



Universidad del Cauca

TRABAJO DE GRADO

**INTEGRACIÓN DE ACTIVIDADES DE
APRENDIZAJE CONTEXTUAL EN LA
PLATAFORMA .LRN A TRAVÉS DE
DISPOSITIVOS MÓVILES ANDROID CON
SOPORTE NFC**

Autores:

**Omar Alejandro Sotelo Torres
Cristian Camilo Palacios Ruiz**

Director:

PhD. Ing. Gustavo Adolfo Ramírez González

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELEMÁTICA**

Popayán, Octubre de 2011

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Objetivos	1
1.2. Motivación	2
1.3. Problema	2
1.4. Hipótesis.....	3
1.5. Experimentación.....	3
1.6. Conclusiones y divulgación.....	3
1.7. Metodología del trabajo de grado	3
1.8. Partes de la memoria.....	4
2. Estado del arte.....	5
2.1. Conceptos fundamentales	5
2.1.1. Internet de objetos (<i>Internet of Things, IoT</i>).....	5
2.1.2. Aprendizaje contextual (<i>Contextual Learning</i>)	6
2.1.3. Aprendizaje electrónico (<i>Electronic Learning, e-Learning</i>).....	7
2.1.4. Aprendizaje móvil (<i>Mobile Learning, m-Learning</i>).....	7
2.1.5. Aprendizaje ubicuo (<i>Ubiquitous Learning, u-Learning</i>)	7
2.1.6. Sistema de gestión del aprendizaje (<i>Learning Management System, LMS</i>).....	8
2.2. Tecnologías relacionadas.....	8
2.2.1. RFID.....	8
2.2.2. NFC.....	10
2.2.3. Android.....	11
2.2.4. Servidor de aplicaciones Open ACS.....	11
2.2.5. .LRN.....	11
2.3. Trabajos relacionados	12
2.3.1. Integración y experiencia de internet de objetos en e-Learning	12
2.3.2. Developing a mobile learning system to community-based learning for rural elementary school students.....	12
2.3.3. Using the RFIDs to construct the ubiquitous self-learning environment for understanding the plants in the schoolyard	13

2.3.4.	M2Learn: Framework abierto para el desarrollo de aplicaciones para el aprendizaje móvil y ubicuo.....	13
2.3.5.	Discovering the campus together: A mobile and computer-based learning experience	13
2.3.6.	Integrate handheld device and RFID to support context awareness environment for outdoor inquiry learning activity	14
2.3.7.	Early infrastructure of an internet of things in spaces for learning	14
2.3.8.	A location-aware mobile learning system to provide field learning guidance for natural science courses.....	14
2.3.9.	The ubiquitous museum learning environment: concept, design, implementation, and a case study	14
2.3.10.	Otros trabajos.....	15
2.4.	Conclusiones del estado del arte	15
3.	Arquitectura de referencia para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN	17
3.1.	Modelo de referencia de actividades de aprendizaje contextual	17
3.1.1.	Objeto de aprendizaje aumentado (<i>Augmented Learning Object, ALO</i>).....	19
3.1.2.	Espacio de aprendizaje	19
3.1.3.	Actividad de aprendizaje (<i>Contextual Learning Activity, CLA</i>).....	19
3.1.4.	Acceso a internet en el espacio de aprendizaje.....	21
3.1.5.	Escenarios de interacción.....	22
3.2.	Recuperación de arquitectura	23
3.2.1.	.LRN	24
3.2.2.	Android.....	30
3.2.3.	Etiqueta NFC.....	34
3.2.4.	Patrones de arquitectura	35
3.3.	Descripción de la arquitectura	36
3.3.1.	Vista de casos de uso	37
3.3.2.	Vista lógica.....	41
3.3.3.	Vista de procesos.....	44
3.3.4.	Vista de implementación.....	46
3.3.5.	Vista de despliegue	49
3.4.	Conclusiones generales de la construcción de la arquitectura.....	50
4.	Implementación de la arquitectura propuesta para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN	53
4.1.	Herramientas de integración.....	53
4.1.1.	NFC Contextual Learning	53
4.1.2.	NFC Contextual Learning Portlet.....	57

4.1.3. NFC Contextual Learning Applet	59
4.1.4. NFC Contextual Learning App	59
4.2. Relación de herramientas y escenarios	61
4.3. Selección de dispositivos.....	62
4.4. Conclusiones acerca de la implementación	63
5. Experimentación y resultados.....	65
5.1. Experiencia 1 - Docentes	66
5.2. Experiencia 2 - Docentes.....	72
5.3. Experiencia 3 - Estudiantes	79
5.4. Revisión del administrador de la plataforma EVA	89
5.5. Conclusiones	90
6. Conclusiones, contribuciones y trabajos futuros.....	91
6.1. Conclusiones	91
6.1.1. Conclusiones sobre el estado del arte	91
6.1.2. Conclusiones sobre la construcción de la arquitectura de referencia....	92
6.1.3. Conclusiones sobre la implementación de la arquitectura de referencia	93
6.1.4. Conclusiones sobre las experiencias realizadas en ambientes reales de aprendizaje	93
6.2. Contribuciones.....	94
6.2.1. Arquitectura de referencia	94
6.2.2. Herramientas de integración.....	94
6.2.3. Experiencias en un ambiente de aprendizaje real.....	95
6.3. Lecciones aprendidas.....	95
6.4. Trabajos futuros.....	96
Bibliografía.....	97
Anexo A. Manuales de la aplicación NFC contextual learning	103
A.1. Manual del administrador de la plataforma .LRN	103
A.2. Manual del profesor	110
A.3. Manual del estudiante.....	119
Anexo B. Instrumentos de las experiencias	125
B.1. Encuesta – Experiencias uno y dos	126
B.2. Encuesta – Experiencia 3	128
B.3. Diseño de la actividad “Museo FIET” – Experiencia 3.....	129
B.4. Diseño de la actividad “Descubriendo la central AXE” – Experiencia 3.....	134
B.5. Lista de chequeo – Experiencia cuatro	139

Listado de Figuras

1.1.	Etapas de desarrollo del proyecto.....	3
2.1.	Roadmap tecnológico de internet de objetos.	6
2.2.	Componentes de un sistema RFID.	9
2.3.	Tipos de interacción entre dispositivos NFC.	10
2.4.	Teléfonos con soporte NFC al 20 de agosto de 2011	10
3.1.	Entorno para la integración de actividades de aprendizaje contextual en sistemas LMS	18
3.2.	Modelo de objeto de aprendizaje aumentado	19
3.3.	Tipos de actividad de aprendizaje.....	20
3.4.	Acceso a la Internet en el espacio de aprendizaje	21
3.5.	Arquitectura de .LRN	24
3.6.	Estructura de un paquete OpenACS.....	25
3.7.	Proceso de una petición	27
3.8.	Estructura de usuarios y grupos en .LRN	29
3.9.	Estructura de comunidades en .LRN	29
3.10.	Arquitectura de Android	30
3.11.	Etiqueta NFC - 13.56 MHz.....	34
3.12.	Patrón de arquitectura Cliente – Servidor	35
3.13.	Descripción de arquitectura según Kruchten.....	36
3.14.	Diagrama de casos de uso de la arquitectura de referencia	37
3.15.	Diagrama de paquetes para las aplicaciones en el servidor	41
3.16.	Diagrama E-R de actividades de aprendizaje contextual	42
3.17.	Modelo de datos para el soporte actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN.....	43
3.18.	Diagrama de clases para el cliente móvil Android de .LRN.....	44
3.19.	Diagrama de paquetes para el cliente.....	44
3.20.	Diagrama de actividades de la arquitectura de referencia.....	45
3.21.	Diagrama de componentes de la arquitectura de referencia	46
3.22.	Estructura del componente “Aprendizaje contextual NFC”	47
3.23.	Diagrama de navegación web para actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN.....	48
3.24.	Diagrama de despliegue de la arquitectura de referencia	49
3.25.	Esquema general para integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN.....	50
4.1.	Lista de objetos de aprendizaje aumentado.....	54
4.2.	Crear objeto de aprendizaje aumentado	54

4.3.	Etiquetar objeto de aprendizaje aumentado.....	55
4.4.	Agregar recursos a un objeto de aprendizaje aumentado	55
4.5.	Lista de actividades de aprendizaje contextual	56
4.6.	Crear actividad de aprendizaje contextual	56
4.7.	Agregar objetos a una actividad de aprendizaje contextual.	57
4.8.	Registro de interacción de una actividad	57
4.9.	Portlet de administración de aprendizaje contextual	58
4.10.	Portlet de usuario de aprendizaje contextual	58
4.11.	Applet de aprendizaje contextual	59
4.12.	Accediendo a .LRN con dispositivo móvil	60
4.13.	Accediendo a una actividad con el dispositivo móvil	60
4.14.	Desarrollando una actividad con el dispositivo móvil	61
5.1.	Respuesta forma de crear un objeto de aprendizaje – Experiencia 1.....	68
5.2.	Respuesta forma de asignar una etiqueta a un objeto de aprendizaje – Experiencia 1	68
5.3.	Respuesta forma de agregar un recurso multimedia a un objeto de aprendizaje – Experiencia 1.....	69
5.4.	Respuesta forma de crear una actividad de aprendizaje – Experiencia 1.	69
5.5.	Respuesta forma de agregar un objeto de aprendizaje a una actividad – Experiencia 1.....	70
5.6.	Respuesta experiencia de interacción con la aplicación – Experiencia 1.....	70
5.7.	Respuesta experiencia de interacción del móvil con los objetos – Experiencia 1.....	71
5.8.	Respuesta uso de la herramienta en un curso – Experiencia 1.....	71
5.9.	Sala 326 del Departamento de Telemática – Experiencia 2.....	73
5.10.	Respuesta forma de crear un objeto de aprendizaje – Experiencia 2.....	75
5.11.	Respuesta forma de asignar una etiqueta a un objeto de aprendizaje – Experiencia 2.....	75
5.12.	Respuesta forma de agregar un recurso multimedia a un objeto de aprendizaje – Experiencia 2.....	76
5.13.	Respuesta forma de crear una actividad de aprendizaje – Experiencia 2	76
5.14.	Respuesta forma de agregar un objeto de aprendizaje a una actividad – Experiencia 2.....	77
5.15.	Respuesta experiencia de interacción con la aplicación – Experiencia 2	77
5.16.	Respuesta experiencia de interacción del móvil con los objetos – Experiencia 2.....	78
5.17.	Respuesta uso de la herramienta en un curso – Experiencia 2.....	78
5.18.	Espacio de aprendizaje de las actividades – Experiencia 3	80
5.19.	Espacio de aprendizaje del museo FIET.....	81
5.20.	Espacio de aprendizaje de la central AXE	81
5.21.	Introducción a la actividades a desarrollar – Experiencia 3.....	82

5.22.	Respuesta forma de hacer uso de los recursos multimedia – Experiencia 3.....	83
5.23.	Respuesta interacción con la aplicación – Experiencia 3.....	84
5.24.	Respuesta interacción del móvil con los objetos – Experiencia 3.....	84
5.25.	Respuesta desarrollo de la actividad de tipo secuencial – Experiencia 3.....	85
5.26.	Respuesta la aplicación como alternativa al aprendizaje tradicional – Experiencia 3.....	85
5.27.	Respuesta interés en que los docentes usen la aplicación en sus cursos – Experiencia 3.....	86
5.28.	Respuesta grado de satisfacción del estudiante – Experiencia 3.....	86
5.29.	Rutas más frecuentes en la actividad de aprendizaje contextual libre “Museo FIET” – Experiencia 3	87
5.30.	Ruta única en la actividad de aprendizaje contextual secuencial “Descubriendo la central AXE” – Experiencia 3	88

Listado de Tablas

2.1.	Comparación técnica de los sistemas LMS más desplegados	8
3.1.	Clases del paquete android.nfc.....	32
4.1.	Relación de herramientas y escenarios	62
4.2.	Características del equipo servidor	62
4.3.	Características del dispositivo móvil.	63
5.1.	Variables de facilidad de los procedimientos para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual – Experiencia 1	67
5.2.	Variables de experiencia de interacción en la aplicación “NFC Contextual Learning” – Experiencia 1	67
5.3.	Variable de aceptación de la aplicación “NFC Contextual Learning” – Experiencia 1	67
5.4.	Escenarios alternativos considerados por los docentes – Experiencia 1.....	72
5.5.	Variables de facilidad de los procedimientos para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual – Experiencia 2	74
5.6.	Variables de experiencia de interacción en la aplicación “NFC Contextual Learning” – Experiencia 2	74
5.7.	Variable de aceptación de la aplicación “NFC Contextual Learning” – Experiencia 2.....	74
5.8.	Escenarios alternativos considerados por los docentes – Experiencia 2.....	79
5.9.	Variables de aceptación de la aplicación – Experiencia 3.....	82
5.10.	Variables de experiencia de interacción en la aplicación – Experiencia 3.....	83

Capítulo 1

Introducción

El crecimiento de las redes de datos y del número de computadores personales a nivel mundial, favorecieron la creación de los primeros espacios virtuales de aprendizaje, ideados para superar limitaciones geográficas, aumentando la disponibilidad y el acceso a los recursos. Los sistemas de gestión del aprendizaje (*Learning Management System, LMS*), inicialmente permitían a sus usuarios acceder a herramientas educativas que poco a poco han evolucionado, apoyándose en paradigmas de aprendizaje móvil (*Mobile Learning, m-Learning*) [1] y ubicuo (*Ubiquitous Learning, u-Learning*) [2].

El aprendizaje móvil es visto como un complemento para los diferentes enfoques de la educación, en la medida que ofrece a los estudiantes mayor personalización y movilidad en comparación con los computadores de escritorio. Este concepto apareció hace ya algunos años y es claro que los dispositivos móviles se encuentran en un constante proceso de evolución, integrando nuevas tecnologías de comunicación y localización como Bluetooth, WIFI, GPS (*Global Positioning System*) y actualmente NFC (*Near Field Communication*) en la línea de los teléfonos inteligentes (*Smartphones*).

Por su parte, el aprendizaje ubicuo busca que el estudiante pueda adquirir conocimiento en cualquier lugar y en cualquier momento, gracias a la convergencia de diferentes tecnologías de localización, identificación y comunicación.

En este trabajo de grado se explora la posibilidad de integrar actividades de aprendizaje contextual en una plataforma LMS a través de dispositivos móviles con soporte NFC, tomando como referencia el modelo de internet de objetos (*Internet of Things, IoT*) [3], para enriquecer los espacios de aprendizaje virtual a través de nuevos escenarios de interacción.

1.1. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es proponer la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN (*dotLRN Learning Management System*) a través de dispositivos móviles Android con soporte NFC.

Como objetivos específicos se propone:

- Definir una arquitectura de referencia para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN a través de dispositivos móviles Android con soporte NFC.

- Implementar la arquitectura de referencia propuesta y seleccionar un conjunto de dispositivos para probar las herramientas desarrolladas.
- Evaluar la implementación de la arquitectura realizada en un ambiente de aprendizaje real.

1.2. Motivación

Existe la necesidad de explorar nuevos mecanismos que mejoren los procesos de enseñanza y aprendizaje en sistemas LMS. Es posible que a través de la incorporación de nuevas herramientas soportadas en tecnologías móviles y ubicuas, los educadores puedan promover y orientar la educación en la dirección correcta, especialmente en espacios de aprendizaje virtual, donde su efectividad es cuestionada constantemente. En este trabajo de grado se explora la integración de actividades aprendizaje contextual en sistemas LMS, creando diversos escenarios de interacción que involucran tanto al educador como al estudiante dentro y fuera de las aulas de clase.

1.3. Problema

En la actualidad, tecnologías de identificación y etiquetado como RFID (*Radio Frequency Identification*) [4], de localización como GPS y redes de sensores, permiten que objetos comunes adquieran la capacidad de almacenar información y comunicarse, para transformarse en “objetos inteligentes”, partícipes del paradigma de internet de objetos. Su introducción en espacios de aprendizaje [5], como alternativa de *u-Learning*, plantea la integración de metodologías de aprendizaje auto-direccionado y contextual en sistemas LMS, para ofrecer a los usuarios nuevas herramientas de enseñanza y aprendizaje. Es así que la incorporación de estas tecnologías en dispositivos móviles con un alto nivel de integración y conectividad ha favorecido la formulación de escenarios avanzados de aprendizaje electrónico.

Hasta ahora se han propuesto algunas aplicaciones de las tecnologías ubicuas RFID y GPS en contextos de aprendizaje específicos, limitándose a proveer contenidos relevantes al usuario de objetos etiquetados, que pueden ser accedidos desde dispositivos móviles. De momento no se ha evaluado la posibilidad de integrar actividades de aprendizaje contextual en sistemas LMS a través dispositivos móviles habilitados con NFC.

De manera específica, este trabajo pretende abordar esta integración, empleando dispositivos móviles Android con soporte NFC, debido al gran auge de este sistema operativo en el mercado actual [6] y la plataforma .LRN al ser uno de los sistemas de gestión del aprendizaje utilizados en la Universidad del Cauca¹.

Es así que se hace necesario definir una arquitectura de referencia para este fin. Con el objetivo de proporcionar una solución al problema planteado, surge la siguiente pregunta de investigación:

¹ <http://portal.unicauca.edu.co/versionP/plataformas-virtuales>

¿Cómo integrar actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN a través de dispositivos móviles Android con soporte NFC?

1.4. Hipótesis

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

Es posible integrar actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN a través de dispositivos móviles Android con soporte NFC, a partir de la construcción e implementación de una arquitectura de referencia.

Bajo esta suposición, la incorporación de nuevas metodologías de enseñanza en espacios de aprendizaje virtual, pueden mejorar la experiencia de profesores y estudiantes en los procesos transmisión del conocimiento.

1.5. Experimentación

Como parte de la experimentación, se tiene la implementación de actividades de aprendizaje contextual, diseñadas específicamente para estudiantes y docentes al interior de la Universidad del Cauca, para evaluar los escenarios de interacción. Se desarrolló un patrón de evaluación de estas experiencias para tener en cuenta su diseño, su aplicación, resultados experimentales y mediciones de carácter estadístico descriptivo.

1.6. Conclusiones y divulgación

Se realiza la síntesis de los resultados más relevantes, la recolección de experiencias, lecciones aprendidas y elementos para ser tenidos en cuenta a futuro. Como actividad de divulgación se lleva a cabo la publicación de un artículo donde se describe de manera precisa los logros alcanzados y las conclusiones del trabajo.

1.7. Metodología del trabajo de grado

El modelo para la investigación científica, ha sido tomado como referencia metodológica para este proyecto, la figura 1.1 muestra cada una de las diferentes etapas a desarrollar.

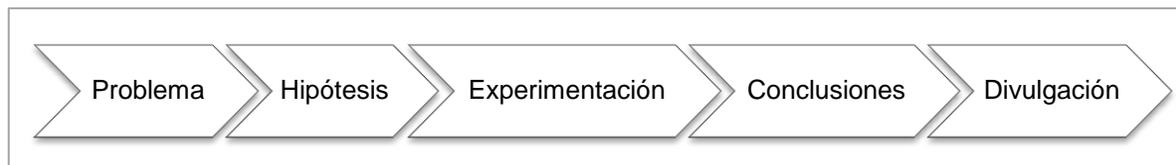


Figura 1.1: Etapas de desarrollo del proyecto. (Fuente propia).

Adicionalmente, se hace uso del “Modelo para la Investigación Documental” (MID) y el “Modelo para la Construcción de Soluciones” (MCS), componentes del “Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería” [7], como herramientas para la construcción de la

arquitectura de referencia de integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN a través de dispositivos móviles Android con soporte NFC.

1.8. Partes de la memoria

Este documento ha sido dividido de la siguiente forma:

- El capítulo 1 presenta la introducción, la definición del problema y la estructura general del desarrollo del trabajo de grado.
- El capítulo 2, denominado “Estado del Arte”, hace referencia a los conceptos, tecnologías y experiencias previas de otros investigadores acerca de aprendizaje contextual y las tecnologías habilitadoras.
- El capítulo 3, denominado “Arquitectura de referencia para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN”, aporta modelos conceptuales y arquitectónicos para la construcción de una solución oportuna.
- El capítulo 4, denominado “Implementación de la arquitectura propuesta para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN”, contiene una descripción de las herramientas que soportan la integración.
- El capítulo 5, denominado “Experimentación y Resultados”, evidencia las actividades realizadas, los elementos utilizados y cada uno de los resultados obtenidos con su respectivo análisis.
- El capítulo 6, presenta las conclusiones, lecciones aprendidas y trabajos futuros, producto del desarrollo de este trabajo de grado.
- Finalmente, los “Anexos” contienen los manuales de usuario de la aplicación desarrollada, así como los instrumentos utilizados en cada una de las experiencias llevadas a cabo.

Capítulo 2

Estado del Arte

Este capítulo recopila los aspectos conceptuales y tecnológicos sobre los cuales está fundamentado este trabajo de grado, al igual que presenta una serie de experiencias previas de otros autores que constituyen el cuerpo de conocimiento relacionado con las temáticas de esta investigación, para identificar límites y enfoques comunes, además de los posibles aportes. Para una mejor comprensión, el estado del arte ha sido dividido en:

- *Conceptos fundamentales:* se presentan términos relacionados con la tecnología al servicio de la educación. También se define internet de objetos como una visión ubicua del mundo bajo la cual se pueden proponer nuevos escenarios de aprendizaje.
- *Tecnologías relacionadas:* se describe un conjunto de tecnologías web, móviles y ubicuas consideradas para la definición del entorno tecnológico que soporta este trabajo de grado.
- *Trabajos relacionados:* se presenta un grupo de experiencias seleccionadas en aprendizaje móvil y ubicuo para definir la orientación inicial de este trabajo, al igual que los posibles aportes.

2.1. Conceptos fundamentales

2.1.1. Internet de objetos (*Internet of Things, IoT*)

Gracias a los avances tecnológicos y la visión ubicua de la red, en un futuro no muy lejano todo objeto de la vida diaria podrá estar presente de una forma u otra en la Internet, para brindarle al usuario información relevante. RFID y las redes de sensores se han convertido en los principales habilitadores tecnológicos de la internet de objetos, permitiendo el etiquetado y la detección de elementos del entorno [8]. En consecuencia, objetos cotidianos como vehículos, electrodomésticos, prendas de vestir o cualquier otro se convertirán en “objetos inteligentes” para interactuar en un ambiente donde la información y las comunicaciones se encuentran embebidas de forma invisible [9].

