actividad tuvo mejor desempeño en sus respuestas.
- El valor más alto presentado en el grupo correspondiente al valor 5 se presentó en ambas actividades.
- El grupo en la actividad con herramientas NFC superó en 11 puntos porcentuales los resultados de la actividad WEB.
- De acuerdo a la tabla 5.16, el grupo realizó 3 veces más rápido la actividad con herramientas NFC que la actividad WEB.

Con base en la comparación porcentual de los incrementos de los promedios, valores más altos y más bajos mostrada en la tabla 5.17 se tiene que:

- El grupo en la actividad con herramientas NFC mostró mejores resultados representado en un incremento de respuestas acertadas respecto del primer test.

	Tiempo (seg)	Valor más Alto	Valor más Bajo
Actividad WEB	422,70	600	100
Actividad NFC	146,43	214	94

Tabla 5.16: Análisis promedios tiempo. Fuente propia.

	Incremento en el promedio de respuestas (%)	Incremento en el valor más alto (%)	Incremento en el valor más bajo (%)
Actividad WEB	64,60	40,00	40,00
Actividad NFC	80,60	40,00	60,00

Tabla 5.17: Comparación porcentual de los incrementos. Fuente propia.

- El grupo en la actividad WEB, presentó un incremento en el valor más bajo y en el valor más alto de manera simétrica.
- El grupo en la actividad WEB, tuvo un incremento elevado en el valor más bajo con respecto a su primer intento.

Con respecto a las variables planteadas inicialmente se puede notar:

- **Existencia de precisión:** el resultado de las pruebas indica que existe un incremento relacionado con la información adquirida debido a la interacción con herramientas NFC.
- **Existencia de rapidez:** sustentada en la comparación media de tiempos en la adquisición de información con tecnologías de contacto frente a una opción basada en WEB.

5.4.3. Nivel de satisfacción

Para la medición de esta variable fue necesario llevar a cabo una encuesta de satisfacción, con la cual se indagó de forma cualitativa, aspectos importantes acerca del uso de herramientas NFC, comparándolas con herramientas WEB tradicionales.

Las tablas 5.18 a 5.29 describen los estadísticos básicos descriptivos generados y el análisis de frecuencias para el grupo durante la contestación de la encuesta de satisfacción.

Pregunta		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N	Válidos	30	30	29	30	30	30	30	30	30	30	30
	Perdidos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		4,43	4,20	4,41	4,60	5,00	5,00	3,83	4,20	4,27	4,23	5,00
Error típico de la media		0,104	0,182	0,117	0,091	0,000	0,000	0,084	0,121	0,126	0,157	0,000
Mediana		4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00
Moda		4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5
Desviación típica		0,568	0,997	0,628	0,498	0,000	0,000	0,461	0,664	0,691	0,858	0,000
Varianza		0,323	0,993	0,394	0,248	0,000	0,000	0,213	0,441	0,478	0,737	0,000
Asimetría		-0,326	-1,774	-0,582	-0,430			-2,931	-0,998	-1,080	-1,188	
Error típico de asimetría		0,427	0,427	0,434	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427	0,427
Curtosis		-0,819	3,418	-0,493	-1,950			8,637	3,024	2,644	1,266	
Error típico de curtosis		0,833	0,833	0,845	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833	0,833
Rango		2	4	2	1	0	0	2	3	3	3	0
Mínimo		3	1	3	4	5	5	2	2	2	2	5
Máximo		5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5

Tabla 5.18: Estadísticos básicos descriptivos del grupo en la contestación de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

La forma de obtener información por contacto del organigrama con el móvil.		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Igual que en la web	1	3,3	3,3	3,3
	Rápida	15	50,0	50,0	53,3
	Muy rápida	14	46,7	46,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.19: Análisis de frecuencias, pregunta 1 de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

La experiencia de interacción con el móvil y el organigrama.		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Nada intuitiva	1	3,3	3,3	3,3
	Poco intuitiva	2	6,7	6,7	10,0
	Intuitiva	14	46,7	46,7	56,7
	Muy Intuitiva	13	43,3	43,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.20: Análisis de frecuencias, pregunta 2 de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

La información obtenida del organigrama y desplegada en la pantalla del móvil.		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Poco clara	2	6,7	6,9	6,9
	Clara	13	43,3	44,8	51,7
	Muy clara	14	46,7	48,3	100,0
	Total	29	96,7	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,3		
Total		30	100,0		

Tabla 5.21: Análisis de frecuencias, pregunta 3 de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

El manejo de la aplicación móvil.		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Fácil	12	40,0	40,0	40,0
	Muy fácil	18	60,0	60,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.22: Análisis de frecuencias, pregunta 4 de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

El espacio físico donde llevó a cabo la experiencia con el móvil y el organigrama.		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Adecuado	30	100,0	100,0	100,0

Tabla 5.23: Análisis de frecuencias, pregunta 5 de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: póster, móvil, información, etc.		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Adecuadas	30	100,0	100,0	100,0

Tabla 5.24: Análisis de frecuencias, pregunta 6 de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

La experiencia con el móvil respecto a la experiencia web.		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Poco satisfactoria	1	3,3	3,3	3,3
	Igual que en la web	3	10,0	10,0	13,3
	Satisfactoria	26	86,7	86,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.25: Análisis de frecuencias, pregunta 7 de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

El grado de sencillez en la obtención de información con el móvil respecto a la web.		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Bajo	1	3,3	3,3	3,3
	Igual	1	3,3	3,3	6,7
	Alto	19	63,3	63,3	70,0
	Muy alto	9	30,0	30,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.26: Análisis de frecuencias, pregunta 8 de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

El grado rapidez en la obtención de información con el móvil respecto a la web.		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Bajo	1	3,3	3,3	3,3
	Igual	1	3,3	3,3	6,7
	Alto	17	56,7	56,7	63,3
	Muy alto	11	36,7	36,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.27: Análisis de frecuencias, pregunta 9 de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

El grado de información útil obtenido a través de la experiencia con el móvil respecto al información obtenida a través de la web.		Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos	Poco útil	2	6,7	6,7	6,7
	Igual	2	6,7	6,7	13,3
	Util	13	43,3	43,3	56,7
	Muy útil	13	43,3	43,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla 5.28: Análisis de frecuencias, pregunta 10 de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

Le gustaría a usted usar este tipo de mecanismos y herramientas (con el móvil) en otras situaciones.	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Válidos Si	30	100,0	100,0	100,0

Tabla 5.29: Análisis de frecuencias, pregunta 11 de la encuesta de satisfacción. Fuente propia.

- Las tablas 5.19 a 5.22 muestran una concentración de valores en las escalas más altas, favoreciendo el uso de herramientas NFC, tanto en velocidad, intuitividad, facilidad y claridad de la información desplegada en la pantalla del móvil.
- Las tablas 5.23 y 5.24 muestran que se consideró adecuado el espacio físico y herramientas NFC utilizadas en la experiencia.
- La tabla 5.25 indica un alto grado de satisfacción en la experiencia con el móvil respecto a la experiencia en la WEB.
- Las tablas 5.26 a 5.28 presentan un alto grado en la sencillez, rapidez e información útil contenida en las distintas herramientas NFC, poster y teléfono móvil.

Con respecto a las variables planteadas inicialmente se puede notar:

- **Existencia de satisfacción:** Si bien no está determinada por un sólo valor, se describe mediante diferentes parámetros como rapidez, claridad, utilidad, sencillez, entre otros, que refleja en los valores más altos ventajas del uso de herramientas NFC sobre la manera de obtener información mediante la WEB.