La ruta tecnológica (*Roadmap*) de la figura 2.1, destaca el tiempo, las características y aplicaciones de los hitos tecnológicos más significativos que hacen parte del proceso de evolución del concepto de internet de objetos. Cronológicamente, se observa cómo desde

hace algunos años el costo de algunas tecnologías ubicuas (GPS, RFID y NFC) ha empezado a disminuir, para dar paso a la aparición de aplicaciones de mercado vertical.

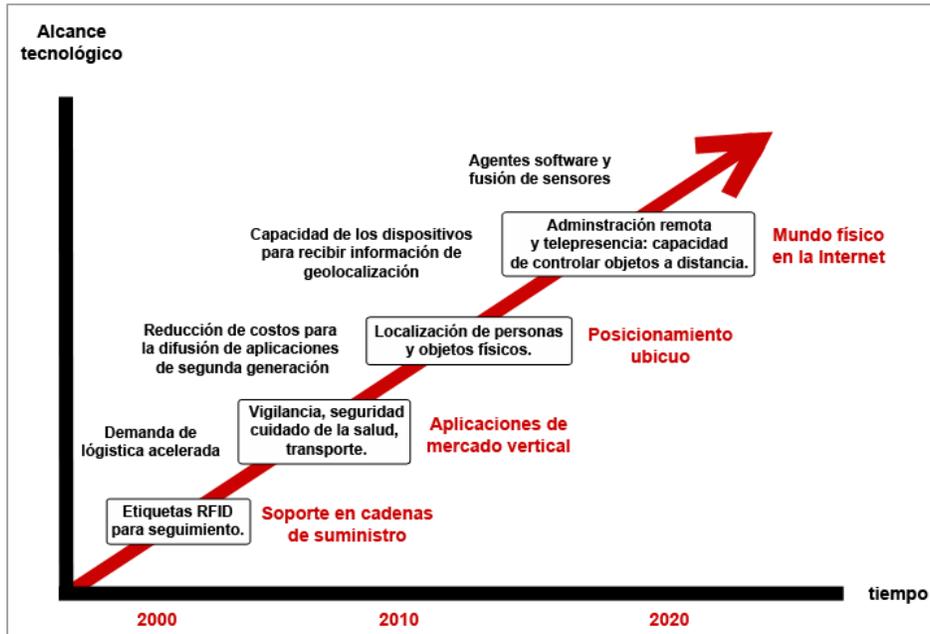


Figura 2.1: Roadmap tecnológico de internet de objetos. (Fuente Adaptado de [10]).

En la actualidad se evalúa la introducción de este concepto en diversas áreas, una de ellas la educación donde haciendo uso de tecnologías móviles y ubicuas se proponen nuevos escenarios de interacción para mejorar los procesos de aprendizaje.

2.1.2. Aprendizaje contextual (*Contextual Learning*)

El aprendizaje contextual es una metodología basada en actividades que permiten al estudiante procesar nueva información o conocimiento según el contexto físico en el que se encuentra [11], de tal forma que les da sentido en su propio marco de referencia. Por ejemplo: en un ambiente de aprendizaje tradicional, una visita a un jardín botánico, tendría un impacto diferente a realizar una actividad de consulta sobre las plantas en una biblioteca. Esta metodología abarca procesos de aprendizaje basados en estrategias de [12]:

- *Relación*: consiste en aprender en el contexto de las experiencias de la vida o de algún conocimiento preexistente.
- *Experimentación*: consiste en aprender en el contexto de exploración, descubrimiento e invención. Concretamente es aprender haciendo.
- *Aplicación*: consiste en aprender conceptos en el contexto de su puesta en práctica.
- *Cooperación*: consiste en aprender en el contexto de compartir experiencias e interactuar con otros aprendices.
- *Transferencia*: consiste en aprender a partir de la aplicación del conocimiento en nuevos contextos o nuevas situaciones, por lo general no abordadas en clase.

2.1.3. Aprendizaje electrónico (*Electronic Learning, e-Learning*)

Factores como la globalización, la evolución de las tecnologías y la constante necesidad del ser humano por aprender cosas nuevas, sin importar limitaciones geográficas, dieron paso a la creación de espacios virtuales de aprendizaje. E-learning no es sólo la versión electrónica del aprendizaje tradicional, también brinda soluciones a las necesidades de nuevas metodologías y procesos de formación, su objetivo principal es ofrecer una educación que se adapte al concepto “en cualquier lugar, en cualquier momento”.

E-Learning hace referencia a los procesos de enseñanza y aprendizaje desarrollados a través de Internet, identificados por la separación física entre profesorado y estudiantes. Implica la interacción continua, entre el alumno, el tutor y sus compañeros [13]. Este concepto evolucionó tras la aparición de la Web 2.0, para integrar nuevas herramientas de software social. E-learning 2.0 o social learning, da origen a nuevos servicios avanzados de aprendizaje soportados en comunidades virtuales, donde el proceso educativo se centra en la colaboración (aprendizaje en red, más allá de las aulas) y la interacción [14].

2.1.4. Aprendizaje móvil (*Mobile Learning, m-Learning*)

El aprendizaje móvil (*m-learning*) hace referencia a la incorporación de dispositivos móviles en los procesos de aprendizaje. Dispositivos como teléfonos celulares, asistentes personales (*Personal Digital Assistant, PDA*) o Tablet PCs permiten al estudiante tener acceso a los recursos y participar de actividades de aprendizaje aun cuando está en movimiento.

El aprendizaje móvil es dinámico y colaborativo pero también individual, puede operar en tiempo real, es integral y promueve la creación de comunidades de aprendizaje [15], lo que facilita al estudiante la adquisición de conocimiento según sus requerimientos y su disponibilidad, por lo que se considera un mecanismo flexible y eficiente para el proceso de la educación.

2.1.5. Aprendizaje ubicuo (*Ubiquitous Learning, u-Learning*)

El aprendizaje ubicuo es considerado una expansión de paradigmas anteriores como *e-learning* y *m-learning*, bajo este concepto se busca adquirir conocimiento en cualquier lugar y en cualquier momento, haciendo uso de tecnologías e infraestructura de computación ubicua [16]. Las principales características del aprendizaje ubicuo son [17]:

- *Permanencia*: la información se mantiene a menos que los estudiantes decidan eliminarla.
- *Accesibilidad*: la información siempre está disponible cuando los estudiantes necesitan usarla.
- *Inmediatez*: la información puede ser accedida de inmediato por los estudiantes.
- *Interactividad*: los estudiantes pueden interactuar con sus compañeros, profesores y expertos de manera eficiente y efectiva a través de diferentes medios de comunicación.

- *Contexto consciente*: el ambiente puede adaptarse a la situación real de los estudiantes para proporcionarles información relevante.

2.1.6. Sistema de gestión del aprendizaje (*Learning Management System, LMS*)

Un sistema de gestión del aprendizaje es un software en línea que permite administrar, documentar y monitorear programas de aprendizaje. A través de paradigmas como *e-learning*, *m-learning* y *u-learning* se evalúa la posibilidad de incorporar diferentes tecnologías de la información y las comunicaciones en procesos de aprendizaje presencial y a distancia, para superar dificultades como la disponibilidad de los recursos y el acceso físico a las aulas [18].

Los LMS se encuentran en el núcleo de los sistemas de *e-learning*, proporcionan un conjunto de herramientas y servicios educativos para gestionar a los alumnos y los contenidos de aprendizaje. A nivel técnico, aspectos como el tiempo de despliegue, el rendimiento, la escalabilidad y las tecnologías de desarrollo establecen un referente para la comparación de las plataformas de aprendizaje.

		Blackboard [19]	.LRN [20]	Moodle [21]
Tipo de sistema		privativo	código abierto	código abierto
Tecnologías de implementación	O.S	Windows Linux Mac OS	Windows Linux Mac OS	Windows Linux Mac OS
	Tecnología Web	JEE .NET	TCL	PHP
	Servidor Web	Apache Tomcat IIS	AOLserver	Apache
	Bases de datos	ORACLE SQL SERVER	ORACLE, POSTGRES	MySQL
Tiempo de despliegue		alto	medio	medio
Rendimiento		medio	alto	medio
Escalabilidad		alto	alto	medio

Tabla 2.1. Comparación técnica de los sistemas LMS más desplegados. (Fuente propia).

La tabla 2.1 ofrece una comparación técnica de tres plataformas de aprendizaje ampliamente desplegadas a nivel mundial. Es relevante destacar que gracias a su arquitectura modular, estas plataformas han evolucionado adaptándose a las tecnologías actuales y a los nuevos requerimientos de los usuarios.

2.2. Tecnologías relacionadas

2.2.1. RFID

RFID, siglas de *Radio Frequency Identification*, en español Identificación por Radiofrecuencia, es una tecnología inalámbrica de comunicación utilizada para identificar

objetos etiquetados. Gracias a la convergencia de algunas áreas de investigación como la electrónica de radiofrecuencia, tecnologías de la información y la ingeniería de materiales se logró reducir el costo de las etiquetas RFID, al punto de considerarlas una alternativa para los códigos de barras [22]. Desde entonces se han realizado grandes esfuerzos para estandarizar esta tecnología.

Un sistema RFID se compone fundamentalmente de tres elementos (figura 2.2):

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

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

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

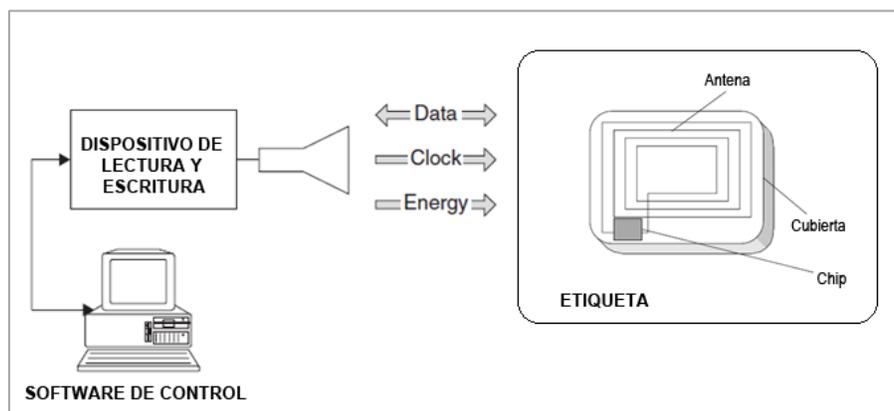


Figura 2.2: Componentes de un sistema RFID. (Fuente: adaptado de [23]).

En los últimos diez años se han desarrollado aplicaciones basadas en RFID para la industria automotriz, la industria militar, el cuidado de la salud, la educación, pagos y transacciones, ventas al por menor, sistemas de transporte, sistemas almacenamiento y distribución, entre otros [24].

En comparación con tecnologías similares, su proceso de estandarización y salida al mercado ha sido mucho más rápido. Es de esperar que RFID sea aplicado en otros sectores en la medida que aumente la disponibilidad de dispositivos lectores y etiquetas de bajo costo en el mercado.

2.2.2. NFC

NFC siglas de *Near Field Communication*, es una tecnología inalámbrica de corto alcance, que permite el intercambio de información entre dispositivos lectores y etiquetas pasivas en la banda de frecuencias de 13.6 MHz [25]. Ha sido incorporada en varios dispositivos de usuario como PDAs, teléfonos móviles e incluso televisores.

NFC Forum², una organización de promoción y estandarización, ha especificado una arquitectura general para dispositivos finales de usuario como tarjetas inteligentes y teléfonos móviles [26]. En la figura 2.3, se observa que esta tecnología amplía el escenario principal de interacción lector – etiqueta, permitiendo la comunicación directa entre dispositivos activos.

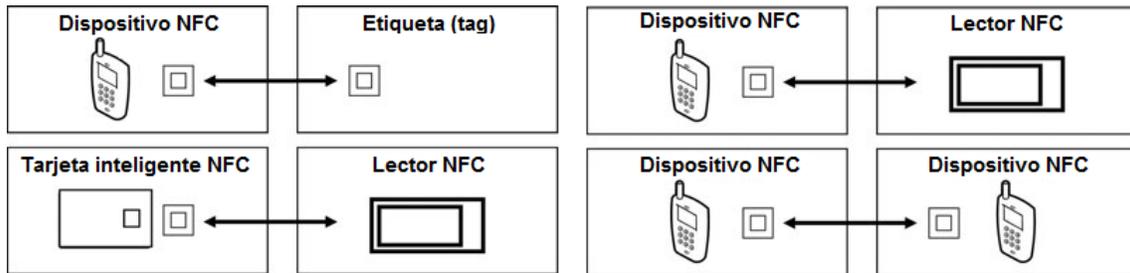


Figura 2.3: Tipos de interacción entre dispositivos NFC. (Fuente: adaptado de [27]).

En cuanto a teléfonos móviles, Nokia incluyó en las series 3220 (2004), 6131 (2007) y 6212 (2008) un dispositivo de lectura y escritura NFC [28]. En diciembre de 2010 Samsung lanzó oficialmente al mercado el primer Smartphone con soporte NFC, denominado Samsung Google Nexus S, el siguiente fue el Nokia C7 con un chip NFC no funcional, habilitado mediante una actualización de sistema operativo [29].



Figura 2.4: Teléfonos con soporte NFC al 20 de agosto de 2011. (Fuente propia).

² <http://www.nfc-forum.org>

RIM también ha ingresado al mercado de la tecnología NFC con las series BlackBerry Bold 9900 y 9930 (figura 2.4). Se espera que en el transcurso de lo que resta de 2011 y el 2012 se anuncien teléfonos de Apple, Sony Ericsson y otros fabricantes [30].

2.2.3. Android

Android es un sistema operativo para dispositivos móviles basado en Linux [31], inicialmente desarrollado por Android Inc, una firma adquirida por Google en 2005. Este sistema ha sido adoptado por fabricantes como Samsung, Sony Ericsson, HTC y LG, alcanzando en el primer trimestre de 2011 una participación en el mercado del 33%, seguido por Symbian, Apple iOS, BlackBerry OS y Windows Phone 7 con participaciones de 31%, 16.2%, 14.6% y 3.1% respectivamente [32].

La principal ventaja de Android sobre los demás sistemas operativos, es que ofrece a los desarrolladores una plataforma completa y totalmente abierta, para explotar a fondo todas las características de los dispositivos. Vale la pena resaltar que Android fue el primer sistema operativo para Smartphones en proveer un API (*Application Programming Interface*) para desarrollar aplicaciones con soporte NFC, específicamente a través de una estructura de datos NDEF (*NFC Data Exchange Format*) [33], que soporta tecnologías de diferentes fabricantes de etiquetas.

2.2.4. Servidor de aplicaciones Open ACS

OpenACS (*Open Architecture Community System*) es una plataforma de aplicaciones web diseñada para sitios de comunidades de alto tráfico. A finales de la década de 1990, la compañía ArsDigita creó un kit de herramientas de código abierto llamado ACS (*ArsDigita Community System*), orientado a la construcción de sitios web de comunidades.

En su versión inicial, ACS utilizaba la base de datos ORACLE [34] y el servidor web AOLServer [35], sin embargo en las versiones siguientes se realizaron esfuerzos para integrar PostgreSQL, que a diferencia de ORACLE es de código abierto, el nombre de este proyecto fue ACS/pg, finalmente se denominó OpenACS. Entre las fortalezas de este se destacan [36]:

- Una arquitectura probada, orientada a componentes de alto rendimiento.
- Diseñado para ser escalable.
- Probado en ambientes reales, sitios con más de 40.000 usuarios.
- Comunidades de soporte.
- Documentación constantemente en crecimiento.

2.2.5. .LRN

.LRN es una aplicación de código abierto basada en OpenACS, para el soporte de aprendizaje electrónico y comunidades virtuales. Incluye un conjunto extendido de herramientas: calificaciones, calendario, plan de estudios, foros, gestión de proyectos, encuestas, blogs, noticias, seguimiento a usuarios, almacenamiento de archivos, entre otros.

Este sistema es utilizado en todo el mundo por reconocidas organizaciones y universidades [37] como MIT Sloan (Massachusetts, Estados Unidos), Harvard University Kennedy School of Government (Massachusetts, Estados Unidos), Universidad de Bergen (Noruega), Universidad de Heidelberg (Alemania), Universidad de Valencia (España), UCLA School of Medicine (California, Estados Unidos), Universidad de Galileo (Guatemala) y la Universidad del Cauca (plataforma EVA [38]). Ha tenido una gran aceptación gracias a su facilidad de implementación, robustez, escalabilidad y demás características heredadas de OpenACS.

2.3. Trabajos relacionados

Se ha seleccionado un grupo de trabajos realizados en aprendizaje móvil y ubicuo que se considera pueden aportar al desarrollo de este trabajo de grado. Para su descripción se hará uso de un patrón que incluye:

- *Nombre*: nombre completo de la publicación.
- *Año*: año de la publicación.
- *Áreas de aplicación*: paradigmas de aprendizaje usados.
- *Tecnologías*: tecnologías y dispositivos de soporte.
- *Aportes*: aportes significativos relacionados con el objetivo de este trabajo de grado.

Después de revisar los trabajos relacionados, se concluirá acerca de las de brechas encontradas, para establecer el alcance esta investigación.

2.3.1. Integración y experiencia de internet de objetos en e-learning [39]

Año: 2009.

Áreas de aplicación: m-learning y u-learning.

Tecnologías: RFID, NFC, EPC, .LRN.

Aportes: Presenta una propuesta de integración de “Internet de objetos” e infraestructuras de e-learning. Analiza la interacción de “objetos de aprendizaje aumentado” (OA), y actividades de aprendizaje en plataformas LMS. Implementa un escenario de aprendizaje contextual en modo “fuera de línea”. Hace una propuesta técnica para acceder a contenidos en la plataforma .LRN utilizando un teléfono móvil habilitado con NFC considerando escenarios “en línea” a través del micro navegador y “fuera de línea” a partir de un repositorio de contenidos almacenados en el dispositivo.

2.3.2. Developing a mobile learning system to community-based learning for rural elementary school students [40]

Año: 2010.

Áreas de aplicación: m-learning y u-learning.

Tecnologías: RFID, Moodle, PDA.

Aportes: Propone la integración de tecnologías RFID y asistentes personales digitales (PDAs) para diseñar un sistema de “aprendizaje situado” (*Situated Learning*) para actividades fuera de las aulas de clase. Implementa el módulo CLE (*Conceptual Learning Environment*) en la plataforma Moodle que por medio de actividades de aprendizaje dentro y fuera del aula de clase permite al estudiante acceder a contenidos identificados con etiquetas RFID. El profesor puede gestionar los contenidos en la plataforma desde un computador o un PDA.

2.3.3. Using the RFIDs to construct the ubiquitous self-learning environment for understanding the plants in the schoolyard [41]

Año: 2008.

Áreas de aplicación: u-learning.

Tecnologías: RFID, LMS, PDA.

Aportes: Utiliza la tecnología RFID para construir un ambiente de aprendizaje ubicuo. Propone un sistema de aprendizaje con tres capas definidas: la primera compuesta por “objetos inteligentes” distribuidos en un espacio de aprendizaje, la segunda por dispositivos y aplicaciones de lectura RFID y la tercera por un sistema de gestión de contenidos de aprendizaje (*Learning Content Management System, LCMS*). Expone un caso de estudio en espacios de aprendizaje fuera del aula de clase a través del descubrimiento de plantas.

2.3.4. M2Learn: Framework abierto para el desarrollo de aplicaciones para el aprendizaje móvil y ubicuo [42]

Año: 2010.

Áreas de aplicación: m-learning y u-learning.

Tecnologías: RFID, NFC, GPS, WIFI, LMS, Moodle, M2Learn.

Aportes: Introduce M2Learn como un Framework para el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje móvil y ubicuo que permite simplificar la gestión de tecnologías de localización como GPS, tecnologías de identificación como RFID y la interoperabilidad con plataformas de aprendizaje. Implementa dos aplicaciones sensibles al contexto utilizando el Framework M2Learn y dispositivos móviles con GPS.

2.3.5. Discovering the campus together: A mobile and computer-based learning experience [43]

Año: 2011.

Áreas de aplicación: m-learning y u-learning.

Tecnologías: RFID, NFC, J2ME, Moodle.

Aportes: Plantea un escenario de descubrimiento de un campus universitario a través de etiquetas NFC distribuidas estratégicamente. Integra el escenario de descubrimiento en la plataforma Moodle como un mecanismo de aprendizaje colaborativo. Evalúa el conocimiento adquirido por los estudiantes en la actividad de descubrimiento a través de un cuestionario en línea en la plataforma Moodle.

2.3.6. Integrate handheld device and RFID to support context awareness environment for outdoor inquiry learning activity [44]

Año: 2010.

Áreas de aplicación: m-learning y u-learning.

Tecnologías: RFID, u-LMS, PDA.

Aportes: Realiza un estudio comparativo de actividades de aprendizaje investigativo en ambientes tradicionales y ambientes ubicuos, particularmente este ambiente de aprendizaje ubicuo consiste de plantas acuáticas con etiquetas RFID. Los estudiantes acceden a información de las plantas a través de un PDA conectado a una red inalámbrica.

2.3.7. Early infrastructure of an internet of things in spaces for learning [45]

Año: 2008.

Áreas de aplicación: m-learning y u-learning.

Tecnologías: RFID, NFC, J2ME.

Aportes: Plantea una arquitectura básica de interacción de la “Internet de objetos” (IoT) en espacios de aprendizaje. En esta infraestructura un dispositivo móvil con lector NFC incorporado (Nokia 6131) interactúa con un “objeto inteligente” (objeto etiquetado con NFC) a través de una aplicación J2ME para obtener información del objeto y su contexto. Propone aplicaciones como “touching note” que permite almacenar notas de texto en una etiqueta NFC leídas por un profesor, “touching campus” que permite obtener información de interés y localización en lugares específicos de un campus.

2.3.8. A location-aware mobile learning system to provide field learning guidance for natural science courses [46]

Año: 2010.

Áreas de aplicación: m-learning y u-learning.

Tecnologías: RFID, PDA.

Aportes: Plantea que a los estudiantes les puede interesar utilizar sus dispositivos móviles para aprender en contextos reales. El lector de RFID incorporado en el asistente personal (PDA) permite acceder a los contenidos solicitados a través de una red inalámbrica. Las actividades de aprendizaje se diseñan de tal forma que el estudiante se enfoca en los aspectos que el instructor está interesado en destacar.

2.3.9. The ubiquitous museum learning environment: Concept, design, implementation, and a case study [47]

Año: 2006.

Áreas de aplicación: u-learning.

Tecnologías: RFID, PDA.

Aportes: Plantea un ambiente de aprendizaje ubicuo para un museo incorporando etiquetas RFID en objetos de aprendizaje. Los contenidos de aprendizaje y su relación con las etiquetas son gestionados por medio de una aplicación instalada en el computador

portátil del instructor. El lector de RFID incorporado en el PDA permite acceder a los contenidos solicitados.

2.3.10. Otros trabajos

Fueron analizados otros trabajos con aportes que no se encuentran relacionados directamente con los objetivos de este trabajo de grado pero que abordan conceptos como internet de objetos, aprendizaje electrónico, móvil y ubicuo:

- En [48-50] se encontraron ideas generales de internet de objetos y aplicaciones de NFC en diferentes escenarios de seguimiento e identificación de objetos físicos.
- De [51-53] se revisó el proceso de evolución de los espacios de aprendizaje soportados en tecnologías móviles y ubicuas. Se observó que en los escenarios fuera del aula de clase, el estudiante interactúa limitadamente con su entorno.

2.4. Conclusiones del estado del arte

A partir de los conceptos, tecnologías y trabajos recopilados en el estado del arte se puede concluir:

- Para el desarrollo de este trabajo de grado se ha elegido .LRN como sistema LMS, ya que ofrece el soporte necesario, no sólo por ser un sistema de código abierto, sino también por su arquitectura que permite la implementación nuevas aplicaciones y la reutilización de componentes.
- Las metodologías de enseñanza basadas en actividades de aprendizaje contextual han demostrado ser muy eficientes en espacios de aprendizaje tradicionales. La integración de estas metodologías en sistemas de gestión del aprendizaje, implica la construcción de un modelo de referencia centrado en interacción del estudiante con objetos de aprendizaje aumentados electrónicamente.
- Las tecnologías móviles y ubicuas puestas al servicio de la educación pueden mejorar el proceso de aprendizaje. Hasta el momento, los trabajos aquí recopilados muestran que es posible proponer experiencias basadas en objetos inteligentes distribuidos en espacios físicos de aprendizaje.
- En un inicio, los dispositivos móviles Android superan las limitaciones de comunicación y despliegue de información de los PDAs y teléfonos celulares empleados en las experiencias [39-47]. Bajo esta consideración, es posible proponer una arquitectura referencia para integrar actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN centrada en la movilidad y la experiencia de usuario.
- Debido a la tendencia actual de los fabricantes de dispositivos móviles, en este trabajo de grado, se empleará NFC y Smartphones Android con capacidades de procesamiento, comunicación y despliegue de información superiores a los PDAs, y teléfonos empleados en trabajos previos.
- Se encontró que los trabajos relacionados son pocos y muy recientes, factor que determina el carácter innovador de la investigación a desarrollar.

Capítulo 3

Arquitectura de referencia para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN

Una arquitectura de referencia envuelve un conjunto de lineamientos, reglas y patrones que restringen el diseño y la implementación de un sistema software [54]. A través de una arquitectura se logra descomponer un sistema en módulos, identificado las funciones de cada parte con el fin de proveer una vista estructural de alto nivel que facilite la comprensión del sistema y su comportamiento dinámico. Como aporte para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN se propone una arquitectura de referencia que incluye:

- *Modelo de referencia:* presenta una conceptualización del problema, basada en objetos de aprendizaje aumentado localizados en espacios físicos y en un conjunto de escenarios para modelar la interacción de los usuarios con el sistema.
- *Recuperación de arquitectura:* en este trabajo de grado, existen dos restricciones tecnológicas, en primer lugar, la integración debe realizarse en la plataforma .LRN; en segundo lugar, debe hacerse empleando dispositivos móviles Android con soporte NFC. Por tal razón, se hará una reconstrucción de arquitectura para identificar las implicaciones de estas restricciones en el proceso de diseño.
- *Descripción de la arquitectura:* existen diferentes aproximaciones para describir arquitecturas de software. Para describir la arquitectura propuesta, será utilizado el modelo de vistas 4+1 del Proceso Unificado de Desarrollo (*Rational Unified Process, RUP*) [55].

3.1. Modelo de referencia de actividades de aprendizaje contextual

La tecnología NFC incorporada en dispositivos móviles Android habilita la creación de nuevos escenarios de aprendizaje electrónico. El usuario adquiere la capacidad de desplazarse en espacios físicos que contienen objetos con información relevante dentro del contexto de una actividad, que ha sido diseñada por el profesor para que el estudiante

establezca relaciones de valor entre los conceptos de aprendizaje y su aplicación. El modelo de referencia para actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN se basa en un entorno de aprendizaje con dos características esenciales:

- *Movilidad*: entendida como la posibilidad de permanecer conectado a la plataforma LMS cuando el estudiante no se encuentra fijo dentro del espacio físico de aprendizaje.
- *Ubicuidad*: entendida como la posibilidad de vincular objetos que existen físicamente en un espacio de aprendizaje con información relevante que se encuentra dentro de la plataforma LMS.

La figura 3.1, ilustra el entorno tecnológico apropiado para integrar actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN. En la capa 1 (dispositivos de acceso) se encuentran *Smartphones* y *Tablet PCs* Android con soporte NFC, en la segunda capa (espacios de aprendizaje) se localizan los espacios físicos donde se lleva a cabo la actividad y en la tercera capa (Internet) se encuentran el LMS y los proveedores que soportan diferentes tipos de contenido multimedia (texto, imagen, sonido y streaming de video) compatibles con el tamaño de pantalla de los dispositivos de acceso.



Figura 3.1: Entorno para la integración de actividades de aprendizaje contextual en sistemas LMS. (Fuente propia).

Teniendo en cuenta la recopilación de conceptos y trabajos de otros autores, realizada en el estado del arte, esta propuesta establece un modelo de interacción basado en:

- Objeto de aprendizaje aumentado
- Espacio de aprendizaje
- Actividad de aprendizaje contextual
- Acceso a la internet en el espacio de aprendizaje

3.1.1. Objeto de aprendizaje aumentado (*Augmented Learning Object, ALO*)

En el contexto de e-learning tradicional, un objeto de aprendizaje hace referencia a recursos digitales (archivos de audio, video, java applets, etc.) empleados para construir actividades de aprendizaje. Al aplicar el concepto de aprendizaje móvil y especialmente ubicuo a estos escenarios, se busca mejorar la experiencia del estudiante ubicándolo en entornos de aprendizaje con objetos reales que contienen información embebida gracias a su realidad aumentada electrónicamente. En este caso, los objetos son etiquetados por referencia con la tecnología NFC, permitiendo su integración en el LMS. Un objeto es reutilizable, puede hacer parte de varias actividades al mismo tiempo y puede tener diferentes significados en cada una.



Figura 3.2: Modelo de objeto de aprendizaje aumentado. (Fuente propia).

3.1.2. Espacio de aprendizaje

El espacio de aprendizaje es el lugar físico donde se desarrolla la actividad de aprendizaje contextual, en él, se encuentran distribuidos los objetos de aprendizaje aumentado. Un espacio de aprendizaje puede existir dentro o fuera del aula de clase y puede contener objetos no etiquetados que facilitan la contextualización del conocimiento a través del establecimiento de relaciones entre los objetos etiquetados y su entorno.

3.1.3. Actividad de aprendizaje (*Contextual Learning Activity, CLA*)

Con las actividades de aprendizaje contextual se busca que el estudiante adquiera conocimiento a través de la contextualización de conceptos en un entorno de aprendizaje real. Al aplicar este concepto en un sistema LMS, se hace necesario contar con tecnologías que habiliten la creación de escenarios de interacción entre el estudiante, el profesor y los objetos de aprendizaje. Para el desarrollo de este trabajo se considera que

los dispositivos móviles Android con soporte NFC ofrecen la movilidad y la ubicuidad necesaria para hacer realidad esta propuesta.

Los sistemas LMS cuentan con una estructura orientada a la creación de comunidades, una comunidad puede ser una clase o un club. Cada clase tiene al menos un responsable o administrador y un grupo de estudiantes que comparten el mismo espacio de aprendizaje virtual. En consecuencia, las actividades de aprendizaje contextual deben integrarse al LMS como un recurso educativo de las comunidades.

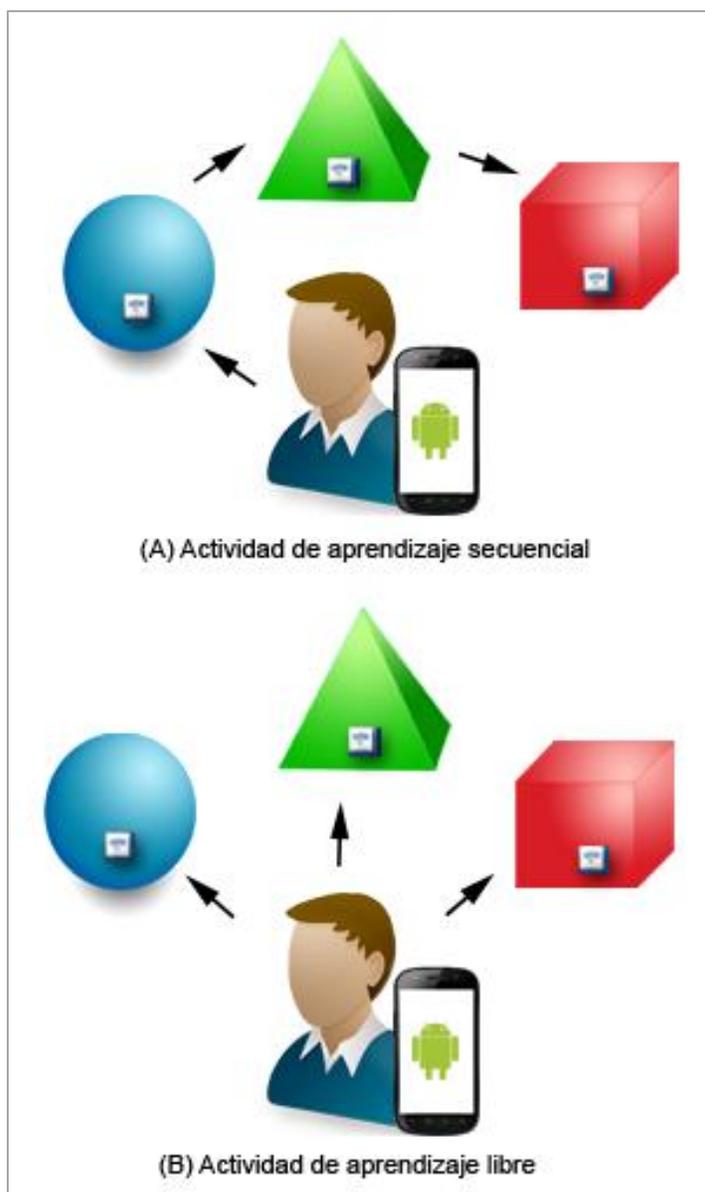


Figura 3.3: Tipos de actividad de aprendizaje. (Fuente propia).

El profesor, como administrador de la clase, crea la actividad de aprendizaje contextual a partir de objetos de aprendizaje aumentado. Una actividad puede ser secuencial o libre; en el primer caso el estudiante debe descubrir los objetos en forma ordenada (figura 3.3 A), en el segundo caso no importa el orden (figura 3.3 B). Finalmente el profesor tiene acceso

al registro de interacción para revisar el desarrollo de la actividad y evaluar a los estudiantes.

3.1.4. Acceso a internet en el espacio de aprendizaje

Al considerar que la cobertura de las redes WIFI en los entornos de aprendizaje cada vez es mayor, para el desarrollo de este trabajo de grado, más que una restricción, es un requisito que el espacio físico donde tiene lugar la actividad de aprendizaje contextual cuente con acceso a Internet.

Para el desarrollo de una actividad de aprendizaje contextual, el estudiante ingresa en el espacio de aprendizaje e interactúa con los objetos ahí localizados (figura 3.4). Cuando el usuario toca un objeto, el dispositivo móvil accede a la plataforma LMS bajo un modelo cliente servidor para obtener información a partir del identificador único de la etiqueta NFC. Los recursos multimedia del objeto pueden estar en el LMS o en servidores dedicados a alojar contenidos en la red.

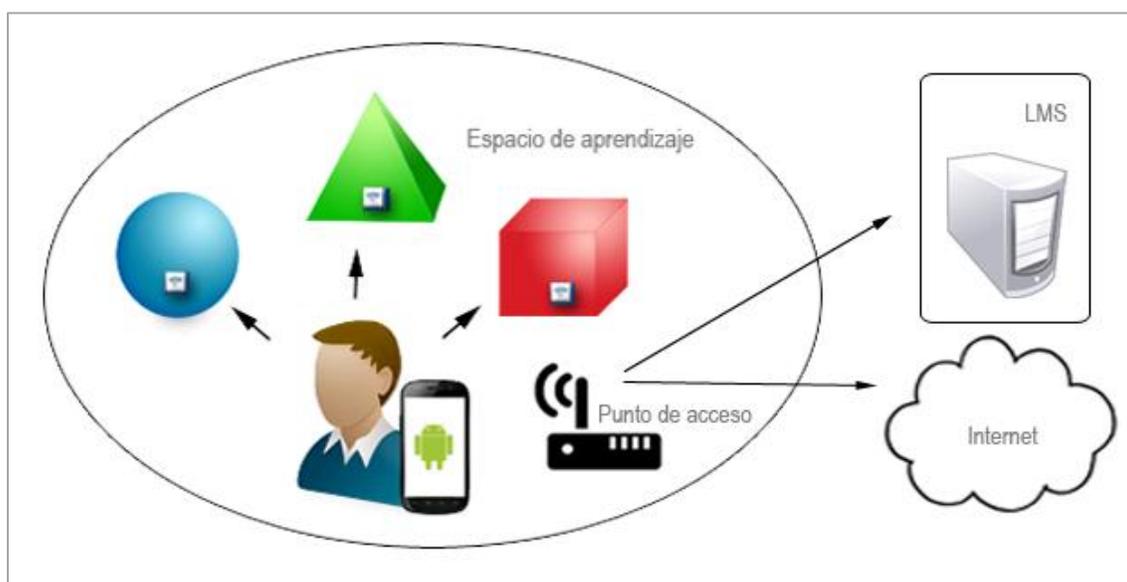


Figura 3.4: Acceso a la Internet en el espacio de aprendizaje. (Fuente propia).

Existe la posibilidad de partir desde un modelo desconectado, en el cual, los contenidos de los objetos de una actividad de aprendizaje se encuentran almacenados en el dispositivo móvil mediante un proceso de sincronización previo al inicio de la actividad. Para el desarrollo de este trabajo no se considera este modelo por las siguientes razones:

- El modelo desconectado no se adapta a la arquitectura base del LMS, ya que las sesiones de usuario no existen en la plataforma y las peticiones no son direccionadas al servidor.
- Los dispositivos móviles Android cuentan con tecnologías de acceso a redes inalámbricas y navegadores que soportan todo tipo de tecnologías Web tomando ventaja de entornos donde la cobertura de la red es aceptable.
- En general, los sistemas LMS no incluyen editores de contenido para dispositivos móviles, por esta razón es posible que para ofrecer una buena experiencia de

usuario y para hacer más flexible el sistema sea necesario utilizar sitios en la red dedicados a alojar contenidos.

3.1.5. Escenarios de interacción

La integración de actividades de aprendizaje contextual en una plataforma LMS a través de tecnologías móviles y ubicuas implica proponer nuevos escenarios de interacción donde intervienen docentes y estudiantes. Los escenarios son considerados una herramienta para modelar y asimilar los requerimientos para la construcción de un sistema [56]. Para su descripción se hará uso de un patrón que incluye:

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

3.1.5.1. Escenario de gestión de objetos de aprendizaje aumentado

Objetivo principal: gestionar los objetos de aprendizaje.

Lugar: oficina del profesor.

Actor: un profesor.

Requisitos técnicos: un computador con acceso a .LRN, etiquetas NFC.

Condiciones iniciales: ninguna.

Descripción: el profesor inicia sesión en la plataforma .LRN, posteriormente accede a uno de los cursos o clubes en los cuales ha sido asignado como tutor. En la sección de administración de actividades de aprendizaje contextual encuentra un enlace que lo lleva a la página de gestión de objetos de aprendizaje. Aquí, el profesor podrá crear, editar, revisar o eliminar sus objetos. Para crear un objeto el sistema le solicita información básica como el nombre y la descripción, luego lo etiqueta ingresando el identificador único de un tag NFC y finalmente le asigna un conjunto de recursos multimedia.

3.1.5.2. Escenario de formulación de actividad de aprendizaje contextual

Objetivo principal: crear una actividad de aprendizaje.

Lugar: oficina del profesor.

Actor: un profesor.

Requisitos técnicos: un computador con acceso a .LRN.

Condiciones iniciales: uno o más objetos de aprendizaje creados.

Descripción: el profesor inicia sesión en la plataforma .LRN utilizando el computador, posteriormente accede a uno de los cursos o clubes en los cuales ha sido asignado como tutor. En la sección de administración de actividades de aprendizaje contextual encuentra

un enlace que lo lleva a la página de gestión. Para crear una actividad el sistema le pide que ingrese información básica como el nombre, la descripción, la ubicación y el tipo. A continuación accede a la sección de objetos de la actividad donde debe seleccionar cuáles objetos desea agregar a la actividad y en qué orden, en caso de que la actividad sea de tipo secuencial. Finalmente el profesor pone en curso la actividad haciéndola accesible a los estudiantes.

3.1.5.3. Escenario de aplicación de actividad de aprendizaje contextual

Objetivo principal: desarrollar una actividad de aprendizaje contextual.

Lugar: espacio de aprendizaje definido en la actividad.

Actor: un estudiante.

Requisitos técnicos: un dispositivo móvil Android con soporte NFC, acceso a .LRN a través de una red inalámbrica en el espacio de aprendizaje.

Condiciones iniciales: una actividad de aprendizaje en progreso con sus objetos distribuidos en el espacio de aprendizaje.

Descripción: el estudiante inicia sesión en la plataforma .LRN de la universidad utilizando una aplicación de su dispositivo móvil, luego selecciona un curso y el sistema le ofrece las actividades disponibles. Después de seleccionar una de las actividades puede observar información como su descripción, ubicación, estado y el número de objetos ha descubierto hasta el momento. Si la actividad se encuentra en progreso el sistema le permitirá empezar la actividad. Finalmente el estudiante empieza a desplazarse en el espacio de aprendizaje para descubrir los objetos de la actividad y acceder sus recursos.

3.1.5.4. Escenario de revisión de actividad de aprendizaje contextual

Objetivo principal: revisar el desarrollo de una actividad de aprendizaje.

Lugar: oficina del profesor.

Actor: un profesor.

Requisitos técnicos: un computador con acceso a .LRN.

Condiciones iniciales: una actividad de aprendizaje en progreso o completada.

Descripción: el profesor inicia sesión en la plataforma .LRN, luego selecciona una actividad de aprendizaje que se encuentre en progreso o completada y accede a la sección de registro para analizar y evaluar la interacción de los usuarios con los objetos.

3.2. Recuperación de Arquitectura

El objetivo principal del procedimiento de recuperación de arquitectura es definir lineamientos clave para orientar el diseño de la arquitectura de referencia en la dirección correcta. Esta recuperación comprende:

- *.LRN:* como sistema de gestión del aprendizaje seleccionado para la integración.
- *Android:* como sistema operativo para móviles que soporta la tecnología NFC.
- *Patrones de arquitectura:* para identificar el esquema general de organización estructural en el cual se debe realizar la integración.

3.2.1. .LRN

Como se especificó en la sección de estado del arte, .LRN es un sistema de código abierto basado en OpenACS. En comparación con otros LMS, .LRN es más robusto escalable y fácil de implementar. Sin embargo, la principal característica, por la cual fue seleccionado para la integración de actividades de aprendizaje contextual, es que su arquitectura (figura 3.5) incluye un Framework para desarrollar aplicaciones.

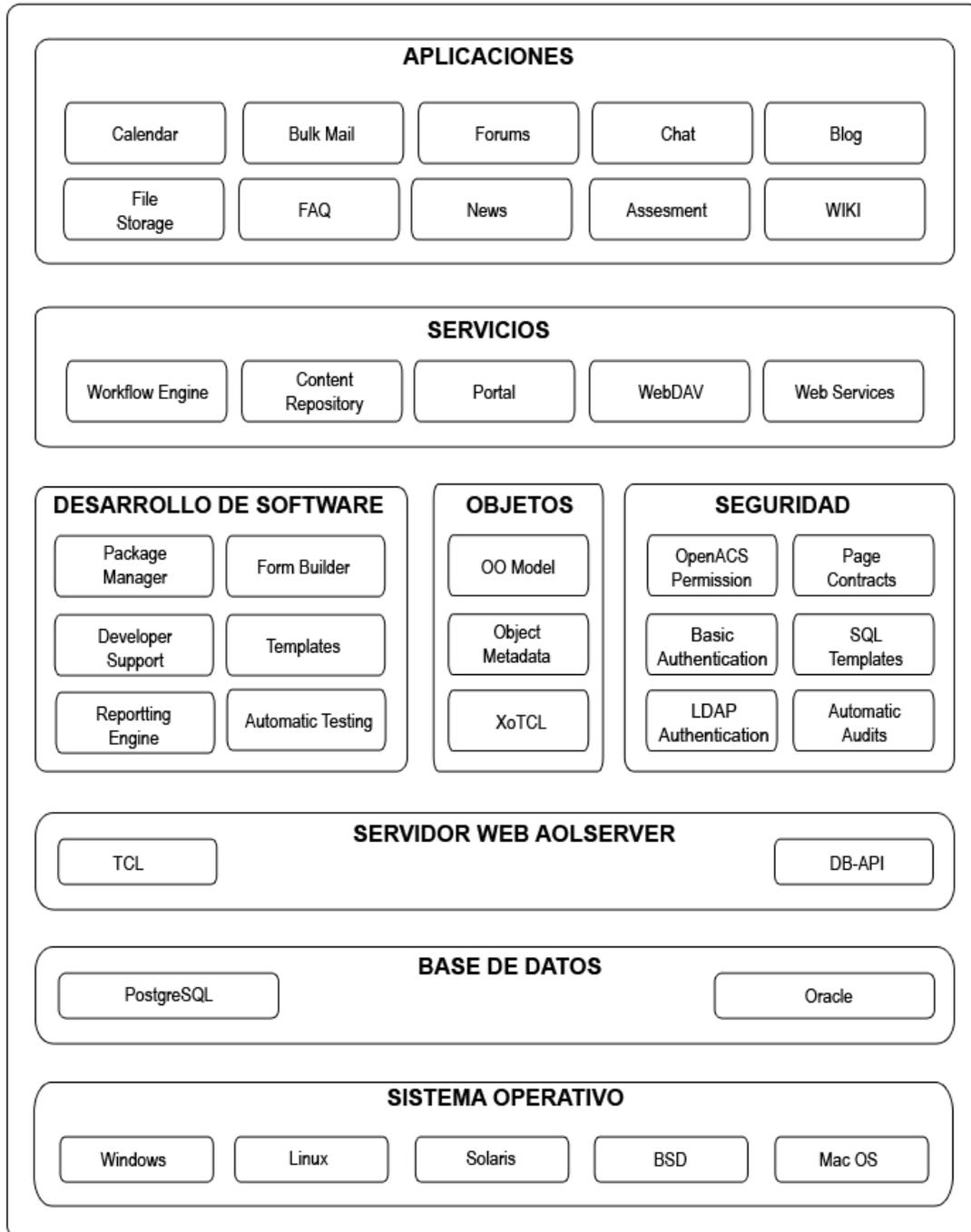


Figura 3.5: Arquitectura de .LRN. (Fuente propia).