5.5. Análisis estadístico inferencial

5.5.1. Análisis de normalidad de las muestras

La figura 5.1 muestra las posibles pruebas de hipótesis que se deben realizar según el tipo de datos que se tienen, para cuantificar las tendencias observadas en el análisis descriptivo y posteriormente concluir.

Para aplicar análisis inferencial se debió evaluar inicialmente la característica de normalidad de las muestras obtenidas. La normalidad se analizó de manera cuantitativa, primero valores de asimetría y curtosis, seguidamente se aplicaron pruebas de normalidad y se hizo una exploración cualitativa de curvas de normalidad.

Para el grupo en la actividad WEB, se retomó la información de la tabla 5.4. En esta tabla la asimetría indica un valor en que las colas de la muestra se sesgan o se extienden tanto a la derecha como a la izquierda, dado que una normal perfecta tendría asimetría cero, los valores de asimetría cercanos a cero tanto positivos como negativos son favorables. La curtosis indica el grado en que las observaciones de la muestra están agrupadas en las colas. Para una normal perfecta, el valor de curtosis es cero, por lo que valores cercanos a cero son favorables pero menores a 1,9 (cercano al espacio equivalente de 2 desviaciones estándar).

Para todas las muestras se encuentra que:

- En el pre-test la asimetría tiene un valor de 1,108 por lo que está lejos de cero, indicando no proximidad a la simetría como condición para una distribución normal. La curtosis tiene un valor de 0,275 siendo favorable para pensar que la distribución está cerca de la normal.

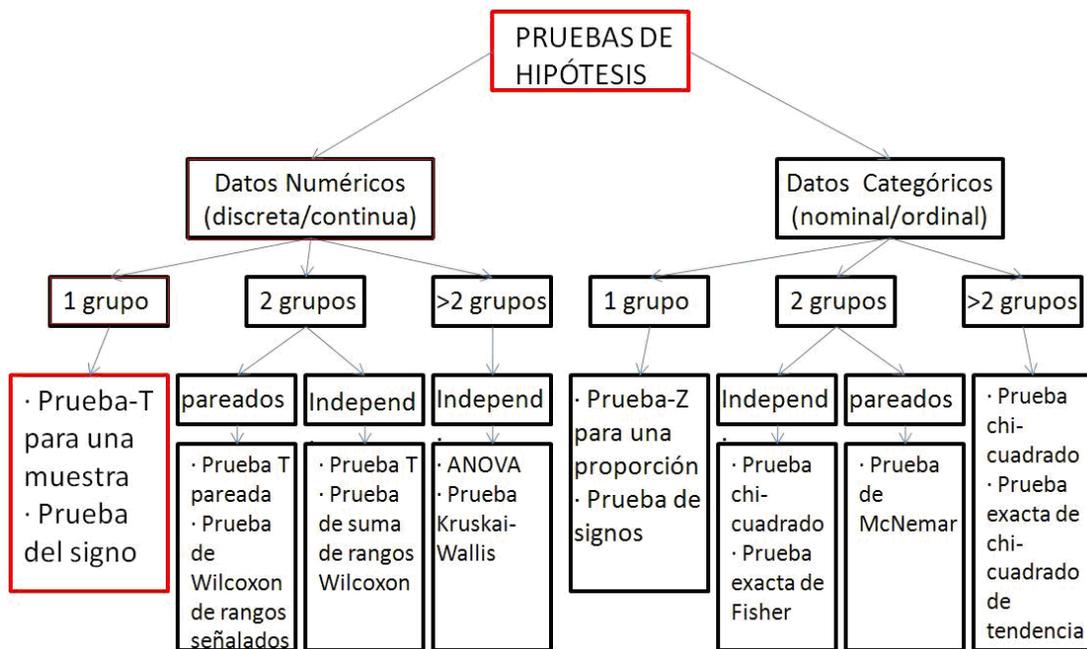


Figura 5.1: Pruebas estadísticas según tipo de variable. Fuente [75].

- Para el caso del post-test la asimetría tiene un valor de $-0,733$ el cual no está cerca de cero, indicando una proximidad a la simetría menor. La curtosis tiene un valor de $-0,515$ siendo favorable para pensar que la distribución está cerca de la normal.
- Para el caso de el incremento la asimetría tiene un valor $-0,004$ por lo que está cerca de cero, indicando proximidad a la simetría. La curtosis tiene un valor de $-0,899$ siendo favorable para pensar que la distribución está cerca de la normal.
- Para el caso del tiempo la asimetría tiene un valor $-0,686$ por lo que no está cerca de cero, indicando una proximidad a la simetría menor. La curtosis tiene un valor de $-0,967$ siendo favorable para pensar que la distribución está cerca de la normal.

Adicionalmente se debió contrastar, para un determinado nivel de confianza, la hipótesis nula de que los datos proceden de una población con distribución Normal. Luego, se evaluó la significación ($\text{sig.} > 0,05$) para las pruebas *kolmogorov-Smirnov* (con corrección de *Lilliefors*) y *Shapiro-Wilk*. No se utiliza el de *Kolmogorov-Smirnov* sin la corrección de *Lilliefors* por resultar muy conservador (en casi todas las ocasiones se acepta H_0). Estos valores están consignados en la tabla 5.30. Analizando dichos valores se encuentra que sólo la muestra del **incremento** tiene comportamiento normal bajo estos análisis.

Se revisaron los gráficos de normalidad Q-Q normal y Q-Q normal sin tendencia, de cada una de las muestras para verificar si era posible encontrar patrones de normalidad. En los diagramas Q-Q normal de ser normal, debería aparecer una línea recta y los valores de las muestras alrededor de la misma deberían aparecer igualmente sin mucha dispersión. Por el contrario en los gráficos Q-Q normal sin tendencia deberían aparecer los valores dispersos alrededor del eje. En la figura 5.2 se muestra de manera integrada las gráficas para cada muestra. A partir de estas gráficas se puede concluir:

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pretest	0,315	30	0,000	0,760	30	0,000
postest	0,246	30	0,000	0,824	30	0,000
incremento	0,190	30	0,007	0,908	30	0,013
tiempo (seg)	0,223	30	0,001	0,812	30	0,000

Tabla 5.30: Pruebas de normalidad para muestras de la actividad WEB. Fuente propia.

- De las gráficas Q-Q normal se tiene que la muestra de incremento presenta más puntos acercándose a la recta, siendo la que más se acerca a la normal bajo este parámetro.
- De las gráficas Q-Q sin tendencia se observa que las muestras de incremento presentan más puntos a ambos lados del eje de manera aleatoria.
- Las muestras no son estrictamente normales y no están muy cercanas a la normalidad, este comportamiento se debe a que no hay una tendencia de valores centrales.

Para el grupo usando herramientas NFC, se retomó la información de la tabla 5.9. La asimetría indica un valor en que las colas de la muestra se sesgan o se extienden tanto a la derecha como a la izquierda, dado que una normal perfecta tendría asimetría cero, los valores de asimetría cercanos a cero tanto positivos como negativos son favorables. La curtosis indica el grado en que las observaciones de la muestra están agrupadas en las colas. Para una normal perfecta, el valor de curtosis es cero, por lo que valores cercanos a cero son favorables pero menores a 1,9.

Para todas las muestras se encuentra que:

- Para el caso del pre-test la asimetría tiene un valor de 1,831 por lo que está lejos de cero, indicando no proximidad a la simetría como condición para una distribución normal. La curtosis tiene un valor de 3,872 siendo no favorable para pensar que la distribución está cerca de la normal.
- Para el caso del post-test la asimetría tiene un valor de -0,888 el cual no está cerca de cero, indicando una proximidad a la simetría menor. La curtosis tiene un valor de -0,134 siendo favorable para pensar que la distribución está cerca de la normal.
- Para el caso del incremento la asimetría tiene un valor -1,533 por lo que está lejos de cero, indicando asimetría. La curtosis tiene un valor de 2,686 siendo no favorable para pensar que la distribución está cerca de la normal.
- Para el caso del tiempo la asimetría tiene un valor -0,005 por lo que está cerca de cero, indicando proximidad a la simetría como condición para una distribución normal. La curtosis tiene un valor de 0,067 siendo favorable para pensar que la distribución está cerca de la normal.