3.2.1.1. Framework Open ACS

OpenACS (*Open Architecture Community System*) es un Framework para la construcción de sitios web orientados a comunidades de usuarios. Cuenta con herramientas avanzadas (aplicaciones y servicios) que actúan conjuntamente para permitir la implementación de sitios Web dinámicos, robustos y escalables. Requiere el servidor de aplicaciones AOLserver y un sistema de gestión de base de datos *relacionales (Relational Database Management System, RDBMS)*, soportando actualmente varias versiones de Oracle y PostgreSQL [57].

Para entender la estructura y el funcionamiento del Framework, se deben profundizar la definición de los siguientes componentes:

- **Sistema de paquetes**

La arquitectura de OpenACS es modular, está construido a partir de paquetes. Cada paquete encapsula un modelo de datos, librerías, páginas de administración y páginas de usuario, todo bajo una estructura de archivos ubicada en la misma carpeta, como se observa en la figura 3.6.

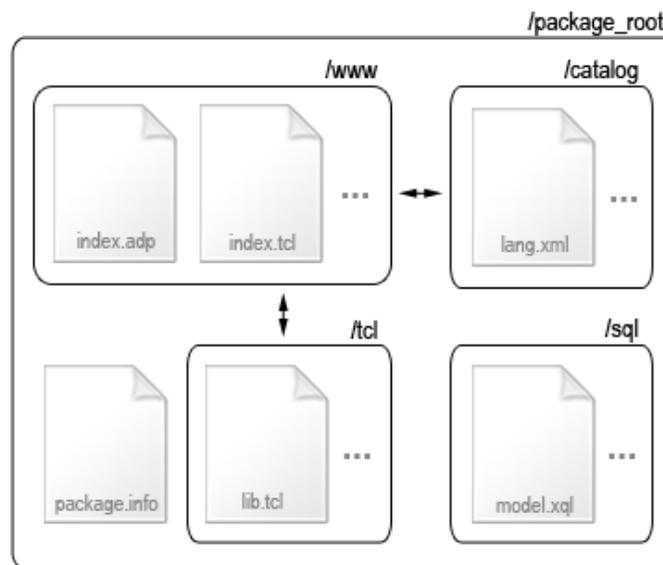


Figura 3.6: Estructura de un paquete OpenACS. (Fuente propia).

Básicamente existen tres tipos de paquetes:

- ✓ *Paquetes del Core*: se requieren para que OpenACS funcione. Incluyen el *Kernel*, el gestor de paquetes, utilidades para la administración de usuarios, el *Sitemap*, el sistema de plantillas que separa claramente la lógica de negocio de la lógica de presentación, y un sistema de mensajería *Back - End*.
- ✓ *Servicios*: son paquetes de lógica reusable, no dependen de otros paquetes y no requieren interfaz de usuario.
- ✓ *Aplicaciones*: tienen una interfaz de usuario y su código está claramente dividido en la lógica de aplicación y la lógica de presentación.

Para que los paquetes funcionen correctamente es necesario un sistema que gestione su registro en el servidor, es decir, que permita instalar y desinstalar paquetes, verificar dependencias y mapear peticiones URL del usuario a una determinada página dentro de un paquete. Estas son las funciones principales del gestor de paquetes APM (ACS *Package Manager*) [58].

- **Sistema de objetos**

Para permitir la reusabilidad de los paquetes, OpenACS tiene una arquitectura orientada a objetos que define tipos de datos en la tabla “*acs_object_types*” y lleva registro de cada instancia en la tabla “*acs_objects*” de la base de datos. Una vez un paquete ha sido creado e instalado, pueden crearse tantas instancias como sean necesarias, cada una tendrá su propia URL. Aunque la reusabilidad es la meta principal, este diseño también permite utilizar el sistema de permisos. Cada objeto en la tabla “*acs_objects*” tiene un atributo llamado “*context_id*” que especifica los permisos predefinidos y su alcance [59].

- **Grupos, contexto y sistema de permisos**

El sistema de permisos de OpenACS [60] permite a diseñadores y a administradores establecer políticas de control de accesos a nivel de objeto, es decir, cualquier paquete que utilice el sistema de objetos puede controlarse a través de llamadas a funciones de un API TCL (*Tool Command Language*). Aunque esto puede parecer fácil, ningún diseñador o administrador querría especificar explícitamente los derechos de control de acceso para cada usuario y cada objeto en un sitio. En consecuencia, OpenACS utiliza dos mecanismos complementarios para simplificar esta tarea:

- ✓ *El sistema de grupos:* permite agrupar los usuarios de manera flexible, introduciendo una abstracción llamada “*party*”. Los usuarios (tabla *users*) y los grupos (tabla *groups*) se definen como subtipos de “*party*” a través de llaves foráneas en la base de datos. Adicionalmente, se definen dos relaciones, una para el número de miembros del grupo y otra para la composición de grupo. Esta relación de composición permite expresar el hecho de que cada miembro de un grupo A también puede ser miembro un grupo B. Con esto se logra definir una jerarquía.
- ✓ *El sistema de objetos:* define el concepto de contexto del objeto (*object_context*) como una generalización del mecanismo de alcance (*scope*), que permite a las aplicaciones agrupar objetos en dominios de seguridad más generales. Cada objeto vive en un solo contexto; un contexto simplemente es otro objeto que representa el dominio de seguridad al que el objeto pertenece. En consecuencia, si un objeto no tiene ningún permiso definido explícitamente, entonces el sistema obtiene la columna “*context_id*” de la tabla “*acs_objects*” para verificar sus permisos.

El modelo de datos del sistema de permisos es un mapeo entre privilegios, “*parties*” y objetos. En OpenACS se autoriza a uno o varios usuarios para realizar operaciones de lectura, escritura, creación, eliminación o administración sobre algún objeto. Son unidades básicas para implementar las políticas de control de acceso. La tabla de privilegios está organizada jerárquicamente para definir conjuntos de privilegios; por ejemplo, si se tienen privilegios de lectura, escritura, creación y eliminación, sería conveniente combinarlos en un nuevo privilegio llamado “administración”.

- **Sistema de plantillas**

En OpenACS, el Sistema de Plantillas ATS (*ACS Template System*) [61] está diseñado para separar la lógica de la aplicación de la lógica de diseño. El objetivo es tener toda la lógica relacionada con la manipulación la base de datos y otra información de la sesión en un lugar, y toda la lógica relacionada con la presentación en otro lugar, para proporcionar actualizaciones más fáciles y para permitirles a diseñadores gráficos trabajar de forma independiente.

Para utilizar el ATS, se debe escribir dos archivos planos para cada página visible al usuario en el sistema. Uno es un archivo “.tcl” y el otro es un archivo “.adp”. El archivo “.tcl” ejecuta un *script* que prepara un conjunto de parámetros *name/value* denominado fuente de datos. El archivo “.adp” es una combinación de HTML, etiquetas especiales del servidor y de pares valor obtenidos de la fuente de datos.

- **Internacionalización**

El soporte multilinguaje para un paquete se efectúa a través de la creación de archivos de propiedades, uno para cada lenguaje, donde se definen diferentes valores para cada llave [62].

- **Proceso de peticiones**

Las peticiones de los usuarios al servidor son gestionadas por procesador de peticiones RP (*Request Processor*). La figura 3.7 ilustra un diagrama de secuencia simplificado de cómo el procesador de peticiones de OpenACS maneja las solicitudes de un usuario a una página de un paquete en particular [63].

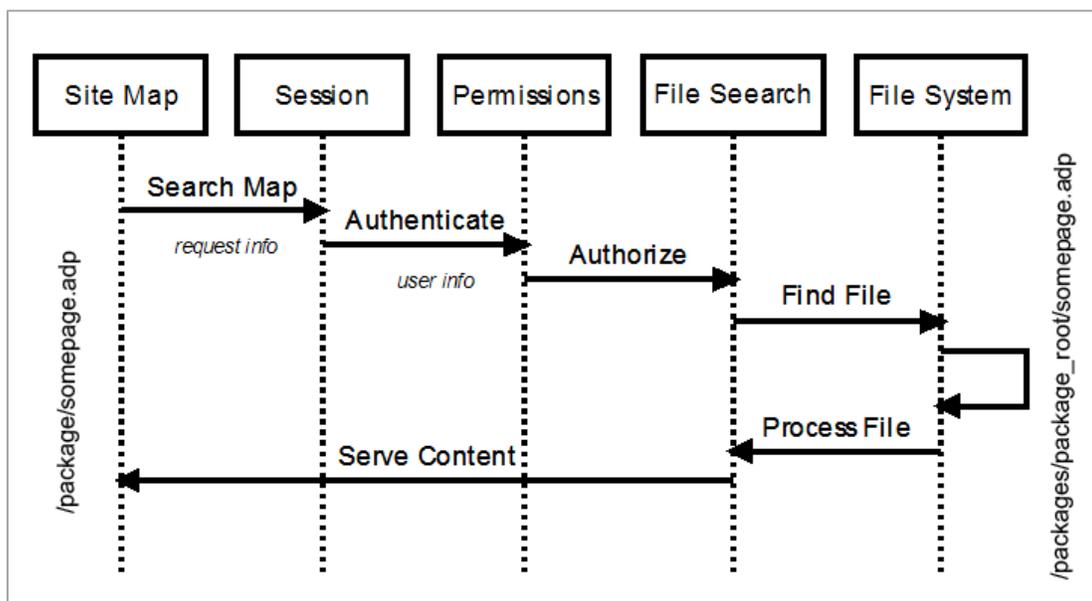


Figura 3.7: Proceso de una petición. (Fuente propia).

1. *Mapeo del sitio*: el procesador de peticiones mapea la URL a un archivo físico a partir de los datos del sitio y de las instancias de la aplicación.

2. *Autenticación*: el procesador de peticiones examina información de la sesión enviada por el navegador y prepara nuevos “tokens” de sesión si es necesario.
3. *Autorización*: una vez el usuario se ha autenticado, el procesador de peticiones verifica si el usuario tiene permiso para acceder el archivo u objeto solicitado utilizando el sistema de permisos.
4. *Procesar la URL*: el procesador de peticiones busca el archivo a servir. Dependiendo de la extensión, podría servirse directamente en el caso de ser un archivo “.html” o ser enviado al sistema de plantillas para generar una respuesta a partir de archivos “.tcl” y “.adp”.

3.2.1.2. Portlets y Applets

- *Portlets*: .LRN usa la arquitectura de portal de OpenACS para componer la interfaz de usuario. Los portlets de .LRN generan el contenido apropiado entre las aplicaciones de OpenACS y los portales de .LRN.
- *Applets*: son paquetes que se integran a .LRN y permiten agregar la funcionalidad de una determinada aplicación a una comunidad del LMS.

Para integrar una aplicación a .LRN es necesario crear al menos tres paquetes, uno independiente de .LRN que contiene toda la lógica del negocio, otro que contiene Portlets para usuarios y administradores, y un Applet [64].

3.2.1.3. Aplicaciones colaborativas

.LRN cuenta con varias aplicaciones colaborativas, entre ellas calendarios, foros, ficheros compartidos, herramientas de calificación, etc. La arquitectura de .LRN, heredada de OpenACS, permite además reutilizar estas funcionalidades a través del sistema de objetos para crear nuevas aplicaciones. Estas herramientas son similares a las encontradas en otros LMS como Moodle y Blackboard.

3.2.1.4. Portales

En .LRN existen interfaces web que permiten a los administradores crear departamentos dentro de los cuales se distribuyen los cursos. Cada uno de estos cursos tiene una página creada automáticamente (portal), dentro de la cual se integran todas las funcionalidades (aplicaciones) que el profesor considere importantes. La apariencia de este portal puede ser personalizada por el docente a través de una página de configuración sin necesidad de modificar el código fuente del LMS [65].

Cada usuario del sistema, ya sea profesor, estudiante, administrador, u otro, tiene una página personal donde la información de todos los cursos y comunidades a las que pertenece es presentada de forma uniforme. Un portal normalmente incluye:

- Foros de discusión.
- Preguntas frecuentes.
- Agenda y eventos, etc.

3.2.1.5. Usuarios y Comunidades

OpenACS soporta complejas jerarquías de usuarios gracias a la abstracción de “*parties*”. Bajo esta arquitectura, los usuarios pueden tener más de un rol a la vez. Por ejemplo, un usuario podría ser un ayudante en una clase y un estudiante en otra, su papel en una comunidad determina lo que se le permite hacer. La figura 3.8 ilustra este comportamiento.

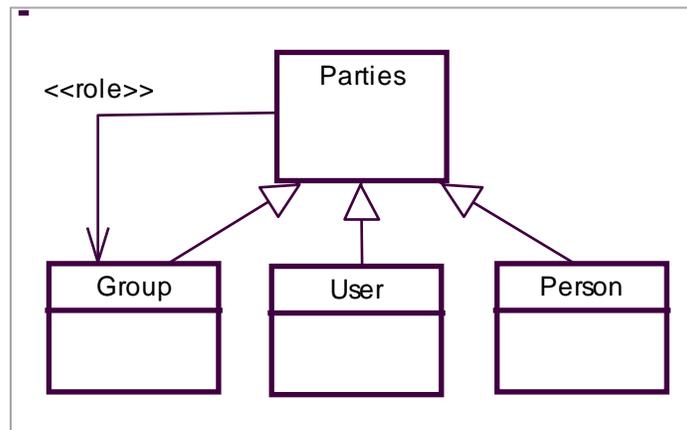


Figura 3.8: Estructura de usuarios y grupos en .LRN. (Fuente propia).

Las comunidades sirven para compartir un espacio de trabajo, varios usuarios pueden aprender a través de los cursos que hacen parte de la comunidad, por ejemplo, los clubes son muy comunes en la universidad (figura 3.9). El concepto de “*Subsite*” se emplea para separar contextos entre los diferentes tipos de comunidades (clases y clubes). Cada comunidad puede tener su propia estructura de permisos.

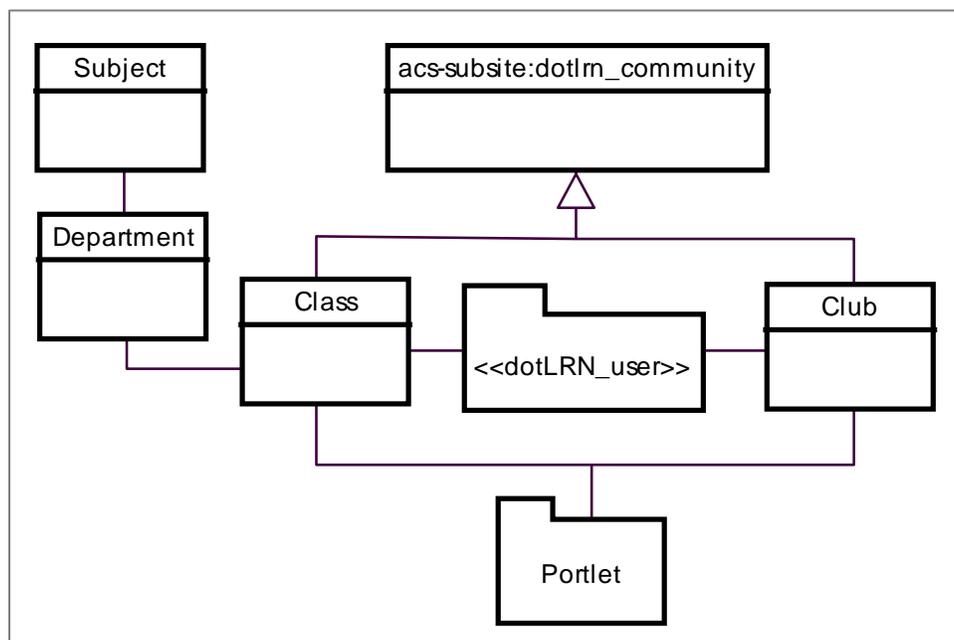


Figura 3.9: Estructura de comunidades en .LRN. (Fuente propia).

3.2.2. Android

Android es un sistema operativo basado en Linux diseñado originalmente para *Smartphones*, posteriormente se expandió su desarrollo para soportar otros dispositivos como *Tablets*, *Netbooks* e incluso televisores. Este sistema operativo está compuesto por aplicaciones que se ejecutan en un Framework orientado a objetos sobre el núcleo de las bibliotecas Java y una máquina virtual Dalvik con compilación en tiempo de ejecución [66].

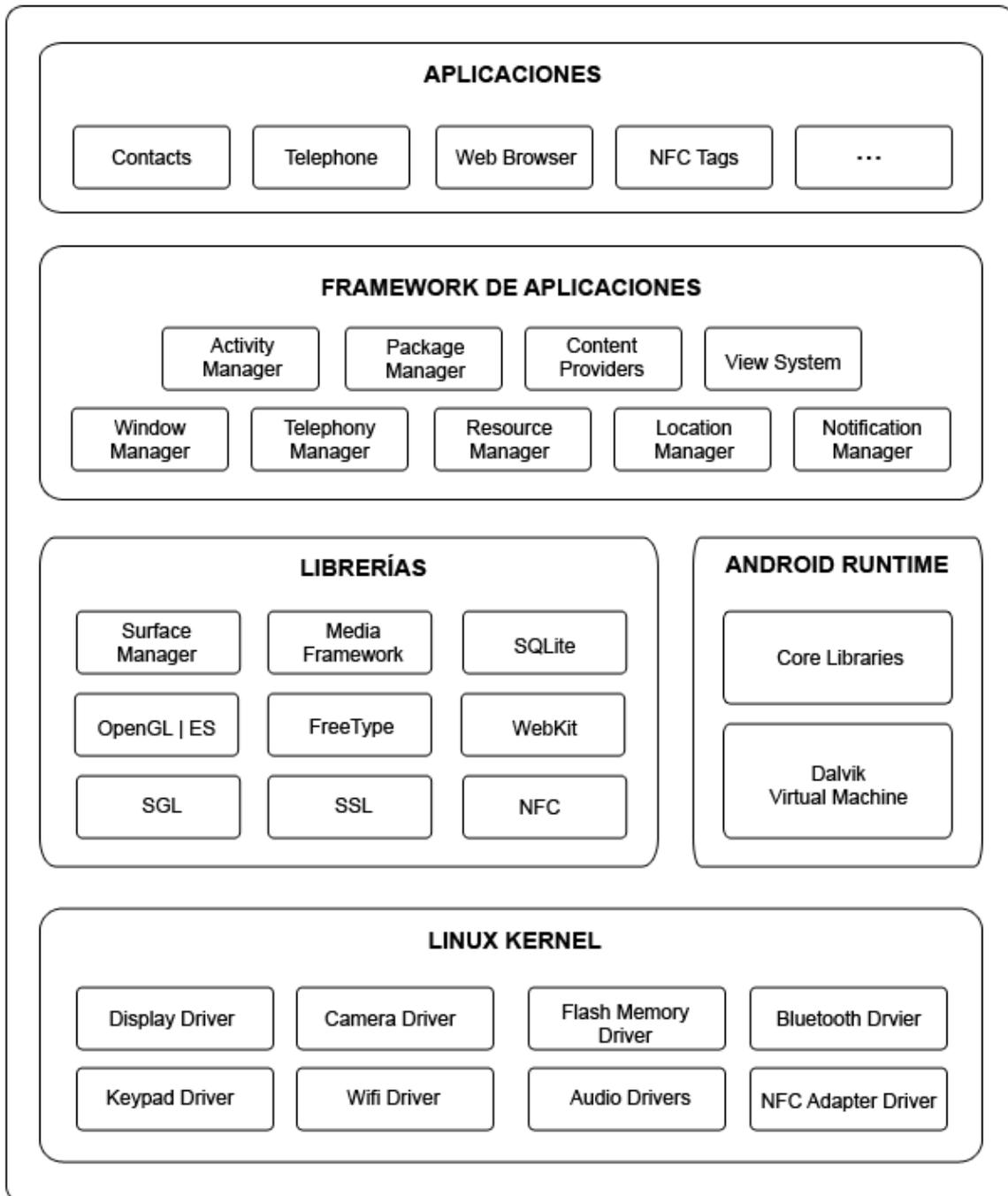


Figura 3.10: Arquitectura de Android. (Fuente: adaptado de [31]).

En las siguientes secciones se explicará cada componente de la arquitectura del sistema operativo (figura 3.10), con el fin de obtener los aportes más significativos de esta tecnología a la definición de arquitectura de referencia.

3.2.2.1. Linux Kernel

Android es un sistema operativo basado en Linux. Su Kernel actúa como una capa de abstracción entre el hardware y el resto de la pila de software para proveer servicios de seguridad, gestión de memoria, gestión de procesos, acceso a la red y el modelo de controladores.

3.2.2.2. Android Runtime

Android incluye un conjunto de librerías base que proporcionan la mayor parte de las funciones disponibles en las APIs del sistema operativo. Cada aplicación Android se ejecuta en un proceso y una instancia de la máquina virtual Dalvik independiente. La arquitectura de Dalvik permite correr múltiples máquinas virtuales en el mismo dispositivo de forma eficiente. Esta Máquina Virtual está basada en registros y ejecuta clases JAVA compiladas.

3.2.2.3. Librerías

Android incluye un conjunto de librerías C/C++ usadas por varios componentes del sistema. Estas características se exponen a los desarrolladores a través del Framework de aplicaciones. Entre las librerías se encuentran:

- *Librería C del sistema:* una implementación de la librería C estándar.
- *Librerías de medios:* soportan la reproducción y grabación de varios formatos de audio y video.
- *Librerías de gráficos:* permiten desplegar información en la pantalla del dispositivo.
- *Librerías 3D:* basadas en OpenGL ES 1.0 para soportar aceleración 3D.
- *SQLite:* un motor de base de datos relacional disponible para todas las aplicaciones.
- *Librerías Web:* un motor de navegación para el sistema operativo y otros exploradores embebidos en aplicaciones. A través de las clases *WebView* y *WebViewClient* se puede implementar exploradores a la medida de las necesidades del desarrollador.

Para los dispositivos Android que cuentan con un adaptador NFC, existe disponible una librería que permite interactuar con etiquetas pasivas y otros teléfonos. El paquete "android.nfc", contiene las clases de alto nivel para interactuar con el adaptador NFC del dispositivo, para representar las etiquetas descubiertas, y para usar el formato de datos NDEF (tabla 3.1). Por otra parte, el paquete "android.nfc.tech" contiene clases para consultar propiedades y realizar operaciones de lectura y escritura en una etiqueta definiendo específicamente cada tipo soportado: NfcA (ISO 14443-3A), NfcB (ISO 14443-3B), NfcF (JIS 6319-4), NfcV (ISO 15693), IsoDep (ISO 14443-4), MifareClassic, MifareUltralight.

Clase	Descripción
NfcManager	Una clase de alto nivel que enumera los adaptadores NFC en el dispositivo Android.
NfcAdapter	Representa el adaptador NFC local. Define las intenciones usadas para solicitar el envío de una etiqueta detectada a una actividad, y proporciona métodos para registrar el envío en primer plano (foreground tag dispatch).
NdefMessage, NdefRecord	Representan mensajes que utilizan el formato NDEF.
Tag	Representa una etiqueta pasiva.

Tabla 3.1: Clases del paquete android.nfc. (Fuente: adaptado de [67]).

3.2.2.4. Framework de aplicaciones

La arquitectura de Android está diseñada para simplificar la reutilización de componentes, los desarrolladores tienen acceso total a las APIs usadas por las aplicaciones base, esto permite explotar al máximo el potencial de los dispositivos para crear aplicaciones innovadoras.

Bajo las aplicaciones se encuentran un conjunto de servicios y subsistemas que incluyen:

- Componentes gráficos como listas, grillas, campos de texto, botones e incluso una vista Web que pueden utilizarse para construir aplicaciones.
- Proveedores de contenido que permiten a las aplicaciones acceder a información proveniente de otras aplicaciones, o compartir su propio contenido.
- Un administrador de notificaciones que permite a las aplicaciones desplegar alertas personalizadas en la barra de estado del dispositivo.
- Un administrador de actividades que gestiona el ciclo de vida de las aplicaciones.

3.2.2.5. Aplicaciones

En Android, todas las aplicaciones se escriben en el lenguaje de programación Java y se construyen a partir de componentes. Cada componente es un punto de entrada diferente a través del cual el sistema puede acceder a una aplicación. No todos los componentes son verdaderos puntos de entrada para el usuario, sin embargo cada uno existe como una entidad propia y desempeña un papel específico, cada uno es una pieza única que ayuda a definir el comportamiento general de la aplicación. Existen cuatro tipos de componentes, cada tipo cumple un propósito y tiene un ciclo de vida diferente [68].

- *Actividades*: contiene una pantalla con interfaz de usuario y su funcionalidad asociada. Por ejemplo, una aplicación de correo electrónico puede tener una actividad que muestra una lista de correos electrónicos, otra actividad para componer un correo electrónico y otra actividad para leerlos. Aunque las actividades trabajan juntas para

formar una experiencia de usuario coherente dentro de una aplicación, cada una es independiente de las otras.

- *Servicios*: se ejecutan en segundo plano para realizar operaciones de larga duración o para comunicarse con procesos remotos. Un servicio no proporciona una interfaz de usuario. Por ejemplo, un servicio puede reproducir música en segundo plano mientras el usuario está en otra aplicación, o puede obtener datos a través de la red sin necesidad de detener la interacción del usuario con una actividad. Otros componentes pueden iniciar un servicio con el fin de que se ejecute independientemente o para interactuar con él.
- *Proveedores de contenido*: gestionan un conjunto de datos compartidos de una aplicación. Pueden almacenar información en el sistema de archivos del dispositivo, una base de datos SQLite, la web, o cualquier otro lugar al que la aplicación tenga acceso. A través de un proveedor de contenidos, otras aplicaciones pueden consultar e incluso modificar información de su interés.
- *Receptores broadcast*: responden a anuncios generados en el sistema, estos anuncios podrían ser por ejemplo, una emisión que informa que la pantalla se ha apagado, la batería es baja, o que una imagen fue capturada con la cámara.

Debido a que el sistema ejecuta cada aplicación en un proceso separado con permisos de que restringen el acceso a otras aplicaciones, una aplicación no puede activar directamente un componente de otra. Por lo tanto, para activar un componente ajeno, se debe enviar un mensaje al sistema que especifica la intención de iniciar ese componente en particular.

Las actividades, servicios y receptores de radiodifusión, se activan mediante un mensaje asíncrono llamado intención. Las Intenciones unen los componentes individuales en tiempo de ejecución, son mensajeros que solicitan una acción de otros componentes, aun cuando el componente pertenece a otra aplicación. Antes de que el sistema pueda iniciar un componente, debe verificar que esté definido en el “manifiesto” (archivo “AndroidManifest.xml”) de la aplicación. La aplicación debe especificar todos sus componentes en este archivo. Este archivo sirve también para:

- Identificar los permisos de usuario que la aplicación requiere, tales como acceso a Internet o acceso de lectura de los contactos del dispositivo.
- Declarar el nivel de API mínimo requerido por la aplicación.
- Declarar las características de hardware y software utilizadas o requeridas por la aplicación, tales como la cámara, los servicios de Bluetooth, una pantalla multitouch, un adaptador NFC, etc.

Cuando se declara un componente en el manifiesto de la aplicación, pueden incluirse filtros de intención que expresen la capacidad del componente para responder a las intenciones de otras aplicaciones. En el caso de la tecnología NFC, pueden definirse filtros que responden a diferentes tipos de etiquetas o a un formato de datos específico. Por ejemplo, se podría definir un filtro para que una actividad sea lanzada cuando el adaptador detecte una etiqueta MifareUltralight.

3.2.3. Etiqueta NFC

Una etiqueta NFC consta de una antena conectada a un integrado con una determinada capacidad de memoria (figura 3.11), por lo general no superior a un Megabyte. Al ser dispositivos pasivos, las etiquetas NFC deben aprovechar la energía emitida por el dispositivo lectoescritor para realizar operaciones de lectura y escritura sobre la memoria. Una característica importante es que cada etiqueta tiene un identificador hexadecimal único que puede ser empleado para etiquetar objetos por referencia, método de etiquetado más favorable, ya que no involucra operaciones de lectura de registros almacenados bajo un formato particular en la memoria de la etiqueta.

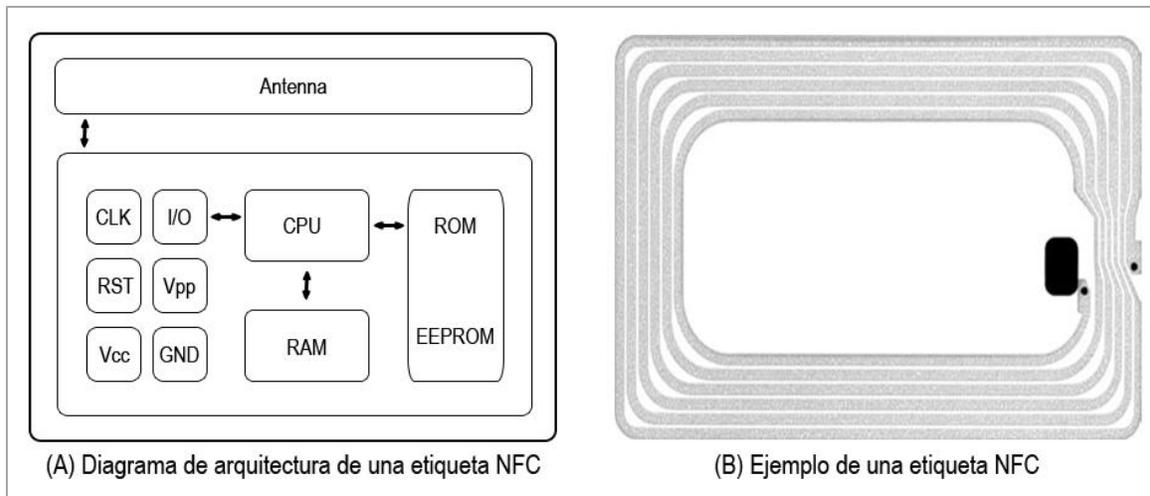


Figura 3.11: Etiqueta NFC - 13.56 MHz. (Fuente: adaptado de [69]).

Desde su aparición a finales de la década de 1990 han surgido diversos tipos de etiquetas, sin embargo, NFC Forum, la principal entidad de estandarización de esta tecnología, ha realizado la siguiente clasificación [70]:

- **Tipo 1:** esta etiqueta se basa en la norma ISO/IEC 14443 y permite reescritura. Su memoria puede ser protegida contra escritura y puede estar entre 96 bytes y 2 Kbytes con una tasa de transferencia máxima de 106 kbit/seg. Ejemplo: Innovision Topaz.
- **Tipo 2:** esta etiqueta se basa en la norma ISO/IEC 14443 y permite reescritura. Su memoria puede ser protegida contra escritura y puede estar entre 48 bytes y 2 Kbytes con una tasa de transferencia máxima de 106 kbit/seg. Ejemplo: NXP Mifare Ultralight, NXP Mifare Ultralight.
- **Tipo 3:** esta etiqueta se basa en la norma Industrial Japonesa (JIS) X 6319-4 y permite lectura o lectura/escritura según se especifique en el proceso de fabricación. Su memoria puede ser hasta de 1MB con una tasa de transferencia máxima de 212 kbit/seg. Ejemplo: Sony Felica.
- **Tipo 4:** es compatible con la norma ISO/IEC 14443 (A/B) y permite lectura o lectura/escritura según se especifique en el proceso de fabricación. Su memoria puede ser hasta de 32 KBytes con una tasa de transferencia máxima de 106 kbit/seg. Ejemplo: NXP DESfire, NXP SmartMX con JCOP.

Mifare Classic es otro tipo de etiqueta no compatible con las especificaciones de NFC Forum, sin embargo, su lectura y escritura es compatible con la mayoría de los dispositivos NFC, ya que incorpora un integrado NXP.

NFC Forum también ha definido una estructura para escribir datos en las etiquetas. El formato se conoce como NDEF (NFC Data Exchange Format). Cada registro NDEF puede contener varios RTD (Record Type Definition). Un RTD podría ser texto, una URI (Uniform Resource Identifier), una tarjeta de negocios o información de emparejamiento para otras tecnologías como Bluetooth.

3.2.4. Patrones de arquitectura

Un patrón de arquitectura expresa el esquema de organización estructural esencial para un sistema software, que consta de subsistemas, sus responsabilidades e interrelaciones. Aunque un patrón arquitectónico comunica una imagen de un sistema, no es una arquitectura como tal, es un concepto que captura elementos esenciales de una arquitectura de software [71]. Del procedimiento de recuperación de arquitectura se obtuvo un patrón Cliente – Servidor que será considerado como la base para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN.

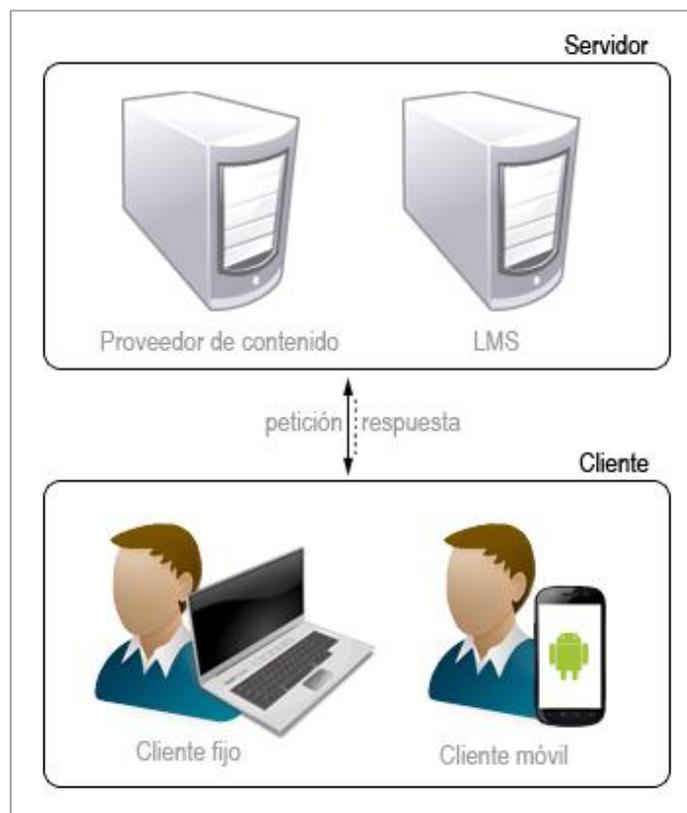


Figura 3.12: Patrón de arquitectura Cliente – Servidor. (Fuente propia).

Como se puede apreciar en la figura 3.12, el modelo tradicional del cliente se ha extendido al conectar dispositivos móviles Android al LMS para el desarrollo de actividades de aprendizaje contextual.

3.3. Descripción de la arquitectura

Una vez se ha definido el modelo de referencia y se ha recuperado la arquitectura de las tecnologías base de este trabajo de grado, se procede a plantear la arquitectura de referencia teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- De los patrones de arquitectura, se concluyó que se debe diseñar dos sistemas, en primer lugar, un cliente con acceso a la red que tenga la capacidad de detectar etiquetas NFC y en segundo lugar una aplicación del lado del servidor encargada de gestionar las actividades de aprendizaje contextual en el LMS.
- La recuperación de arquitectura de .LRN define los componentes y el comportamiento de la aplicación del lado del servidor.
- La recuperación de arquitectura de Android define los componentes y el comportamiento del cliente.
- Los objetos deben etiquetarse por referencia. Al no realizar operaciones de lectura sobre registros con formatos específicos almacenados en la memoria de la etiqueta, se puede garantizar que el cliente móvil soporte más tipos de etiquetas.
- Las actividades de aprendizaje contextual deben introducirse en el contexto de una comunidad del LMS, ya que proveen un espacio virtual de interacción para estudiantes y profesores.

Existen diferentes aproximaciones para describir arquitecturas de software, en esta trabajo de grado se emplea el modelo de 4+1 vistas propuesto por Philippe Kruchten [72], ya que permite representar de forma estándar la arquitectura a través de diagramas UML.

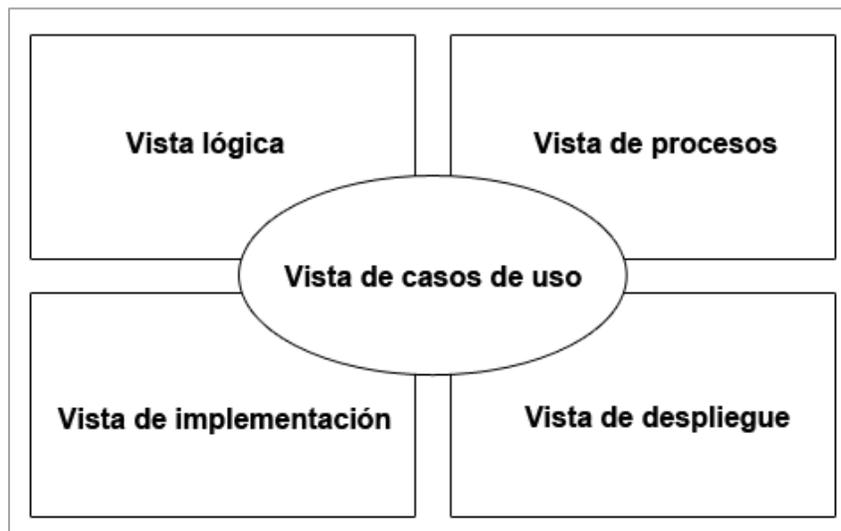


Figura 3.13: Descripción de arquitectura según Kruchten. (Fuente: adaptado de [73]).

Como se observa en la figura 3.13, este modelo incluye:

- **Vista de casos de uso:** descripción de la funcionalidad del sistema, las interfaces externas, y los principales usuarios a través de un diagrama de casos de uso. Esta

vista es obligatoria cuando se utiliza el modelo 4+1 vistas, ya que todos los elementos de la arquitectura se derivan de los requerimientos ahí presentados.

- **Vista lógica:** descripción de cómo el sistema está estructurado en términos de unidades de implementación a través de diagramas de clases y paquetes.
- **Vista de procesos:** describe los flujos de trabajo del sistema y del negocio a través de diagramas de actividades directamente relacionados con los casos de uso definidos anteriormente.
- **Vista de implementación:** se describe el sistema en términos de componentes y relaciones a través de un diagrama de componentes.
- **Vista de despliegue:** describe cómo los componentes de la vista de implementación son mapeados en el hardware a través de un diagrama de despliegue.

Por otra parte, se han detectado algunas limitaciones para describir correctamente los componentes que hacen parte del LMS. Algunas vistas incluyen diagramas complementarios, no realizados con UML, que facilitan la asimilación de la propuesta de arquitectura.

3.3.1. Vista de casos de uso

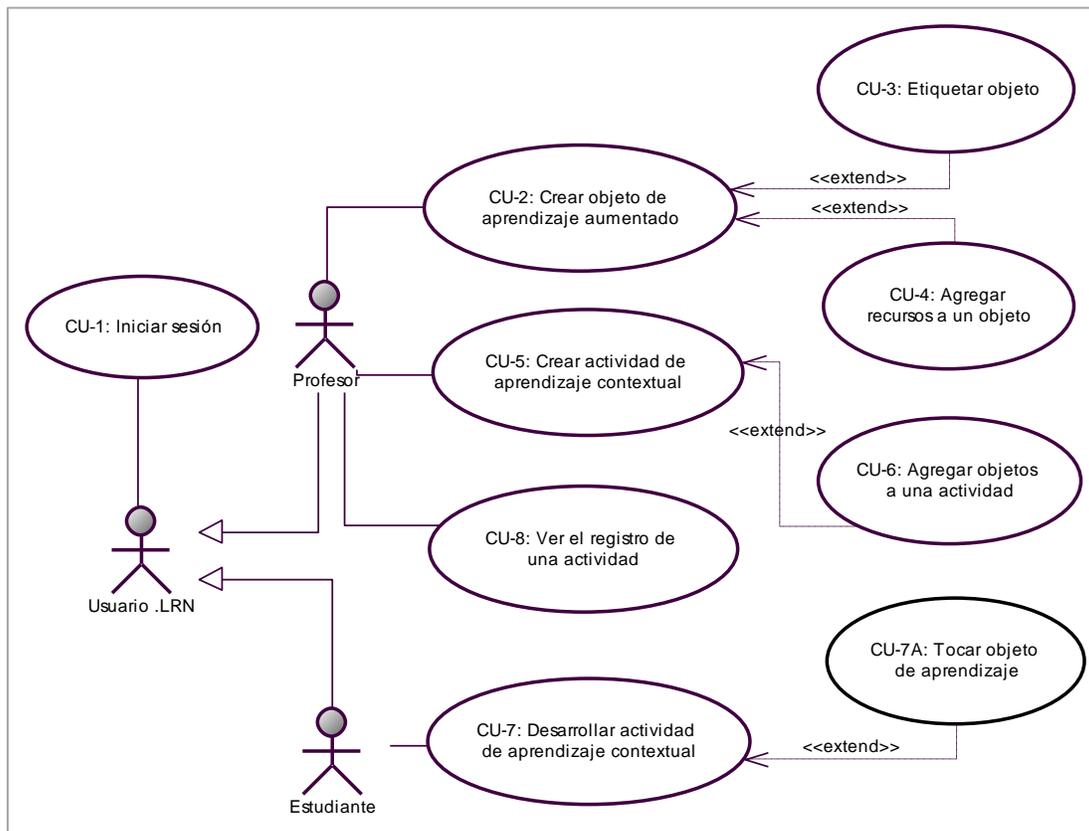


Figura 3.14: Diagrama de casos de uso de la arquitectura de referencia. (Fuente propia).

Los casos de uso mostrados en la figura 3.14 están directamente relacionados con los escenarios de interacción propuestos en el modelo de referencia. Para la especificación de los casos de uso se emplea un formato que incluye [74]:

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

3.3.1.1. CU-1: Iniciar sesión

Actores: estudiante o profesor.

Requisitos: el usuario dispone de un dispositivo con acceso a la plataforma .LRN.

Escenario de interacción: ninguno.

Flujo de eventos: el usuario accede a la plataforma vía Web, donde se despliega el formulario de inicio de sesión de acuerdo al tipo de dispositivo con el que está ingresando. El usuario ingresa su correo electrónico y su contraseña. El sistema verifica la información y redirige al usuario.

Flujos alternos: la plataforma valida la información del usuario, en caso de ser incorrecta se muestra un mensaje adjunto al formulario de inicio de sesión notificando que ha ocurrido un error.

Resultado: se crea una sesión para el usuario en el servidor y es redirigido a uno de los portales de la plataforma.

3.3.1.2. CU-2: Crear objeto de aprendizaje aumentado

Actores: profesor.

Requisitos: CU-1, disponer de un computador con acceso a .LRN.

Escenario de interacción: gestión de objetos de aprendizaje aumentado.