Adicionalmente se debió contrastar, para un determinado nivel de confianza, la hipótesis nula de que los datos proceden de una población con distribución Normal. Luego, se evaluó la significación (sig. > 0,05) para las pruebas *kolmogorov-Smirnov* (con corrección de *Lilliefors*) y *Shapiro-Wilk*. No se utiliza el de *Kolmogorov-Smirnov* sin la corrección de *Lilliefors* por resultar muy conservador (en casi todas las ocasiones se acepta H_0). Estos valores están consignados en la tabla 5.31. Analizando dichos valores se encuentra que sólo la muestra del **tiempo** tiene comportamiento normal bajo estos análisis.

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pretest	0,372	30	0,000	0,661	30	0,000
Postest	0,353	30	0,000	0,718	30	0,000
Incremento	0,288	30	0,000	0,769	30	0,000
tiempo (seg)	0,125	30	0,200	0,949	30	0,161

Tabla 5.31: Pruebas de normalidad para muestras de la actividad con herramientas NFC. Fuente propia.

Se revisaron los gráficos de normalidad Q-Q normal y Q-Q normal sin tendencia, de cada una de las muestras para explorar si era posible encontrar patrones de normalidad. En los diagramas Q-Q normal de ser normal, debería aparecer una línea recta y los valores de las muestras alrededor de la misma deberían aparecer igualmente sin mucha dispersión. Por el contrario los gráficos Q-Q normal sin tendencia deberían aparecer los valores dispersos alrededor del eje. En la figura 5.3 se observa de manera integrada éstas gráficas por cada muestra. A partir de ellas se puede concluir:

- De las gráficas Q-Q normal se tiene que la muestra de tiempo presenta más puntos acercándose a la recta, siendo la que más se acerca a la normal bajo este parámetro.
- De las gráficas Q-Q sin tendencia se observa que las muestras de tiempo presentan más puntos a ambos lados del eje de manera aleatoria.
- Las muestras no son estrictamente normales y no están muy cercanas a la normalidad, este comportamiento se debe a que no hay una tendencia de valores centrales.

5.5.2. Prueba T para una muestra

Tomando la muestra de tiempo del grupo en la actividad con herramientas NFC que es normal, buscando conocer la posibilidad de que los resultados actuales sean efecto del azar y no que indiquen un comportamiento debido al uso de herramientas NFC, se usa una prueba T para una muestra. Para ello se plantea un análisis basado en hipótesis nula, luego:

- Hipótesis Nula H_0 : no existe rapidez (No hay efecto real) en la obtención de resultados usando herramientas NFC. $H_0 : \mu(d) = 0$.
- Hipótesis Alternativa H_a : existe rapidez (Hay efecto real) en la obtención de resultados usando herramientas NFC. $H_a : \mu(d) > 0$.

La tabla 5.32 muestra el resultado de la prueba T para un valor de prueba igual a 0, con un valor estadístico (t), grados de libertad (gl), la significación bilateral, diferencia de medias y su respectivo intervalo de confianza que muestra los límites inferior y superior (calculado a un 95 por ciento) para la diferencia de la media muestral y el valor de prueba.

Si los límites incluyen el valor de cero se puede afirmar que efectivamente es un valor de prueba posible dentro del rango, por lo que la muestra puede proceder de una muestra con dicho valor como media.

Dado que el valor de significación hallado es menor que 0,05 y que el intervalo no contempla el valor de cero, se puede descartar H_0 y afirmar que los resultados no son debido al azar sino a un efecto externo que en este caso puede atribuirse al uso de las herramientas NFC.

Ampliando la prueba T (tabla 5.33) para la muestra de incremento, se tiene que para un valor de prueba de 127,24 el valor de significación bilateral es 0,05. El valor 127,24 es el límite inferior de una posible media a la cual puede pertenecer el espacio muestral

	Valor de prueba = 0					
	t	gl	sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
tiempo (seg)	23,995	29	0,000	139,100	127,24	150,96

Tabla 5.32: Prueba T para una muestra. Muestra de tiempo del grupo con herramientas NFC. Fuente propia.

Con base en estos datos, un usuario del campus puede incrementar la velocidad en la obtención de información (no debido a la tasa de transferencia de datos entre las etiquetas del poster y el móvil), dentro de un intervalo de confianza entre 0,00 y 23,72.

	Valor de prueba = 127.24					
	t	gl	sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
tiempo (seg)	2,046	29	0,050	11,860	0,00	23,72

Tabla 5.33: Prueba T para una muestra. Valor de media mínimo. Muestra de tiempo del grupo con herramientas NFC. Fuente propia.

5.5.3. Análisis de muestras relacionadas

Se tomó las muestras del post-test (μ_1) y pre-test (μ_2) para el grupo en la actividad con herramientas NFC. Dado que las muestras no son normales, se debió aplicar pruebas no paramétricas para comparación de medias en muestras relacionadas (ya que son el mismo grupo). Para este caso se aplicó la prueba de rangos con signo de *Wilcoxon* (ver figura 5.1). Bajo un análisis basado en hipótesis nula se tiene:

- Hipótesis Nula H_0 : Las medias son equivalentes porque no hay efecto real en los resultados usando herramientas NFC. $H_0 : \mu_1 = \mu_2$.
- Hipótesis Alternativa H_a : Las medias no son equivalentes. Los resultados del post-test son significativamente mayores que los del pre-test. Es decir que existe un incremento. Hay efecto real en los resultados usando herramientas NFC. $H_a : \mu_1 > \mu_2$.

La tabla 5.34 muestra el análisis de rangos, los casos en los que el pre-test es menor que el post-test, los casos en que el pre-test es mayor que el post-test y los casos en los ambos son iguales. Para los dos últimos el número de casos (N) es cero.

El valor de significación bilateral es 0,00 por lo que se refuta la hipótesis de igualdad de medias e indica que los resultados comparados difieren significativamente.

Dado el número de casos en que se presentan valores mayores del post-test sobre el pre-test se puede afirmar que **si hay un efecto real en los resultados usando herramientas NFC**.

	N	Rango Medio	Suma de Rangos	Z	Sig. Bilateral
Rangos medios (Pre-test < Post-test)	30	15,50	465,00	-4,86	0,00
Rangos positivos (Pre-test > Post-test)	0	0,00	0,00		
Iguals (Pre-test = Post-test)	0				
Total	30				

Tabla 5.34: Prueba de *Wilcoxon* para muestras relacionadas. Muestras post-test y pre-test del grupo en la actividad con herramientas NFC. Fuente propia.

5.5.4. Análisis de validez

En cualquier tipo de experimento existe una serie de posibles errores dados por la configuración o ejecución del mismo. De acuerdo al análisis de validez para diferentes experiencias hecho en [24], se analiza los posibles tipo de errores a los que pudo estar sometido la experiencia. Estos están clasificados en: histórico, maduración, testeo, instrumental, regresión estática, selección de participantes, mortalidad e interacción selección-maduración.