Flujo de eventos: el profesor accede a uno de los cursos en el que ha sido asignado como encargado. En la sección de administración, selecciona administrar objetos de aprendizaje aumentado del Portlet de gestión de aprendizaje contextual. El profesor es redirigido a un portal donde tiene acceso a sus objetos, selecciona la opción de agregar nuevo objeto de aprendizaje aumentado. Ingresa el nombre y la descripción del objeto, finalmente pulsa aceptar y verifica que el objeto ha sido agregado a su lista de objetos.

Flujos alternos: el profesor no ingresa el nombre del objeto, en este caso el sistema adjunta un mensaje al campo del nombre del objeto indicándole que es obligatorio.

Resultado: el profesor crea un objeto de aprendizaje aumentado.

3.3.1.3. CU-3: Etiquetar objeto

Actores: profesor.

Requisitos: CU-1, CU-2, disponer de un dispositivo móvil Android con soporte NFC y un computador con acceso a .LRN.

Escenario de interacción: gestión de objetos de aprendizaje aumentado.

Flujo de eventos: el profesor accede a uno de los cursos en el que ha sido asignado como encargado. En la sección de administración, selecciona administrar objetos de aprendizaje aumentado del portlet de gestión de aprendizaje contextual. El profesor es redirigido a un portal donde tiene acceso a sus objetos, luego selecciona la opción de agregar etiqueta al objeto de aprendizaje aumentado. El sistema le muestra un formulario para ingresar el identificador único de la etiqueta. Lee el ID con el dispositivo móvil Android y lo copia en el formulario. Finalmente presiona aceptar y verifica que la etiqueta ha sido agregada al objeto.

Flujos alternos: el profesor ingresa un identificador que ha sido asignado previamente a otro objeto, en consecuencia el sistema lo redirige a una página de error que le informa el problema.

Resultado: el profesor agrega una etiqueta al objeto de aprendizaje aumentado.

3.3.1.4. CU-4: Agregar recurso a un objeto

Actores: profesor.

Requisitos: CU-1, CU-2, disponer de un computador con acceso a .LRN.

Escenario de interacción: gestión de objetos de aprendizaje aumentado.

Flujo de eventos: el profesor accede a uno de los cursos en el que ha sido asignado como encargado. En la sección de administración, selecciona administrar objetos de aprendizaje aumentado del portlet de gestión de aprendizaje contextual, donde es redirigido a un portal con acceso a sus objetos. Selecciona la opción de agregar recurso multimedia al objeto de aprendizaje aumentado. El sistema le muestra un formulario para ingresar el tipo y la URI del recurso. El profesor completa la información del formulario, presiona aceptar y verifica que el recurso ha sido agregado al objeto.

Flujos alternos: ninguno.

Resultado: el profesor agrega un recurso al objeto de aprendizaje aumentado.

3.3.1.5. CU-5: Crear actividad de aprendizaje contextual

Actores: profesor.

Requisitos: CU-1, disponer de un computador con acceso a .LRN.

Escenario de interacción: formulación de actividad de aprendizaje contextual.

Flujo de eventos: el profesor accede a uno de los cursos en el que ha sido asignado como encargado. En la sección de administración, selecciona administrar actividades del portlet de gestión de aprendizaje contextual. El profesor es redirigido a un portal donde tiene acceso a las actividades del curso. Selecciona la opción de agregar actividad de aprendizaje contextual donde el sistema le muestra un formulario para ingresar el título, descripción, ubicación, objetivos, instrucciones y el tipo de la actividad. El profesor completa el formulario, presiona aceptar y verifica que la actividad ha sido agregada a la lista de actividades del curso.

Flujos alternos: El profesor omite alguno de los campos obligatorios en el formulario, en este caso, el sistema le informa el problema.

Resultado: el profesor crea una actividad de aprendizaje contextual en un curso de la plataforma .LRN.

3.3.1.6. CU-6: Agregar objetos a una actividad

Actores: profesor.

Requisitos: CU-1, CU-2, CU-3, CU-5, disponer de un computador con acceso a .LRN.

Escenario de interacción: formulación de actividad de aprendizaje contextual.

Flujo de eventos: el profesor accede a uno de los cursos en el que ha sido asignado como encargado. En la sección de administración, selecciona administrar actividades de aprendizaje contextual. El profesor es redirigido a un portal donde tiene acceso a las actividades del curso. Luego selecciona la opción de agregar objetos a una actividad, el sistema le muestra la lista de sus objetos, de objetos compartidos por otros docentes y de objetos de la actividad, cada objeto de la primera y de la segunda lista tiene un botón que le permite agregarlo a la actividad. Finalmente verifica el tipo de actividad y agrega los objetos en el orden que considere apropiado.

Flujos alternos: el estado de la actividad es en progreso o completada, en este caso el sistema sólo le permite ver los objetos de la actividad, no le permite agregar o remover objetos.

Resultado: el profesor agrega objetos a una actividad de aprendizaje contextual.

3.3.1.7. CU-7: Desarrollar actividad de aprendizaje contextual

Actores: estudiante.

Requisitos: CU-1, CU-2, CU-3, CU-4, CU-5, CU-6, disponer de un dispositivo móvil Android con soporte NFC y acceso a .LRN.

Escenario de interacción: aplicación de actividad de aprendizaje contextual.

Flujo de eventos: una vez el estudiante ha iniciado sesión con el dispositivo móvil, selecciona una actividad que se encuentre en progreso, revisa sus detalles e ingresa al espacio de aprendizaje físico ahí definido. Luego el usuario localiza un objeto de aprendizaje aumentado y lo toca con el dispositivo móvil, solicitando información del objeto. El sistema le provee acceso a los recursos multimedia del objeto, a continuación el estudiante revisa cada recurso y avanza en busca otros objetos, repitiendo el mismo procedimiento hasta que el indicador progreso de la actividad alcance el 100%.

Flujos alternos: en el caso de que la actividad sea secuencial, si el estudiante no toca los objetos ordenadamente, el sistema le muestra un mensaje indicándole que debe localizar el próximo objeto de la secuencia.

Resultado: el estudiante desarrolla una actividad de aprendizaje contextual y el sistema guarda registro de la interacción entre el usuario y los objetos.

3.3.1.8. CU-8: Ver el registro de una actividad

Actores: profesor.

Requisitos: CU-1, CU-2, CU-3, CU-4, CU-5, CU-6, CU-7, disponer de un computador con acceso a .LRN.

Escenario de interacción: revisión de actividad de aprendizaje contextual.

Flujo de eventos: el profesor accede a uno de los cursos en cual que ha sido asignado como encargado. En la sección de administración, selecciona administrar actividades del portlet de gestión de aprendizaje contextual. El profesor es redirigido a un portal donde se tiene acceso a las actividades del curso. Selecciona la opción de registro una actividad que se encuentre en progreso o completada. El sistema le muestra la lista los registros de interacción de los usuarios. Finalmente, el profesor realiza un análisis del registro.

Flujos alternos: ninguno.

Resultado: el profesor revisa el registro de interacción de una actividad de aprendizaje.

3.3.2. Vista lógica

A partir de la sección de recuperación de arquitectura 3.2.1.1, los paquetes de la figura 3.15 contienen toda la lógica de negocio y de presentación en el servidor. Posteriormente en la vista de implementación se ampliará la definición de cada elemento. Como se observa, el concepto de “paquete” en los lenguajes de programación orientados a objetos varía respecto a OpenACS, sin embargo el diagrama presentado se considera válido para modelar el sistema.

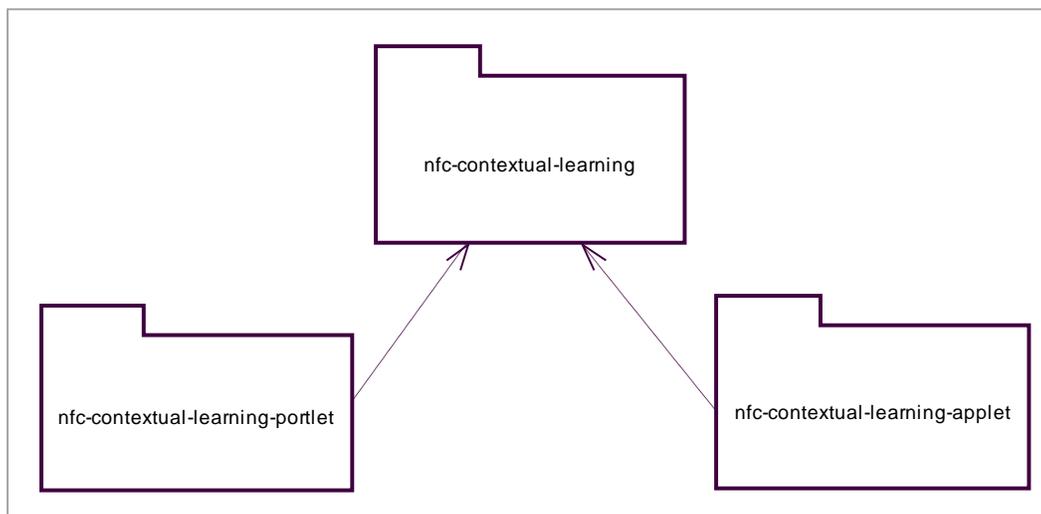


Figura 3.15: Diagrama de paquetes para las aplicaciones en el servidor. (Fuente propia).

Se propone el diagrama Entidad - Relación de la figura 3.16 para representar el modelo de referencia de integración actividades de aprendizaje contextual en un sistema LMS (sección 3.1).

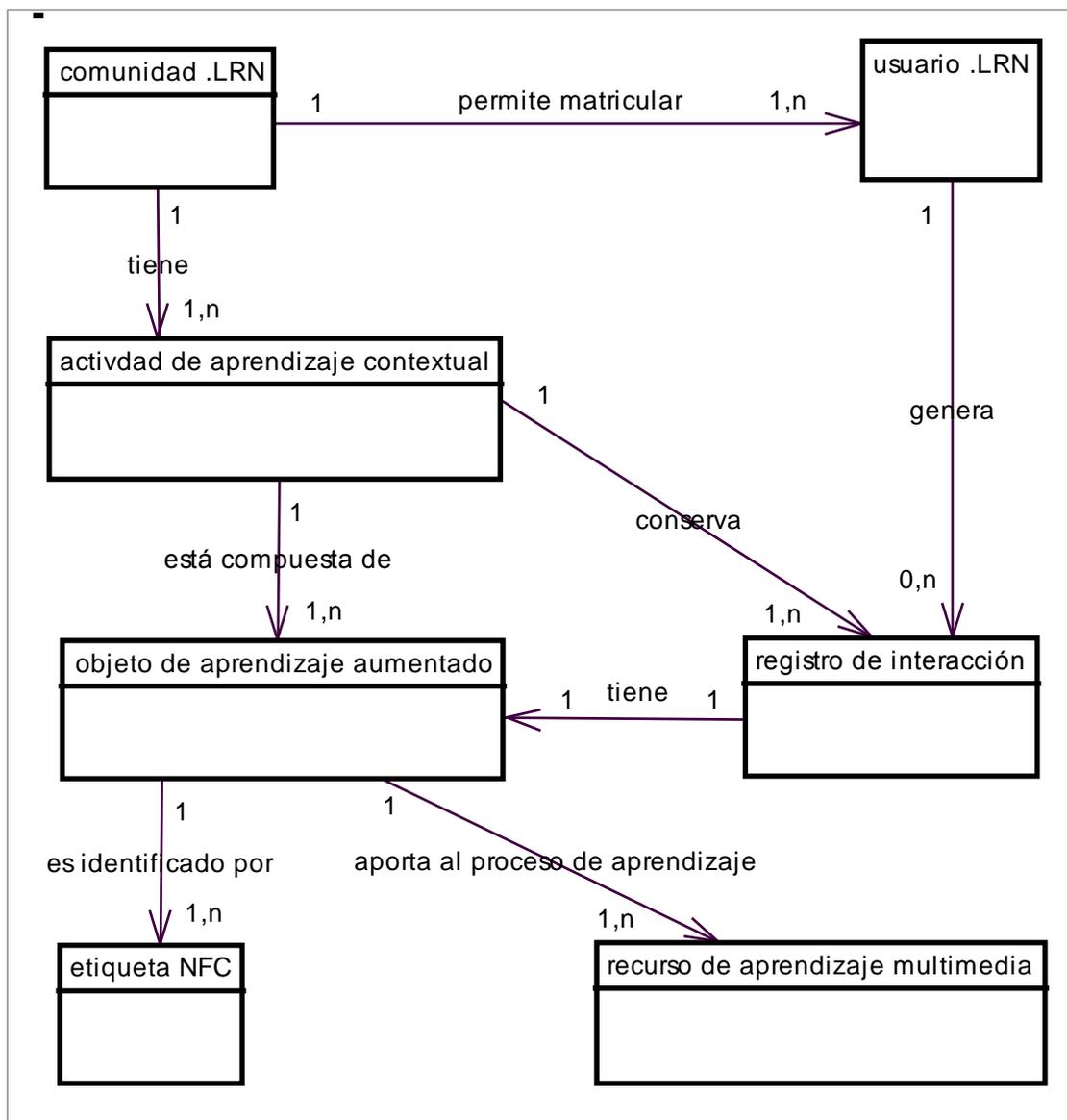


Figura 3.16: Diagrama E-R de actividades de aprendizaje contextual. (Fuente propia).

Complementariamente, el diagrama de la figura 3.17 presenta un modelo de base de datos, basado en el modelo Entidad - Relación, que incluye las relaciones existentes entre las actividades de aprendizaje contextual y el modelo de datos de .LRN.

Las tablas *acs_object_types* y *acs_objects* han sido incluidas en el diagrama para ilustrar cómo se ajustan las actividades de aprendizaje al sistema de objetos de OpenACS y a las comunidades de .LRN a través del concepto de contexto, previamente definido en la recuperación de arquitectura de OpenACS.

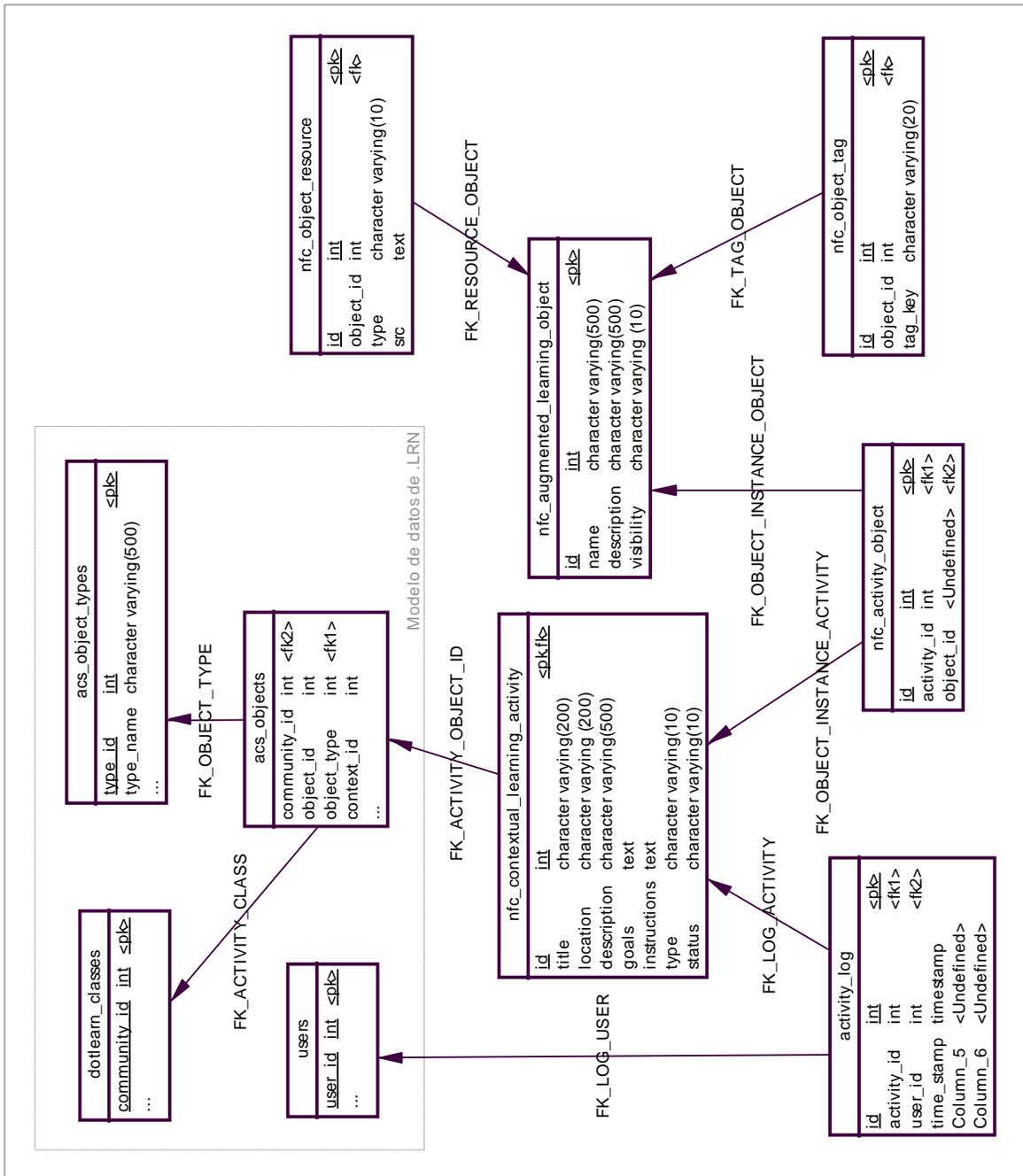


Figura 3.17: Modelo de datos para el soporte actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN. (Fuente propia).

Del lado del cliente, se propone un diagrama de clases generado a partir de la recuperación de arquitectura del sistema operativo Android (figura 3.18). La clase “NfcWebClient” hace posible el desarrollo las actividades de aprendizaje contextual, tiene acceso al adaptador NFC en el dispositivo e incorpora un cliente Web con acceso a la plataforma .LRN, esto le permite solicitar información a partir del identificador único de la etiqueta en los objetos físicos. La clase “NfcTagReader” ha sido diseñada para recuperar el identificador único de una etiqueta, es la herramienta que permite a los docentes etiquetar objetos. Por otra parte, la clase “AppConfigurator” tiene acceso la memoria del

dispositivo, y se encarga de recuperar la configuración de la aplicación cada vez que esta inicia, su principal objetivo es gestionar la ubicación de la plataforma .LRN en la red.

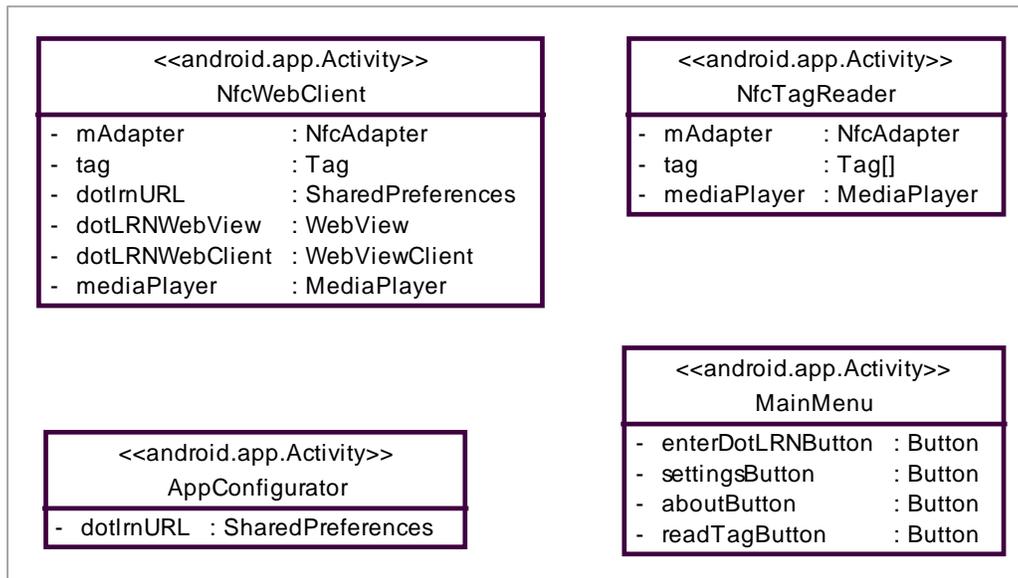


Figura 3.18: Diagrama de clases para el cliente móvil Android de .LRN. (Fuente propia).

En la figura 3.19, se observa cómo las clases de la aplicación cliente son empaquetadas de acuerdo a su finalidad.

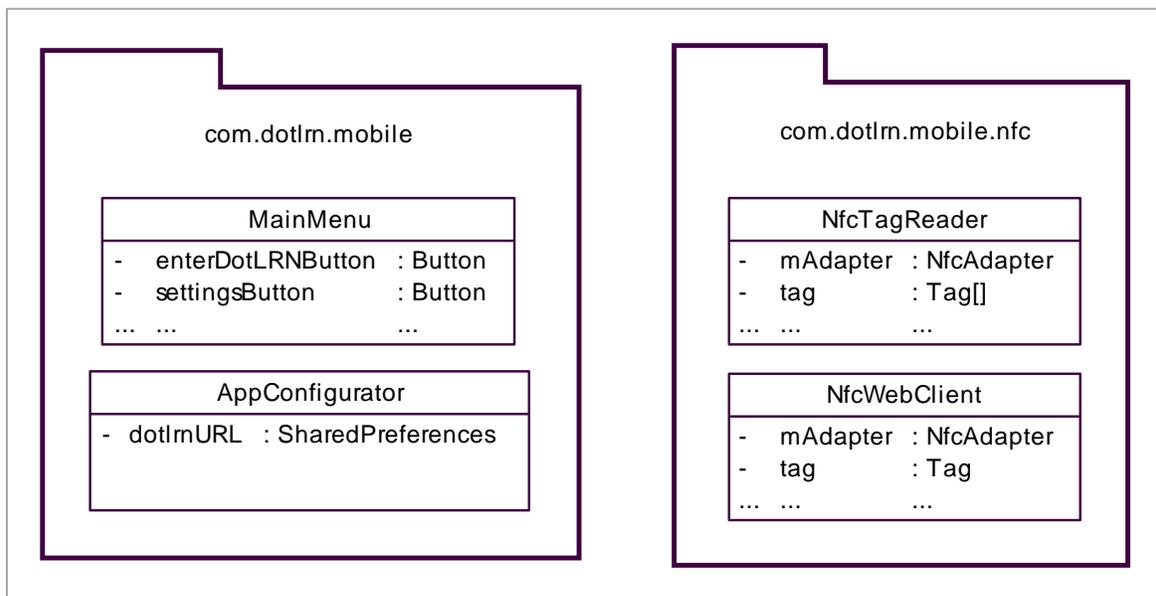


Figura 3.19: Diagrama de paquetes para el cliente. (Fuente propia).

3.3.3. Vista de procesos

La figura 3.20 incluye diagramas de actividades para los casos de uso: crear objeto de aprendizaje aumentado, crear actividad de aprendizaje contextual y desarrollar actividad de aprendizaje contextual que describen los flujos de trabajo del modelo de negocio.

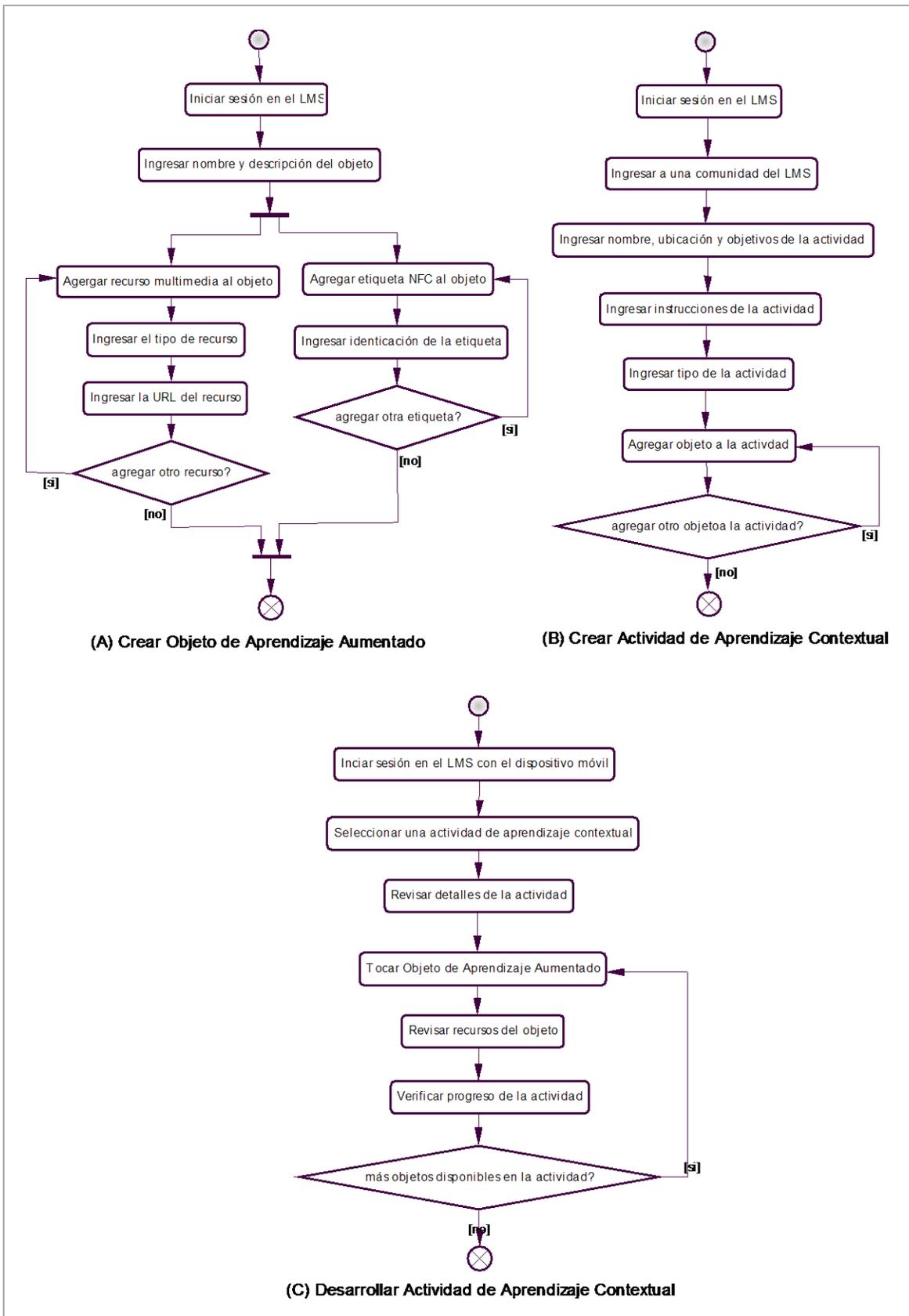


Figura 3.20: Diagrama de actividades de la arquitectura de referencia. (Fuente propia).

3.3.4. Vista de implementación

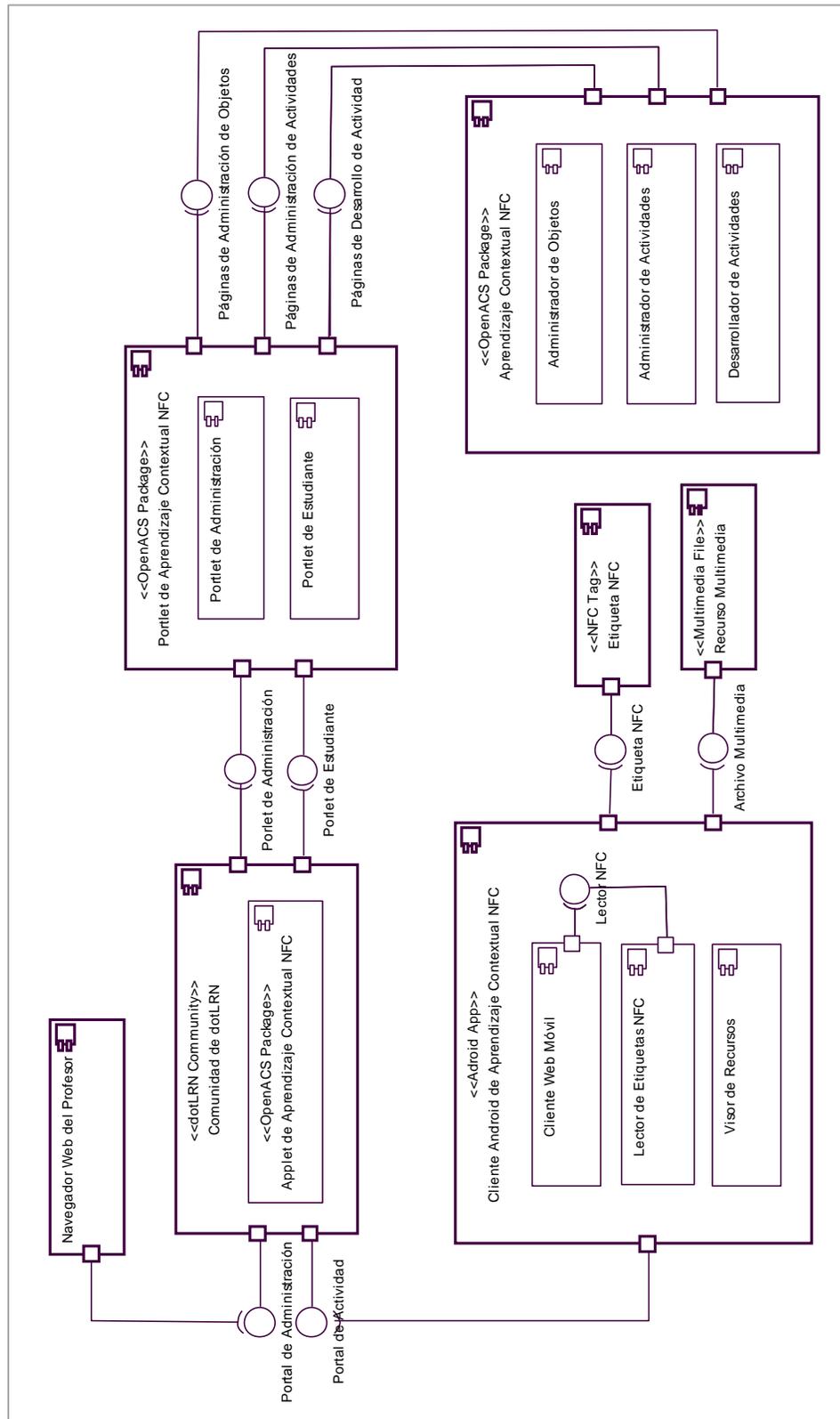


Figura 3.21: Diagrama de componentes de la arquitectura de referencia. (Fuente propia).

El resultado del proceso de descomposición del sistema se muestra en la figura 3.21. Para facilitar la comprensión de los procesos de comunicación se amplía la descripción de cada componente:

- **Navegador Web del Profesor:** un explorador Web (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, etc.) instalado en el computador que el profesor utiliza para acceder a la plataforma .LRN.
- **Comunidad de .LRN:** definida en la sección de recuperación de arquitectura 3.2.1.5. Cuenta con el Applet de Aprendizaje Contextual NFC.
- **Portlet de Aprendizaje Contextual NFC:** se encarga de entregar el contenido del paquete Aprendizaje Contextual NFC a los usuarios de acuerdo a su rol.
- **Cliente Android de Aprendizaje Contextual NFC:** de la vista lógica, este componente hace referencia a una aplicación Android. Los componentes internos se pueden asociar directamente a las clases definidas en la figura 3.18.
- **Etiqueta NFC:** definida en la sección de recuperación de arquitectura 3.2.3, su principal característica es el identificador hexadecimal.
- **Recurso Multimedia:** es un recurso entregado por el proveedor de contenido, recuperado a través de la red con una URI.
- **Aprendizaje Contextual NFC:** es el paquete OpenACS que incluye toda la lógica del negocio para gestionar objetos de aprendizaje aumentado y actividades de aprendizaje contextual (figura 3.22) del lado del servidor, el diagrama de navegación Web de la figura 3.23 muestra las rutas disponibles en el paquete a partir de las restricciones de acceso aportadas por el sistema de permisos según el rol del usuario.

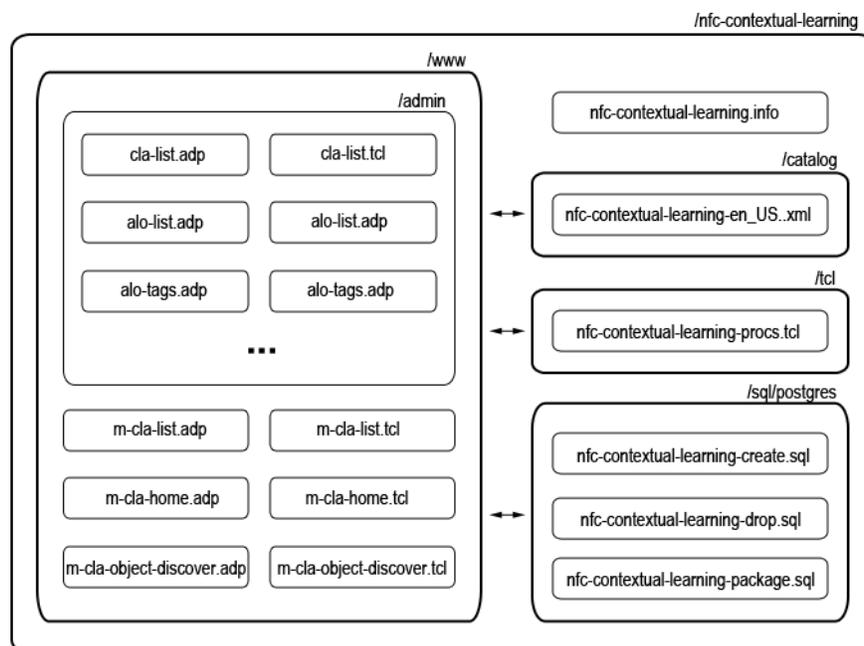


Figura 3.22: Estructura del componente "Aprendizaje contextual NFC". (Fuente propia).

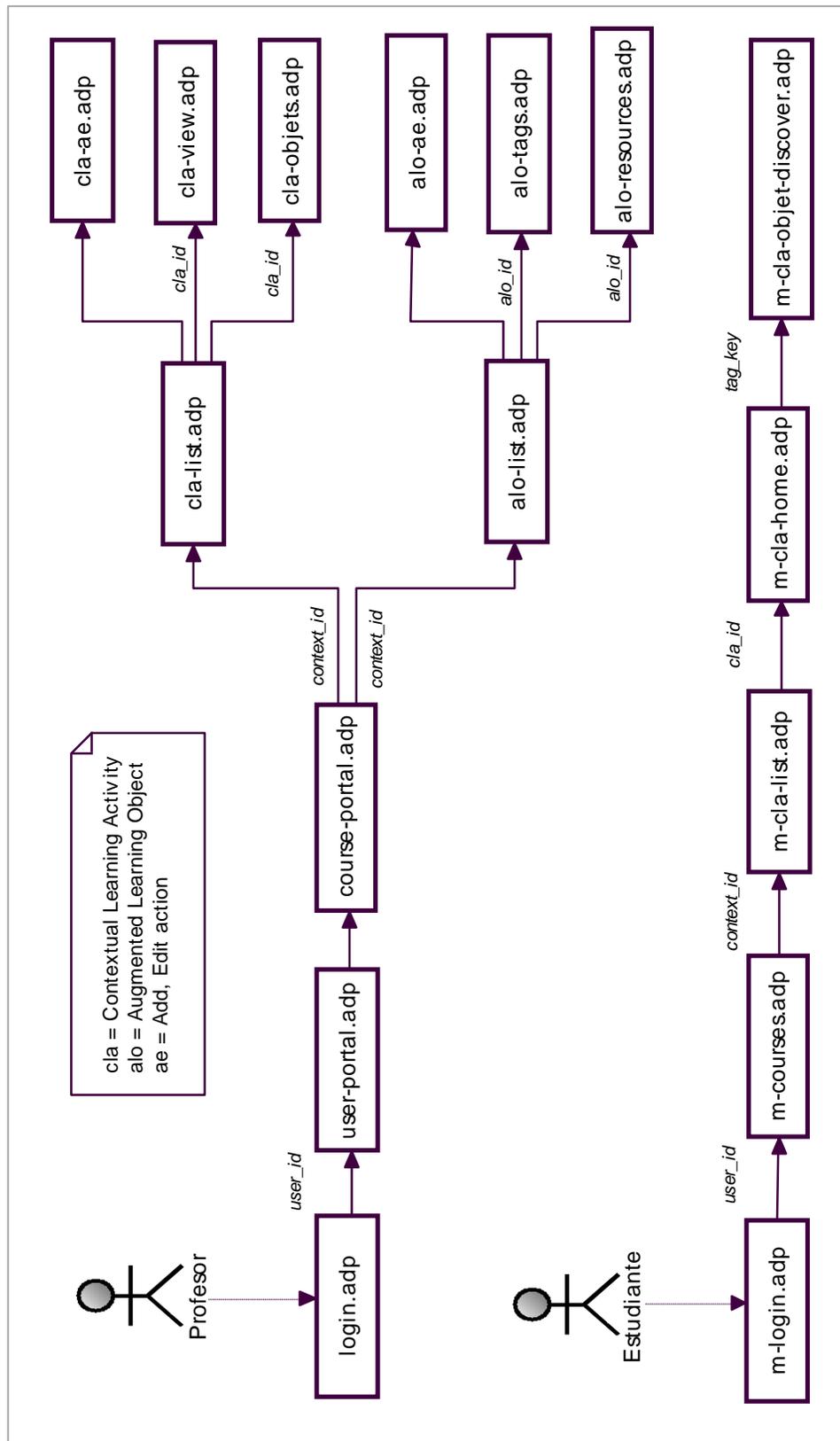


Figura 3.23: Diagrama de navegación web para actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN. (Fuente propia).

3.3.5. Vista de despliegue

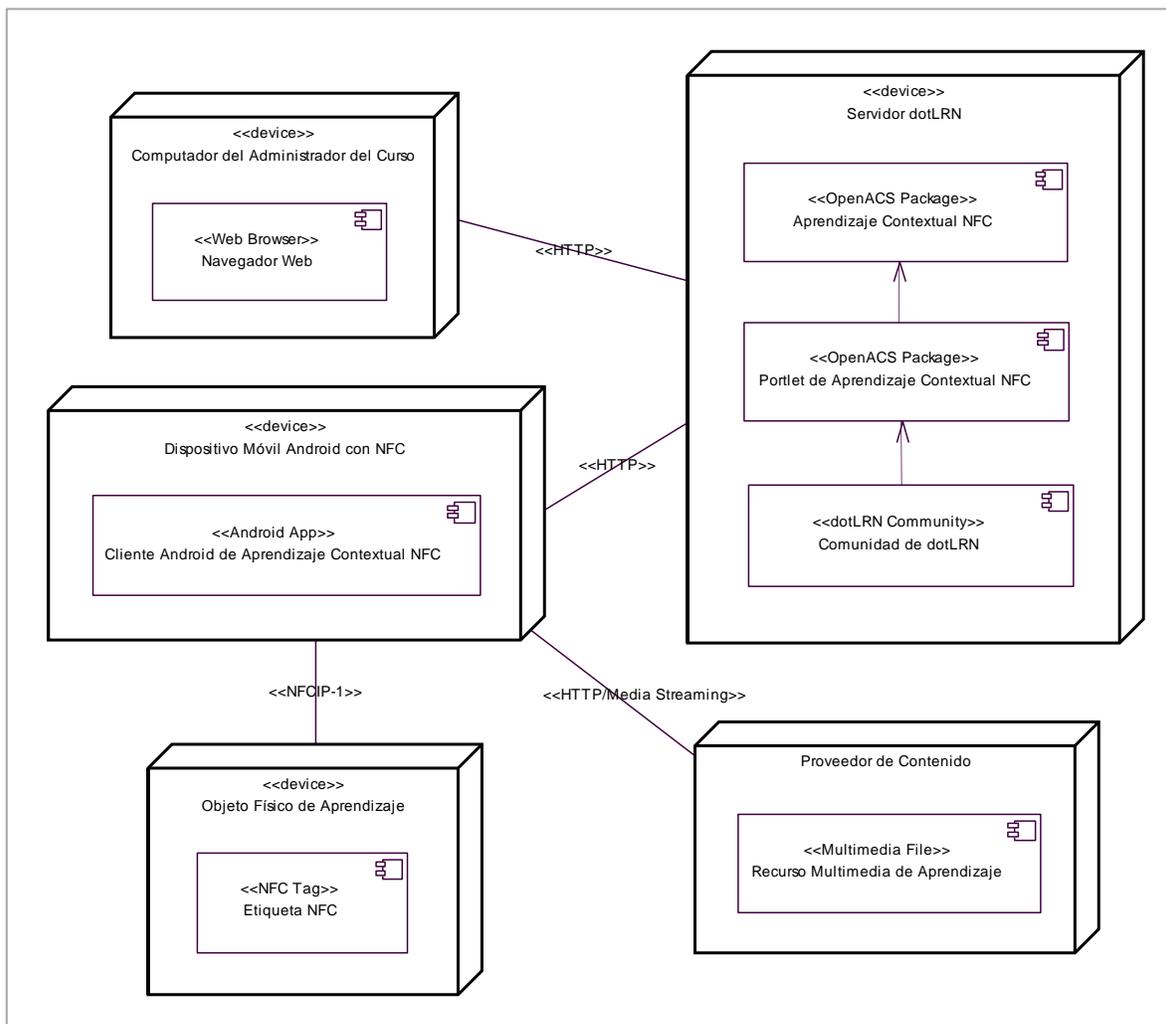


Figura 3.24: Diagrama de despliegue de la arquitectura de referencia. (Fuente propia).

En el diagrama de despliegue, figura 3.24, se observa cómo los componentes software diseñados se mapean en el hardware.

- **Computador del administrador del curso:** computador que utiliza el profesor para acceder a la plataforma .LRN.
- **Dispositivo móvil Android con NFC:** puede ser un *Smartphone* o un *Tablet PC* Android con soporte NFC en el que se instala la aplicación cliente para acceder al LMS y desarrollar una actividad de aprendizaje contextual.
- **Servidor .LRN:** Representa un equipo servidor con una instancia de .LRN en funcionamiento y algunas comunidades disponibles para los usuarios.
- **Proveedor de contenido:** representa un equipo remoto que almacena contenido multimedia y provee interfaces para accederlo.

- **Objeto físico de aprendizaje:** es un objeto real que ha sido seleccionado y etiquetado para crear una actividad de aprendizaje contextual.

Producto del modelo de referencia, la reconstrucción de arquitectura, los patrones y las vistas de descripción UML, se presenta el resumen de arquitectura (figura 3.25). Este diagrama ofrece una visión general de la propuesta de integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN a través de dispositivos móviles Android con soporte NFC.