- **Histórico.** Entendido como eventos históricos entre aplicación de test. No se revelan hechos históricos importantes que puedan haber afectado el experimento.
- **Maduración.** Entendido como cambio en los participantes a nivel personal con el tiempo. No aplicable dado que los test se dieron con muy poco tiempo.
- **Testeo.** Entendido como la posible alteración o influencia debido al uso de pre-test. Posible error, pero de impacto mínimo, debido a que los estudiantes no tuvieron forma de obtener información de otras fuentes para completar su conocimiento debido al tiempo de aplicación entre test.
- **Instrumental.** Entendido por la posible influencia del uso de test diferentes. No aplicable por que fue el mismo test y los estudiantes no sabían que sería aplicado para ambos momentos.
- **Regresión Estática.** Entendido como puntajes muy altos o muy bajos. No aplicable por no encontrarse dicha situación.
- **Selección de participantes.** Entendido como influencia en la selección de los participantes. No aplicable ya que la participación en el grupo de experiencia fue voluntaria.
- **Mortalidad.** Entendido como la pérdida de muestras entre las personas que sólo tomaron un test. No aplicable, debido a que los test se realizaron en una misma sesión.
- **Interacción selección-maduración.** Entendido como la posibilidad de tener participantes con diferentes grados de madurez, conocimientos o entornos. No aplicable por ser un mismo grupo con edades homogéneas.

5.5.5. Conclusiones de la experiencia

Con base en las conclusiones y el análisis detallado de cada una de las pruebas anteriormente presentadas se puede indicar que:

- Bajo el análisis estadístico descriptivo, se muestra que el grupo durante la actividad con herramientas NFC tuvo mejores resultados frente a la actividad WEB en cuanto a rapidez en la obtención de información e incremento entre test. En general se comprueba que sí **“hubo existencia de precisión y rapidez usando herramientas NFC en el despliegue del escenario de interacción con un grupo de estudiantes”**. También, se muestra que el grupo consideró altos niveles en las distintas apreciaciones comparativas entre el uso de herramientas NFC y uso de la WEB para búsqueda y obtención de una misma información.
- El análisis inferencial basado en hipótesis nula, indica que los resultados del tiempo en el grupo con herramientas NFC no fueron producto del azar. Las muestras de tiempos en el grupo tuvo el mismo comportamiento de medias, esto indica que efectivamente hubo rapidez en la experiencia.

- Se puede concluir que el uso de herramientas NFC dispuestas para el despliegue del escenario “Conociendo el Organigrama administrativo Unicauca” con un grupo de estudiantes sí produjo un efecto de precisión, rapidez y satisfacción superior frente a la obtención de la misma información desplegando un escenario tradicional mediante herramientas WEB.

5.6. Evaluación - Prototipos para los escenarios con el carné institucional Unicauca

Aspectos importantes que se tocaron en la reunión:

- Actualmente la universidad está implementando servicios de control de acceso con el carné de unicauca, se están implementando biométricas para identificación y detección de personas mediante huella digital.
- Características del servicio
 - Servicio para mejorar aspectos de movilidad y control dentro de las instalaciones de la universidad (ejemplo, entrada y salida en parqueaderos, acceso a determinados lugares como bibliotecas, oficinas, etc.) utilizando métricas para identificación mediante huella digital.
 - Orientado especialmente a personas que pertenecen a la institución (estudiantes, profesores y administrativos).
- Equipos hardware
 - Carné Institucional: chip inteligente MiFare con memoria de 4K. La información métrica de la huella digital de cada usuario está contenida en la memoria del chip.
 - Dispositivos electrónicos (equipos *smartcontrolaccess*): equipos para detección, lectura y validación de la información contenida en el carné institucional.
- Limitaciones
 - Costo hardware y costo de implementación de biométricas
 - Costo de mantenimiento de dispositivos y software.
 - Costo de licencias
 - Demora en el procesamiento de información. Lectura de datos a través de interface RS232.
 - Dependencia de la red de Internet, especialmente para consulta en base de datos.
- Investigación.
 - Aspectos de seguridad e implementación de políticas para integridad de datos.
 - Implementaciones y soluciones alternativas más económicas y más rápidas.
 - Desarrollo de aplicaciones en software libre para la implementación de biométricas digitales

Acerca de los prototipos y los escenarios presentados:

- Repuestas a las preguntas de evaluación de los prototipos y los escenarios.
 1. La forma de obtener información utilizando el lector.
Calificación: **Rápido** - valor 9 (promedio entre 1 y 10).
 2. El nivel de dificultad al momento de utilizar las aplicaciones.
Calificación: **Fácil** - valor 9 (promedio entre 1 y 10).
 3. La información de identificación obtenida del carné al hacer contacto con el lector.
Calificación: **Precisa** - valor 9 (promedio entre 1 y 10).
 4. En caso de ser generalizado este tipo de estructuras considera que para el público universitario puede ser.
Calificación: **Satisfactorio** - valor 10 (promedio entre 1 y 10).
- Conclusiones
 - Aplicaciones como alternativa de bajo costo para control de acceso y control de registro dentro de la Universidad.
 - Mayor procesamiento de información. Mayor velocidad en los datos al utilizarse puerto USB.
 - Flexibilidad en la lectura de chips. Tarjetas inteligentes y etiquetas compatibles con el NFC-Forum.
 - Escenarios afines con aspectos de investigación en movilidad y control digital en la información dentro de la institución.
- Limitaciones:
 - Dependencia de la red Internet, especialmente para consulta en base de datos.
- Aspectos a tener en cuenta:
 - Seguridad e integridad en la información especialmente en la lectura de la memoria del chip.

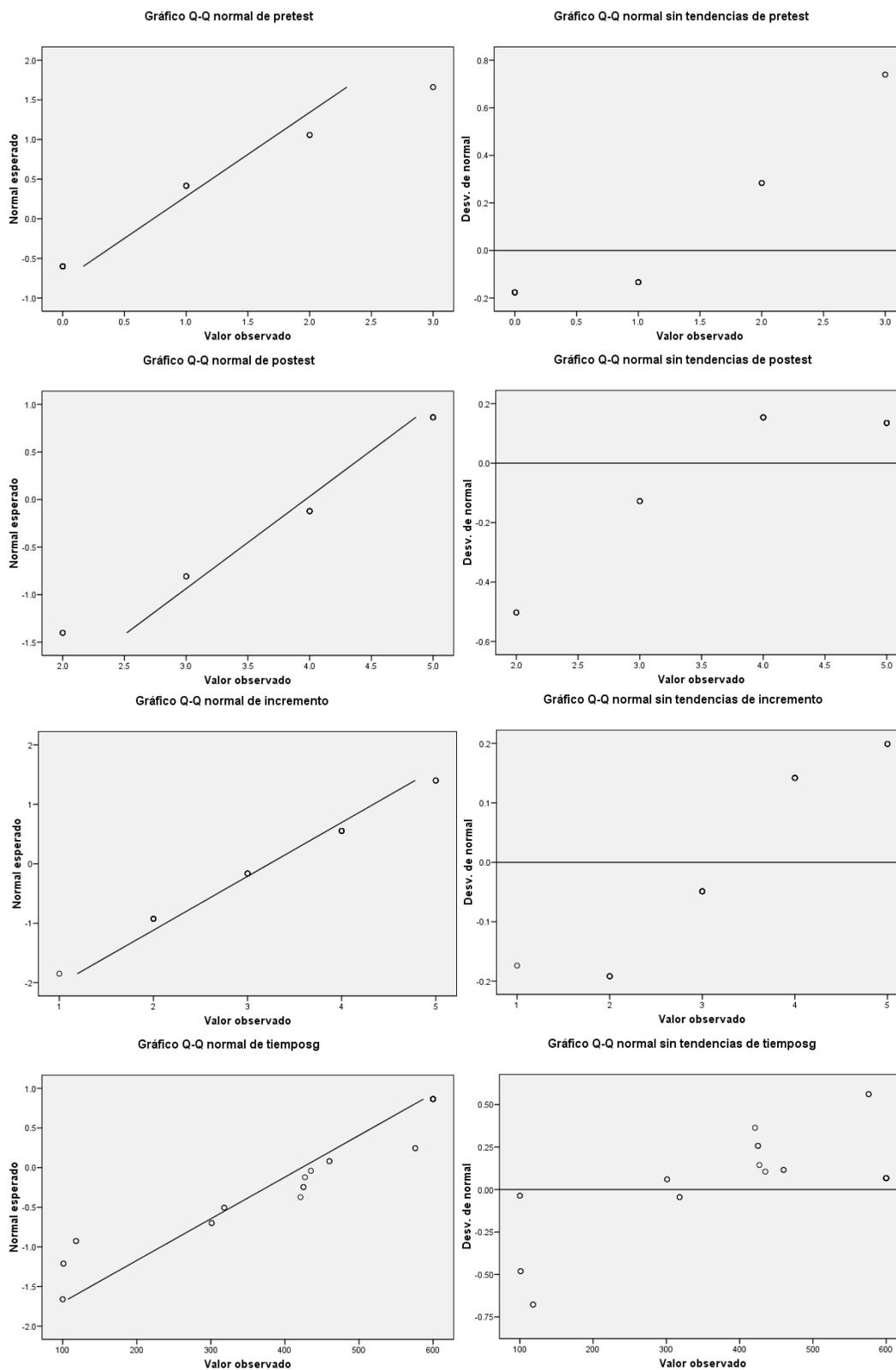


Figura 5.2: Gráficas de normalidad actividad WEB. Fuente propia.

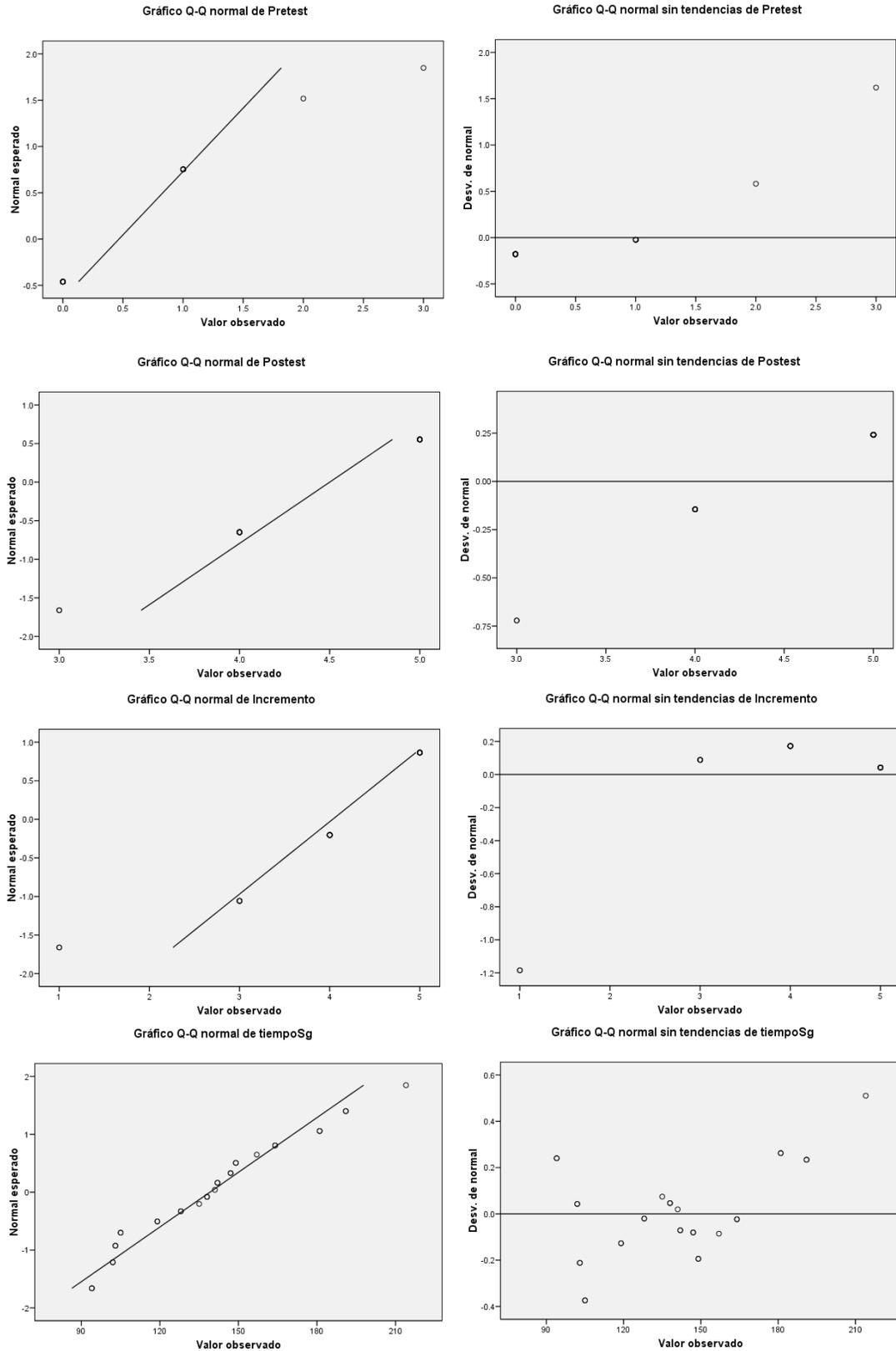


Figura 5.3: Gráficas de normalidad actividad con herramientas NFC. Fuente propia.

Capítulo 6

Conclusiones

Este capítulo expone las principales conclusiones obtenidas del desarrollo de este trabajo de grado, las lecciones aprendidas especialmente en el despliegue y experimentación de los escenarios propuestos, recomendaciones y finalmente algunas ideas de investigación y desarrollo para futuros trabajos.

6.1. Consideraciones finales

1. Los resultados más visibles de este trabajo acuerdo a los aportes mencionados en el capítulo de introducción son:
 - La definición de un marco conceptual que permitió el diseño e implementación de escenarios puntuales de interacción con Objetos Aumentados basados en NFC en el contexto del campus de Tulcán-Unicauca y en general de actividades e-Campus.
 - La evaluación mediante experimentación de algunos escenarios que permitió corroborar que *la aplicación de NFC es apropiada para apoyar o brindar alternativas a actividades universitarias* y por tanto el logro de los objetivos trazados por este proyecto.
2. El enfoque e-Campus para el escenario general de interacción resultó ser una proposición adecuada para la definición de los diversos escenarios propuestos. Las observaciones realizadas durante el desarrollo de los prototipos y el despliegue de los escenarios, permite considerar que se trata de un modelo conceptual que puede ser válido para diversos contextos y que por tanto puede ser favorablemente extensible para proponer e implementar actividades e-Campus más complejas alternativas para diversos procesos universitarios.
3. Las tecnologías más sobresalientes en el desarrollo de este trabajo fueron: RFID y NFC. Ambas tecnologías fueron utilizadas en la evaluación de los escenarios de interacción, tal es el caso del teléfono móvil NOKIA 6131 NFC y un lector de etiquetas RFID/NFC touchatag. Las capacidades de estas tecnologías potencializan los alcances en la obtención y despliegue de información con características importantes en movilidad y seguridad.
4. De acuerdo con las experiencias realizadas, las actividades e-Campus propician un espacio de interacción satisfactorio para los participantes, mejorando la percepción de usabilidad respecto a los ambientes inteligentes (AmI) pertenecientes a IOT. Además, los integrantes de estas actividades mostraron un creciente interés por participar y redactar su apreciación mediante encuesta, del uso de herramientas NFC en un entorno universitario.

5. Los poster NFC, son alternativas de despliegue de información importantes, tanto para propósitos informativos como publicitarios. Dentro del marco de este trabajo se desarrolló un poster que contenía información acerca del Organigrama administrativo de la Universidad del Cauca. A través de él, se presentaba al usuario información relevante sobre las distintas dependencias que lo conforman, los usuarios que para este caso fueron estudiantes FIET, mostraron eficiencia en tiempo y precisión en la obtención de información, evaluada mediante test en forma descriptiva e inferencial y comparada con una actividad paralela mediante uso de otras herramientas tradicionales, como la WEB.

6.2. Lecciones aprendidas y recomendaciones

Algunas lecciones aprendidas y recomendaciones:

- Se destaca la importancia de realizar despliegue y experimentación de más escenarios de interacción que permita clarificar con más resultados que la aplicación de NFC es apropiada no sólo para apoyar o brindar alternativas a actividades universitarias sino también que puede ser solución a muchos procesos que demanden rapidez y en especial seguridad, inclusive frente a otras tecnologías inalámbricas.
- Se destaca la necesidad de adquisición de recursos por parte de la Universidad para llevar a cabo más proyectos y trabajos que permitan la incorporación de este tipo de tecnologías inteligentes en diversos escenarios para convertir el campus en un contexto ubiqüo y adaptable a las necesidades de sus usuarios.
- Dentro de los rangos de costo de los dispositivos NFC explorados, se destaca el costo medianamente bajo de los lectores fijos USB. Las capacidades de estos dispositivos son alternativas interesantes para solucionar problemas de movilidad, identificación y seguridad dentro de la Universidad a costos moderados.

6.3. Trabajos futuros

- El desarrollo de nuevas aplicaciones basadas en los diferentes modos de funcionalidad que hacen parte de NFC como *peer to peer* y *Contactless Smart Card*, que permitan ampliar el modelo propuesto. Esto implica el despliegue de nuevas aplicaciones e integración con bases de datos manteniendo la privacidad y la seguridad de la información tomada de los usuarios.
- La implementación de nuevos modelos o arquitecturas que permitan extender el número y tipo de escenarios dentro de un ambiente educativo como soporte a métodos de aprendizaje colaborativos, así como la integración con otras tecnologías de la IOT como redes de sensores, códigos QR y también servicios de Awareness.
- Otras ideas:
 - Realización de proyectos de investigación con enfoque e-Campus hacia una universidad con entornos ubiqüos e inteligentes a bajo costo.
 - Realización de bases de datos que permitan la gestión de escenarios e-Campus y el desarrollo de aplicaciones y soluciones inteligentes especialmente en la parte de acceso y seguridad dentro del entorno universitario.

Referencias Bibliográficas

- [1] T. Wiechert, F. Thiesse, F. Michahelles, P. Schmitt, and E. Fleisch, “Connecting mobile phones to the internet of things: A discussion of compatibility issues between epc technology and nfc technology,” *Auto-ID Lab Switzerland*, 2008.
- [2] *GSI and EPCglobal*, Disponible en línea en: <http://www.gsi.org/epcglobal>, [Consultado: Octubre 04 de 2011].
- [3] G. Ramírez-González, M. Muñoz-Organero, and C. Delgado-Kloos, “Interacción y adaptación basada en perfiles de usuario en la internet de objetos,” *CITA '09: V Congreso Iberoamericano de Telemática*, pp. 75 - 81, 2009.
- [4] ITU, “digital.life,” *ITU Internet Report 2006*, Disponible en línea en: <http://www.itu.int/osg/spu/publications/digitalife/>, [Consultado: Enero 03 de 2011].
- [5] ITU, “The internet of things,” *ITU Internet Reports 2005*, Disponible en línea en: <http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/>, [Consultado: Enero 03 de 2011].
- [6] B. Benyó, A. Vilmos, K. Kovacs, and L. Kutor, “The design of nfc based applications,” *INES '07: In Proceedings of 11th International Conference on Intelligent Engineering Systems, Budapest (Hungary)*, *IEEE Computer Society*, pp. 277 - 280, 29 June - 1 July 2007.
- [7] F. Kneißl, R. Röttger, U. Sandner, J. M. Leimeister, and H. Krcmar, “All-i-touch as combination of nfc and lifestyle,” *NFC '09: Proceedings of the 2009 First International Workshop on Near Field Communication*, *IEEE Computer Society*, pp. 51 - 55, 2009.
- [8] J. Morak, D. Hayn, P. Kastner, M. Drobics, and G. Schreier, “Near field communication technology as the key for data acquisition in clinical research,” *NFC '09: Proceedings of the 2009 First International Workshop on Near Field Communication*, *IEEE Computer Society*, pp. 15 - 19, 2009.
- [9] M. Ervasti, M. Isomursu, and M. Kinnula, “Bringing technology into school - nfc-enabled school attendance supervision,” *MUM '09: Proceedings of the 8th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, Cambridge (UK)*, *ACM*, pp. 1 - 10, November 22 - 25 2009.
- [10] G. Matas-Miraz, I. Luque-Ruiz, and M. Ángel Gómez-Nieto, “How nfc can be used for the compliance of european higher education area guidelines in european universities,” *NFC '09: Proceedings of the 2009 First International Workshop on Near Field Communication*, *IEEE Computer Society*, pp. 3 - 8, 2009.
- [11] “Standards guidelines for quality assurance in the european higher education area,” *European Association for Quality Assurance in Higher Education*, Helsinki, Finland, 2005. Disponible

- en línea en: <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/Standards-and-Guidelines-for-QA.pdf>, [Consultado: Enero 05 de 2011].
- [12] “European higher education in a global setting. a strategy for the external dimension of the bologna process,” Adopted in 2007, Disponible en línea en: <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/WGR2007/Strategy-for-EHEA-in-global-setting.pdf>, [Consultado: Enero 05 de 2011].
- [13] A. Rauhvargers, C. Deane, and W. Pauwels, “Bologna process stocktaking report 2009,” *Report from working groups appointed by the Bologna Follow-up Group to the Ministerial Conference, Leuven/Louvain-la-Neuve (France)*, 28 - 29 April 2009.
- [14] *Near Field Communication and the NFC Forum: The Keys to Truly Interoperable Communications*, 2007, Disponible en línea en: <http://www.nfc-forum.org/resources/>, [Consultado: Septiembre 28 de 2011].
- [15] *Near Field Communication: NFC Forum*, Disponible en línea en: <http://www.nfc-forum.org/>, [Consultado: Octubre 05 de 2011].
- [16] H. Ishii and B. Ullmer, “Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms,” *Proceedings of CHI '97, Atlanta (USA)*, ACM, March 22 - 27 1997.
- [17] L. A. Guerrero, S. F. Ochoa, and H. Horta, “Developing augmented objects: A process perspective,” *Universal Computer Science*, Vol. 16, No. 12, pp. 1612 - 1632, 2010.
- [18] *touchatag Project*, Disponible en línea en: <http://www.touchatag.com/>, [Consultado: Octubre 23 de 2011].
- [19] *Noticias y actualidad Universidad del Cauca: proceso de renovación de carnés institucionales*, Disponible en línea en: <http://portal.unicauca.edu.co/versionP/noticias-y-actualidad?page=22>, [Consultado: Septiembre 20 de 2011].
- [20] C. Potts, “Using schematic scenarios to understand user needs,” *DIS '95: Proceedings of the 1st conference on Designing interactive systems*, ACM, pp. 247 - 256, 1995.
- [21] C. Serrano, “Modelo integral para el profesional en ingeniería,” *Editorial Universidad del Cauca, Popayán*, 2005.
- [22] *IBM SPSS*, Disponible en línea en: <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/>, [Consultado: Septiembre 20 de 2011].
- [23] G. D. Gil, “Herramienta para implementar lel y escenarios (tils),” *Tesis presentada al Dpto. de Informática de la Universidad Nacional de La Plata como parte de los requisitos para la obtención del título de Magister en Ingeniería de Software, Universidad Nacional de La Plata (Argentina)*, 2002.
- [24] G. Ramírez-González, “Tesis doctoral: Evaluación de introducción de internet de objetos en espacios de aprendizaje,” *Universidad Carlos III de Madrid*, 2010.
- [25] M. C. Roco, “National nanotechnology initiative - past, present, future,” *Handbook on Nanoscience, Engineering and Technology, Second edition*, 2007.

- [26] D. Bhattacharyya, S. Singh, N. Satnalika, A. Khandelwal, and S. H. Jeon, "Nanotechnology, big things from a tiny world: a review," *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology*, Vol. 2, No. 3, September 2009.
- [27] J. C. Davies, "Oversight of next generation nanotechnology," *PEN 18: Project on Emerging Nanotechnologies, Woodrow Wilson - International Center for Scholars*, April 2009.
- [28] C. Ríos-Fuentes, "Tesis de maestría: Redes inalámbricas de sensores con características de tiempo real como herramienta para la monitorización de constantes vitales, en el marco del proyecto meris," *Instituto de Postgrados de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones IPET, Universidad del Cauca*, 2010.
- [29] E. W. Ngai, J. K. Poon, F. F. Suk, and C. C. Ng, "Design of an rfid-based healthcare management system using an information system design theory," *Information Systems Frontiers*, pp. 405 - 417, September 2009, Disponible en línea en: <http://www.springerlink.com/content/f3k634250510j815/>, [Consultado: Septiembre 28 de 2011].
- [30] A. Lahtela and M. Hassinen, "Requirements for radio frequency identification in healthcare," *Medical Informatics in a United and Healthy Europe*, pp. 720 - 724, 2009.
- [31] P. Plaggenborg, "Social rfid: internet for things," *Thesis and project, Utrecht School of the Arts, European Media Master of Arts*, 2006.
- [32] *Internet of Things Architecture, European Lighthouse Integrated Project*, Disponible en línea en: <http://www.iot-a.eu/public>, [Consultado: Septiembre 28 de 2011].
- [33] K. Ducatel, M. Bogdanowicz, F. Scapolo, J. Leijten, and J. C. Burgelman, "Scenarios for ambient intelligence in 2010," *Final Report, Information Society Technologies Advisory Group (ISTAG)*, February 2001.
- [34] D. A. Gray-Gatenby, "Galatea: Personalized interaction with augmented objects," *Requirement for the degree of Master of Science in Media Arts and Sciences, Massachusetts Institute of Technology*, 2005.
- [35] E. Rukzio, "Class notes: Mobile interaction with the real world," *Computing Department, Lancaster University (UK)*, 2009.
- [36] ECMA-Internacional, "Standard ecma-340: Near field communication interface and protocol (nfcip-1)," *2nd Edition*, December 2004.
- [37] ISO/IEC, "International standard iso/iec 18092: Near field communication interface and protocol (nfcip-1)," *Telecommunications and information exchange between systems, First edition*, 2004.
- [38] ECMA-Internacional, "Standard ecma-352: Near field communication interface and protocol-2 (nfcip-2)," *2nd Edition*, June 2010.
- [39] ISO/IEC, "International standard iso/iec 15693-1: Physical characteristics of the vicinity cards," *Identification cards - Contactless integrated circuit cards, Second edition*, 2010.
- [40] P. C. Garrido, G. M. Miraz, I. L. Ruiz, and M. Ángel Gómez-Nieto, "A model for the development of nfc context-awareness applications on internet of things," *NFC '10: Proceedings of the Second International Workshop on Near Field Communication, IEEE Computer Society*, pp. 9 - 14, April 2010.

- [41] E. Siira and V. Törmänen, "The impact of nfc on multimodal social media application," *NFC '10: Proceedings of the Second International Workshop on Near Field Communication, IEEE Computer Society*, pp. 51 - 56, April 2010.
- [42] S. W. Nava-Díaz, G. Chavira-Juárez, R. Hervás-Lucas, and J. Bravo-Rodríguez, "Adaptabilidad de las tecnologías rfid y nfc a un contexto educativo: Una experiencia en trabajo cooperativo," *RITA, IEEE Computer Society*, Vol. 4, No. 1, pp. 17 - 24, Febrero 2009.
- [43] S. L. Ghiron, S. Sposato, C. M. Medaglia, and A. Moroni, "Nfc ticketing: a prototype and usability test of an nfc-based virtual ticketing application," *NFC '09: First International Workshop on Near Field Communication, IEEE Computer Society*, pp. 45 - 50, 2009.
- [44] R. Steffen, J. Preißinger, T. Schöllermann, A. Müller, and I. Schnabel, "Near field communication (nfc) in an automotive environment: Use cases, architecture and realization," *NFC '10: Proceedings of the Second International Workshop on Near Field Communication, IEEE Computer Society*, pp. 15 - 20, April 2010.
- [45] NFC-Forum, "Nfc in public transport," *January 2011*, Disponible en línea en: <http://www.nfc-forum.org/resources/>, [Consultado: Octubre 04 de 2011].
- [46] *NFCNews: Near Field Communication Handsets and Tags, NFC Pilots and Projects*, Disponible en línea en: <http://www.nfcnews.com>, [Consultado: Octubre 05 de 2011].
- [47] *OPEN NFC: Developer Site*, Disponible en línea en: <http://open-nfc.org/wp/>, [Consultado: Octubre 05 de 2011].
- [48] *FayerWayer - Noticias*, Disponible en línea en: <http://www.fayerwayer.com/2011/03/google-dejara-de-usar-codigos-qr/>, [Consultado: Octubre 05 de 2011].
- [49] *BBC Mundo - Tecnología: Google Wallet*, Disponible en línea en: <http://www.bbc.co.uk/mundo/temas/tecnologia/?page=007>, [Consultado: Octubre 05 de 2011].
- [50] *rtve.es - Noticias*, Disponible en línea en: <http://www.rtve.es/noticias/20110920/google-lanza-servicio-pago-traves-telefonos-moviles-google-wallet/462741.shtml>, [Consultado: Octubre 05 de 2011].
- [51] *Mashable Tech - NFC*, Disponible en línea en: <http://mashable.com/2011/08/11/near-field-communication-guide/>, [Consultado: Octubre 05 de 2011].
- [52] W. Xue and G. Ji, "E-campus in xiamen university: The past, present and the hopeful future," *International Conference on E-Business and E-Government, IEEE Computer Society*, pp. 5423 - 5426, 2010.
- [53] X. Xiaoxia, W. Ruming, and L. Huihuan, "A framework model of the e-campus management system based on soa," *IEEE Computer Society*, 2009.
- [54] H. Weckmann and S. Engert, "E-campus: a strategy for the transition to the e-university," *Recent Research Developments in Learning Technologies*, 2005.
- [55] V. G. Sánchez-Arias, "Diseño de un patrimonio de recursos educativos basado en una red de acervos abiertos y distribuidos de objetos de aprendizaje," *Laboratorio Nacional de Informática Avanzada A.C., Veracruz (México)*, 2003.

- [56] O. Storz, A. Friday, N. Davies, J. Finney, C. Sas, and J. G. Sheridan, "Public ubiquitous computing systems: Lessons from the e-campus display deployments," *Pervasive computing, IEEE Computer Society*, pp. 40 - 47, July - September 2006.
- [57] F. Casalegno, D. Boardman, and A. Chang, "A day with near field communication: Mit students usage scenarios in everyday life," *MIT Mobile Experience Laboratory*, June 2008.
- [58] L. Nielsen, "From user to character: an investigation into user-descriptions in scenarios," *DIS '02: Designing interactive systems, ACM, London (England)*, pp. 50 - 104, 2002.
- [59] J. M. Carroll, "Five reasons for scenario-based design," *Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE Computer Society*, pp. 1 - 11, 1999.
- [60] *Nokia-Products: Nokia 6131 NFC*, Disponible en línea en: <http://europe.nokia.com/find-products/devices/nokia-6131-nfc>, [Consultado: Octubre 11 de 2011].
- [61] *mobilissimo.ro: Nokia 6131 NFC*, Disponible en línea en: <http://stiri-telefoane.mobilissimo.ro/tag/6131+NFC>, [Consultado: Octubre 11 de 2011].
- [62] *Nokia-Developer: Wiki - Nokia 6131 NFC*, Disponible en línea en: http://www.developer.nokia.com/Community/Wiki/Wiki_Home, [Consultado: Octubre 11 de 2011].
- [63] Nokia, "Nokia 6131 nfc sdk: User guide," *Forum Nokia, Nokia Corporation*, Version 1.1, July 2007.
- [64] *GlobalPlatform*, Disponible en línea en: <http://www.globalplatform.org/>, [Consultado: Octubre 11 de 2011].
- [65] *Oracle: Java Card Technology*, Disponible en línea en: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javacard/overview/index.html>, [Consultado: Octubre 11 de 2011].
- [66] Giesecke and Devrient, "Sm@rtcafé expert 3.x: Java card solutions for maximum flexibility," *Giesecke & Devrient GmbH, Munich (Germany)*, 2004, Disponible en línea en: <http://www.win.tue.nl/pinpasjc/docs/cards-docs/smartcafe-expert3.x/>, [Consultado: Octubre 11 de 2011].
- [67] Nokia, "Contactless communication api - jsr 257," *Java Community Process/JSR 257 Expert Group, Nokia Corporation*, Version 1.1, 2009.
- [68] Nokia, "Nokia 6131 nfc sdk: Programmer guide," *Forum Nokia, Nokia Corporation*, Version 1.1, July 2007.
- [69] *Suncero: Leading Supplier of RFID cards, RFID tags & Smart Labels worldwide!*, Disponible en línea en: <http://www.nevakarten.de/>, [Consultado: Octubre 20 de 2011].
- [70] *cryptoshop*, Disponible en línea en: <http://www.cryptoshop.com/index.php>, [Consultado: Octubre 20 de 2011].
- [71] *Near Field Solutions - Products*, Disponible en línea en: <http://www.usingnfc.com/>, [Consultado: Octubre 20 de 2011].

- [72] *Buy NFC Tags - NFC Stickers*, Disponible en línea en: <http://www.buynfctags.com/>, [Consultado: Octubre 20 de 2011].
- [73] *Advanced Card Systems Limited - ACS: ACR122 NFC Card Reader*, Disponible en línea en: <http://www.acr122.com/>, [Consultado: Octubre 23 de 2011].
- [74] *Processing*, Disponible en línea en: <http://www.processing.org/>, [Consultado: Noviembre 09 de 2011].
- [75] H. Sierra, “Fundamentos de estadística y análisis de datos en spss,” Junio de 2011.

Anexo A

Pre-test experiencia móvil y web



Universidad
del Cauca

Pre – Test referente al organigrama administrativo de la Universidad del Cauca - Año 2011

Nombre:

- 1) ¿Cuál es el número mínimo de reuniones en un mes que deben realizar los miembros del consejo superior?

- 2) ¿Quién es el actual vicerrector de Cultura y Bienestar?

- 3) ¿Cuántas dependencias hacen parte de la Rectoría de la Universidad del Cauca?

- 4) ¿Dónde está ubicada la Vicerrectoría Académica?

- 5) ¿Con cuál nombre nació el actual Departamento de Telemática?

Anexo B

Pos-test experiencia móvil y web



Universidad
del Cauca

Post – Test referente al organigrama administrativo de la Universidad del Cauca - Año 2011

Nombre:

- 1) ¿Cuál es el número mínimo de reuniones en un mes que deben realizar los miembros del consejo superior?
 - a. 1
 - b. 3
 - c. 2
 - d. 4
- 2) ¿Quién es el actual vicerrector de Cultura y Bienestar?
 - a. Danilo Vivas
 - b. María Cristina Simmonds
 - c. Rafael Rengifo
 - d. Juan Manuel Quiñones
- 3) ¿Cuántas dependencias hacen parte de la Rectoría de la Universidad del Cauca?
 - a. 5
 - b. 8
 - c. 7
 - d. 4
- 4) ¿Dónde está ubicada la Vicerrectoría Académica?
 - a. Campus de Tulcán
 - b. Claustro de Santo Domingo
 - c. Edificio de Pomona
 - d. El Carmen
- 5) ¿Con cuál nombre nació el actual Departamento de Telemática?
 - a. Departamento de Teleinformación
 - b. Departamento de Conmutación
 - c. Departamento de Software
 - d. Departamento de Telemetría

Anexo C

Encuesta satisfacción experiencia móvil y web



Universidad
del Cauca

ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA Móvil + Web

04 de Agosto de 2011

Nombre Estudiante: _____

Conteste las siguientes preguntas marcando con una equis (x), de acuerdo con los valores indicados.

Cómo considera usted:

1. La forma de obtener información por contacto del organigrama con el móvil.
Muy rápida Rápida Igual que en la web Lenta Muy lenta
2. La experiencia de interacción con el móvil y el organigrama.
Muy intuitiva Intuitiva Poco intuitiva Nada intuitiva
3. La información obtenida del organigrama y desplegada en la pantalla del móvil.
Muy clara Clara Poco clara Confusa Muy confusa
4. El manejo de la aplicación móvil.
Muy fácil Fácil Difícil Muy difícil
5. El espacio físico donde se llevo a cabo la experiencia con el móvil y el organigrama.
Adecuado No adecuado
6. El tipo de herramientas utilizadas en la experiencia con el móvil: póster, móvil, información, etc.
Adecuadas No adecuadas
7. La experiencia con el móvil respecto a la experiencia en la web.
Satisfactoria Igual que en la web Poco satisfactoria Nada satisfactoria
8. El grado de sencillez en la obtención de información con el móvil respecto a la web.
Muy alto Alto Igual Bajo Muy bajo
9. El grado de rapidez en la obtención de información con el móvil respecto a la web.
Muy alto Alto Igual Bajo Muy bajo
10. El grado de información útil obtenido a través de la experiencia con el móvil respecto a la información obtenida a través de la web.
Muy útil Útil Igual Poco útil Nada útil

Le gustaría a usted:

11. Usar este tipo de mecanismos y herramientas (con el móvil) en otras situaciones.
Si No

Anexo D

Encuesta Prototipos



Universidad
del Cauca

ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA touchatag

Nombre: _____

Conteste las siguientes preguntas marcando con una equis (x), de acuerdo con el nivel indicado.

Cómo considera usted:

1. La forma de obtener información utilizando el lector.

Muy lento ----- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ----- Muy rápido

2. El nivel de dificultad al momento de utilizar las aplicaciones

Muy difícil ----- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ----- Muy fácil

3. La información de identificación obtenida del carné al hacer contacto con el lector.

Nada precisa ----- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ----- Muy precisa

4. En caso de ser generalizado este tipo de estructuras considera que para el público universitario puede ser:

Nada satisfactorio ----- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ---- Muy satisfactorio

Escriba algún(os) Comentario(s) acerca de este tipo de aplicaciones:

Gracias.