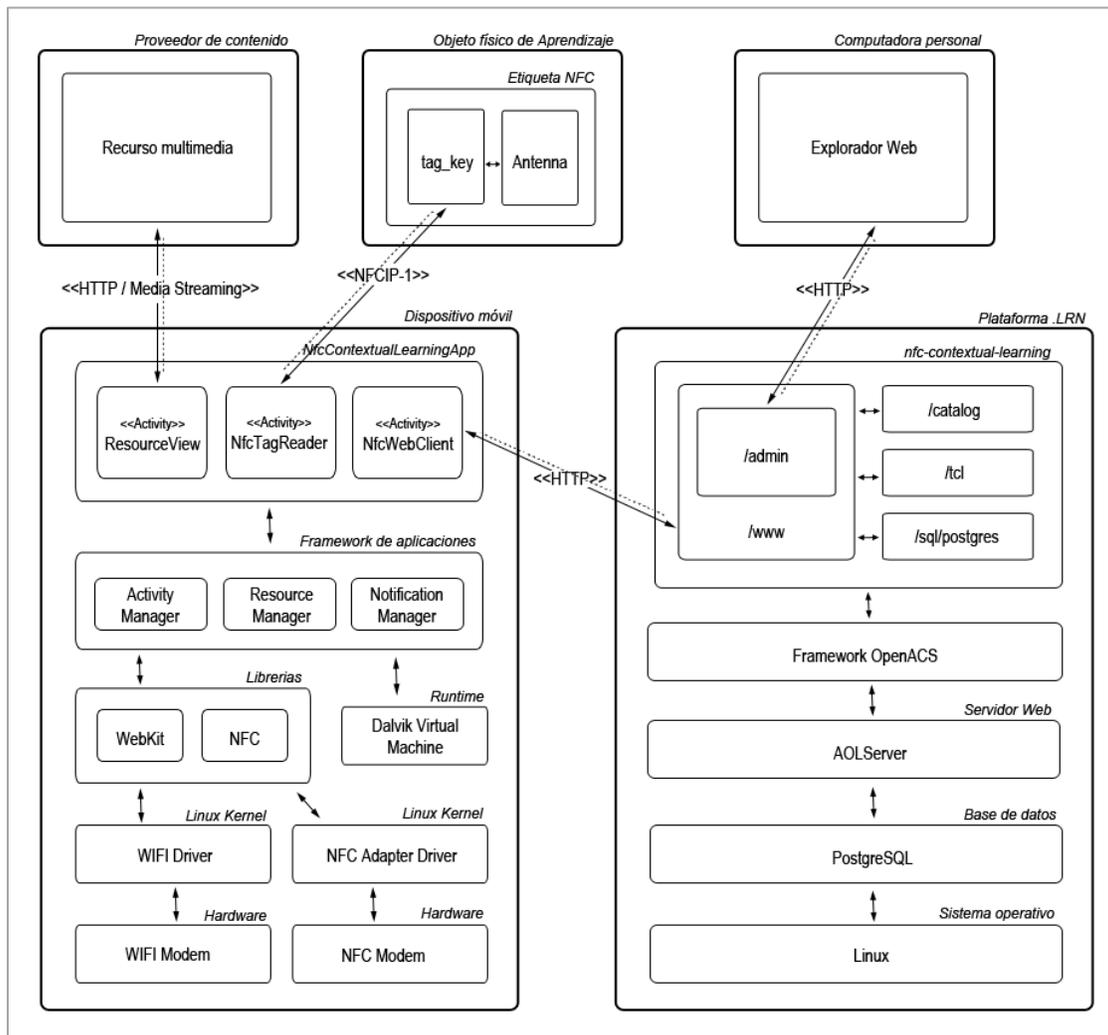


Figura 3.25: Esquema general para integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN. (Fuente propia).

3.4. Conclusiones generales de la construcción de la arquitectura

De la construcción de la arquitectura de referencia para integrar actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN a través de dispositivos móviles Android con soporte NFC se puede concluir que:

- Se ha aportado un modelo de referencia para integrar actividades de aprendizaje contextual que comprende la definición del entorno tecnológico y un conjunto de 4 escenarios de interacción en los que participan docentes y estudiantes al interior de una comunidad del sistema LMS.
- En la reconstrucción de arquitectura, se observó que Android, a diferencia de otros sistemas operativos, provee acceso a todos los componentes hardware y software del dispositivo a través de librerías e interfaces de comunicación para crear aplicaciones centradas en la experiencia de usuario.
- En la reconstrucción de arquitectura, se observó por qué .LRN es una plataforma de gestión del aprendizaje robusta y escalable. Al estar construida sobre OpenACS, simplifica el desarrollo de aplicaciones.
- Se ha construido una arquitectura de referencia, en la que todos los componentes software y hardware trabajan en conjunto para soportar los escenarios de interacción del modelo de referencia y ofrecer una buena experiencia de usuario.
- Debido a que la arquitectura propuesta integra tecnologías Web, móviles y ubicuas, algunas no orientadas a objetos, se encontraron limitaciones en el lenguaje de modelado UML, para describir los componentes y el comportamiento del sistema. Por esta razón, algunas vistas de la descripción de la arquitectura emplean diagramas complementarios, no especificados en UML, para mejorar la comprensión de la propuesta.
- La arquitectura de referencia propuesta se convierte en la base para integrar actividades de aprendizaje contextual basadas en objetos de aprendizaje aumentado en otros sistemas LMS. El modelo de referencia aporta la base conceptual, y la descripción de la arquitectura permite abstraer componentes y comportamientos reutilizables en otros contextos.
- En el proceso de dar solución al problema planteado en este trabajo de grado, la arquitectura de referencia indica que es posible integrar actividades de aprendizaje contextual basadas en objetos físicos etiquetados con NFC en la plataforma .LRN, sin embargo aún se debe realizar su implementación para confirmar la hipótesis.

Capítulo 4

Implementación de la arquitectura propuesta para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN

El capítulo 4 plantea la implementación de la arquitectura de referencia propuesta para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN a través de dispositivos móviles Android con soporte NFC. Los aportes de la implementación a la solución del problema planteado en este trabajo de grado son:

- Un conjunto de herramientas, centradas en la experiencia de usuario, que soporten los escenarios de interacción definidos en el modelo de referencia de la arquitectura.
- Selección de los dispositivos y tecnologías sobre los cuales se pueden desplegar las herramientas, incluyendo móviles Android, servidores, y etiquetas NFC.
- Documentación necesaria para que los administradores puedan instalar las herramientas en los dispositivos y evaluar su posible compatibilidad con otros equipos.
- Documentación necesaria para que los usuarios finales, profesores y estudiantes, puedan utilizar las herramientas una vez se encuentren disponibles en la plataforma .LRN en la que se encuentran registrados.

4.1. Herramientas de integración

Se ha desarrollado un total de cuatro herramientas, tres de las cuales hacen de parte de la aplicación de gestión de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN y una del cliente instalado en el dispositivo móvil.

4.1.1. NFC Contextual Learning

NFC Contextual Learning es un paquete OpenACS que contiene toda la lógica de soporte de objetos de aprendizaje aumentado y de actividades de aprendizaje contextual en la

plataforma .LRN. Está compuesto por dos secciones, en primer lugar, un conjunto de páginas (.adp y .tcl) de administración que permiten al profesor gestionar sus objetos y las actividades del curso; en segundo lugar, un conjunto de páginas que se adaptan al tamaño de pantalla de los dispositivos móviles para que el estudiante desarrolle las actividades propuestas por el docente.

El profesor tiene acceso a una lista desde donde puede gestionar sus objetos de aprendizaje aumentado (figura 4.1). El proceso para crear un objeto que posteriormente pueda emplearse para formular una actividad implica:

1. Agregar la información básica del objeto (figura 4.2).
2. Etiquetar el objeto con una o más etiquetas NFC (figura 4.3).
3. Agregar recursos multimedia al objeto. Para cada recurso se debe especificar nombre, tipo y ubicación en la red (figura 4.4).

Home : Subjects : Facultad de Ingeniería Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual

Home | Classes | Communities | Control Panel | **Enfasis I - Telematica - A**

Class Home | Calendar | File Storage | Admin

NFC Augmented Learning Objects

Add new NFC Augmented Learning Object | Manage Contextual Learning Activities

Creation Date	Object	Resources	Tags	Scope	Delete
August 19 2011	DFE-530TX+ 10/100 Fast Ethernet	1	1	Private	Mark Shared Delete
August 19 2011	Cisco Catalyst 2950C	1	1	Private	Mark Shared Delete
August 19 2011	<u>Cisco 3900 Series</u>	2	2	Private	Mark Shared Delete

Click to view this object details

Figura 4.1: Lista de objetos de aprendizaje aumentado. (Fuente propia).

Home : Subjects : Facultad de Ingeniería Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual

Home | Classes | Communities | Control Panel | **Enfasis I - Telematica - A**

Class Home | Calendar | File Storage | Admin

Add new NFC Augmented Learning Object

Object Name (required)

Description

OK

Cancel

Figura 4.2: Crear objeto de aprendizaje aumentado. (Fuente propia).

The screenshot shows the LMS interface for the 'Cisco 3900 Series' object. The breadcrumb trail is: Home : Subjects : Facultad de Ingenieria Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual. The navigation menu includes Home, Classes, Communities, Control Panel, and Enfasis I - Telematica - A. Below the navigation, there are links for Class Home, Calendar, File Storage, and Admin. The main content area displays the object name and description: 'NFC Object: Cisco 3900 Series' and 'Description: Integrated Services Routers'. Under 'Object's Tags', there is a table with one tag: 'E5003D00' with a 'Delete' button. To the right, the 'Add a new Tag' form is active, showing a 'Tag Key (required)' field with the value 'DE07BAED' and an 'OK' button. A 'Back' button is located at the bottom left.

Figura 4.3: Etiquetar objeto de aprendizaje aumentado. (Fuente propia).

The screenshot shows the LMS interface for the 'Cisco 3900 Series' object. The breadcrumb trail is: Home : Subjects : Facultad de Ingenieria Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual. The navigation menu includes Home, Classes, Communities, Control Panel, and Enfasis I - Telematica - A. Below the navigation, there are links for Class Home, Calendar, File Storage, and Admin. The main content area displays the object name and description: 'NFC Object: Cisco 3900 Series'. Under 'Object's Resources', there is a table with one resource: 'Router view' of type 'Image' with source 'http://www.cisco.com/en/US/prod/routers/ps10536/3900-m.jpg' and a 'Delete' button. Below the table, the 'Add a new resource' form is active, showing fields for 'Resource Title (required)' with the value 'Router data Sheet', 'Source URI (required)' with the value 'http://m.youtube.com/watcl', and 'Type (required)' set to 'Video'. An 'OK' button is at the bottom right, and a 'Back' button is at the bottom left.

Figura 4.4: Agregar recursos a un objeto de aprendizaje aumentado. (Fuente propia).

El profesor puede alternar entre las interfaces de gestión de objetos y actividades (figura 4.5). Como ya se sabe una actividad existe sólo en el contexto de una comunidad del LMS. Para crear una actividad de aprendizaje contextual se debe:

1. Agregar la información básica de la actividad: nombre, descripción, ubicación, instrucciones, objetivos y tipo. En este punto la actividad se encuentra en estado de configuración (figura 4.6).
2. Agregar objetos de aprendizaje a la actividad. Además de sus objetos, el profesor podrá utilizar objetos compartidos por otros docentes. En este apartado también

debe tenerse en cuenta el tipo de actividad, en caso de ser secuencial el estudiante tendrá que descubrir los objetos ordenadamente (figura 4.7).

Home : Subjects : Facultad de Ingeniería Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual

Home Classes Communities Control Panel **Enfasis I - Telematica - A**

Class Home Calendar File Storage Admin

NFC Contextual Learning Activities

Add new NFC Contextual Learning Activity Manage Augmented Learning Objects

Creation Date	Activity	Type	NFC ALOs	Status	New Status	Activity Log
August 19 2011	Basic Network Components	Sequential	3	In progress	Mark Completed	Activity Log

Click to view the activity log

Figura 4.5: Lista de actividades de aprendizaje contextual. (Fuente propia).

Home : Subjects : Facultad de Ingeniería Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual

Home Classes Communities Control Panel **Enfasis I - Telematica - A**

Class Home Calendar File Storage Admin

Add new NFC Contextual Learning Activity

Activity Title (required) Basic Network Components

Description (required) Class introduction activity

Location (required) Lab - 326

Instructions (required) Find the network components

Goals (required) Identify the basic components in a Wired Network and

Type (required) Sequential

OK

Cancel

Figura 4.6: Crear actividad de aprendizaje contextual. (Fuente propia).

Una vez se ha creado la actividad y se le han agregado objetos de aprendizaje, debe ponerse “en progreso” desde la lista de actividades para hacerla visible a los estudiantes de la comunidad. Para terminar la actividad, el educador debe cambiar su estado a “completado”. Como se puede apreciar en la figura 4.5, cuando una actividad se encuentra “en progreso” o “completada” el profesor tiene la posibilidad de acceder al registro de interacción, para verificar la interacción en el tiempo de los usuarios con los objetos de la actividad (figura 4.8).

The screenshot shows the LRN interface for a contextual learning activity. The breadcrumb trail is: Home : Subjects : Facultad de Ingeniería Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual. The active page is 'Enfasis I - Telematica - A'. Below the navigation menu, the activity is identified as 'NFC Activity: Basic Network Components' with a type of 'Sequential'. Under 'NFC Activity's Augmented Learning Objects', a table lists one object: 'DFE-530TX+ 10/100 Fast Ethernet' with 1 resource and 1 tag. Under 'User's NFC Augmented Learning Objects', a table lists two objects: 'Cisco Catalyst 2950C' and 'Cisco 3900 Series'. A mouse cursor is hovering over the 'Add to Activity' link for the Cisco 3900 Series object, with a tooltip that says 'Click to add this object to the activity'. The 'Shared NFC Augmented Learning Objects' section is empty, showing 'No data.'. A 'Back' button is located at the bottom left.

#	Creation Date	Object	Resources	Tags	Remove
1	August 19 2011	DFE-530TX+ 10/100 Fast Ethernet	1	1	Remove

Creation Date	Object	Resources	Tags	Add to Activity
August 19 2011	Cisco Catalyst 2950C	1	1	Add to Activity
August 19 2011	Cisco 3900 Series	2	2	Add to Activity

Creation Date	Object	Resources	Tags	Add to Activity
No data.				

Figura 4.7: Agregar objetos a una actividad de aprendizaje contextual. (Fuente propia).

The screenshot shows the LRN interface for the same activity, now displaying the 'Activity Log'. The breadcrumb trail is: Home : Subjects : Facultad de Ingeniería Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual. The active page is 'Enfasis I - Telematica - A'. Below the navigation menu, the activity is identified as 'Activity: Basic Network Components' with a type of 'Sequential' and a status of 'In progress'. Under 'Activity Log', a table lists two entries: '2011-08-19 17:15:49.81197' by 'Omar Sotelo' for 'DFE-530TX+ 10/100 Fast Ethernet', and '2011-08-19 17:16:21.400174' by 'Omar Sotelo' for 'Cisco 3900 Series'. A 'Back' button is located at the bottom left.

#	Time Stamp	User	Object
1	2011-08-19 17:15:49.81197	Omar Sotelo	DFE-530TX+ 10/100 Fast Ethernet
2	2011-08-19 17:16:21.400174	Omar Sotelo	Cisco 3900 Series

Figura 4.8: Registro de interacción de una actividad. (Fuente propia).

4.1.2. NFC Contextual Learning Portlet

NFC Contextual Learning Portlet es un paquete OpenACS que se encarga de proveer contenido del paquete NFC Contextual Learning a los usuarios de una comunidad, a

través de los portales de la plataforma .LRN. Como se observa en la figura 4.9 el portlet de administración, permite al profesor acceder las secciones de administración de objetos y actividades de aprendizaje, mientras que el portlet del estudiante (figura 4.10), cuando es accedido desde un computador indica que para desarrollar las actividades de la comunidad debe iniciar sesión con el dispositivo móvil Android.

The screenshot shows three stacked portlets with green headers. The first portlet, 'Calendar Administration', contains a list of links: 'Create a new Event', 'Manage Calendar Event Types', and 'Period days for the list view (default)' with an input field containing '30'. The second portlet, 'News Administration', contains links for 'Manage News' and 'Add a News Item'. The third portlet, 'Contextual Learning Activities Administration', contains links for 'Manage your NFC Augmented Learning Objects' and 'Manage the class or club NFC Contextual Learning Activities'.

Figura 4.9: Portlet de administración de aprendizaje contextual. (Fuente propia).

The screenshot shows three stacked portlets with green headers. The first portlet, 'Frequently Asked Questions (FAQs)', has a table with columns 'Name' and 'Group' and a message 'No FAQs'. The second portlet, 'News', contains links for 'Unsubscribe [Subscribers]' and 'Syndication Feed', a button 'Add a News Item', and the text 'No News'. The third portlet, 'Contextual Learning Activities', contains the text: 'Use the NFC dotLRN app available for NFC enabled Android phones to access the Contextual Learning Activities.'

Figura 4.10: Portlet de usuario de aprendizaje contextual. (Fuente propia).

4.1.3. NFC Contextual Learning Applet

Según se definió en la sección de recuperación de arquitectura del capítulo 3, para integrar un paquete OpenACS a la plataforma .LRN deben crearse dos paquetes adicionales, el primero incluye los portlets (NFC Contextual Learning Portlet) y el segundo un applet (NFC Contextual Learning Applet) que permite agregar la funcionalidad del paquete NFC Contextual Learning desde la interfaz de administración de la comunidad, como se aprecia en la figura 4.11.

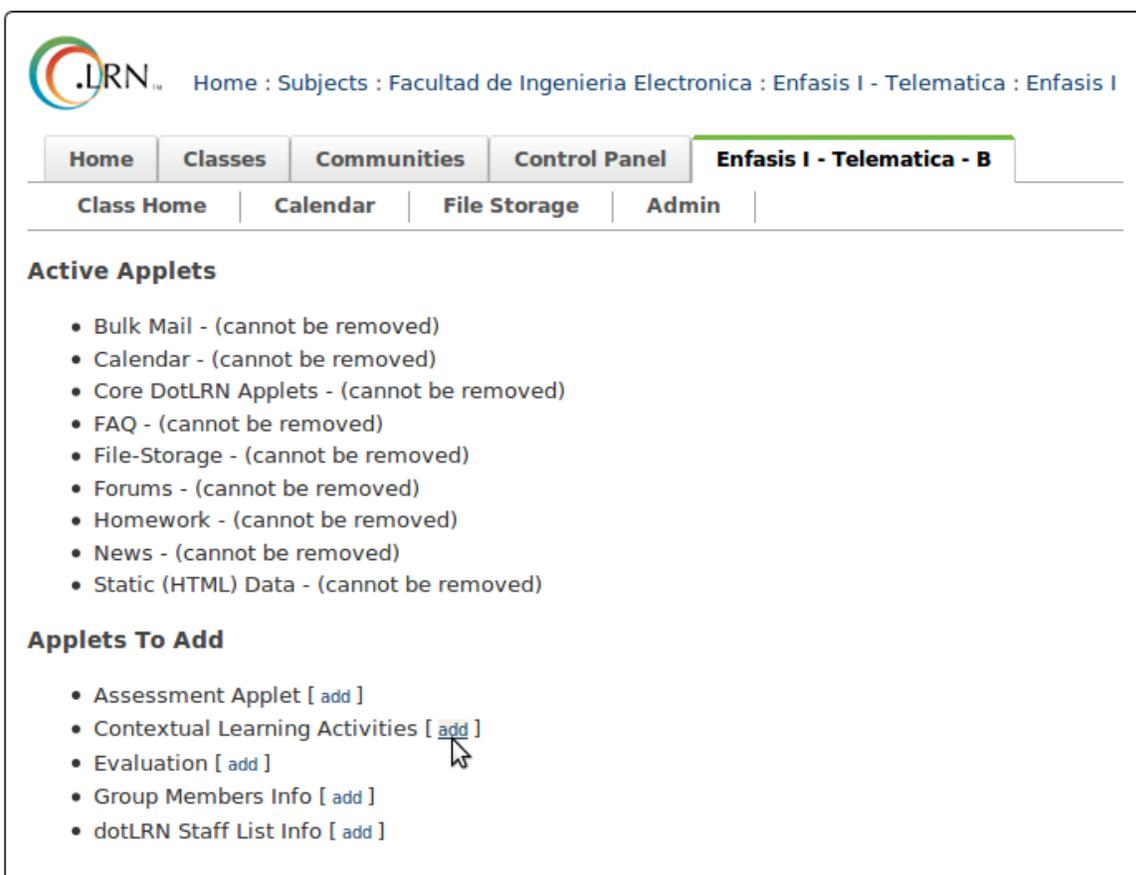


Figura 4.11: Applet de aprendizaje contextual. (Fuente propia).

4.1.4. NFC Contextual Learning App

NFC Contextual Learning App es la aplicación Android que se instala en el dispositivo móvil para acceder a la plataforma .LRN, navegar por las actividades de aprendizaje contextual y descubrir los objetos. Una forma fácil de distribuir la aplicación es a través de correos electrónicos. Cuando la aplicación ya está instalada en el dispositivo se debe abrir desde el menú de aplicaciones, luego se debe configurar la dirección URL de la plataforma .LRN a la cual se desea conectar. Finalmente, del menú principal se selecciona la opción “acceder a .LRN”. Si la dirección es correcta y el servidor tiene instalada la aplicación NFC Contextual Learning, el usuario verá la pantalla de inicio de sesión adaptada al tamaño de pantalla como en la figura 4.12.

Al seleccionar la opción “leer identificación de etiqueta NFC” se inicia una actividad que ayuda a los docentes a etiquetar los objetos.

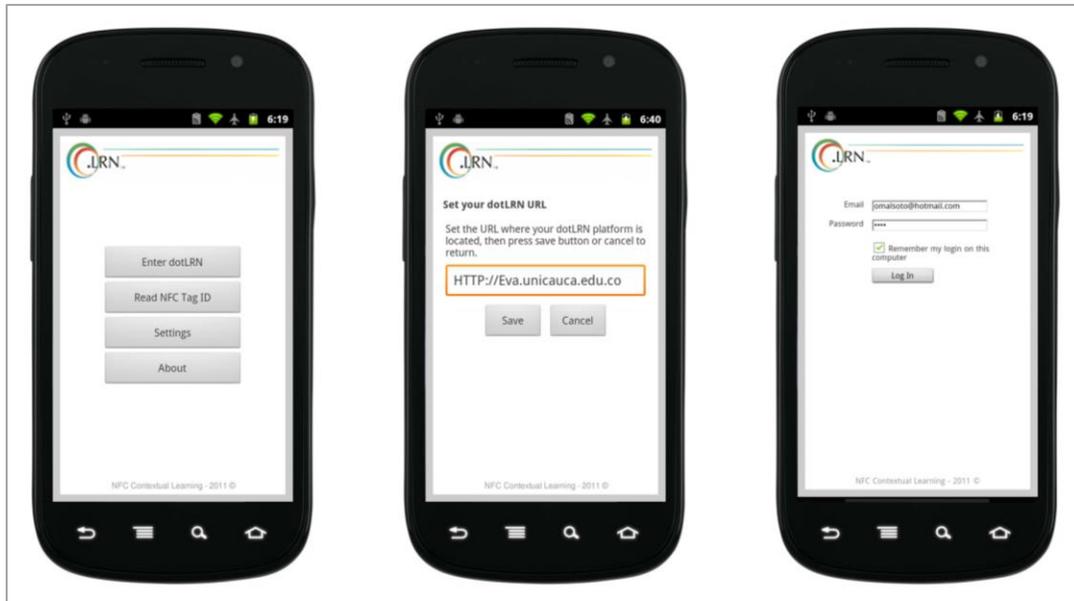


Figura 4.12: Accediendo a .LRN con dispositivo móvil. (Fuente propia).

Después de ingresar sus credenciales de inicio de sesión, el usuario es dirigido a la página “m-courses”, donde puede ver cuáles de las comunidades (clases o clubes) en los que se encuentra registrado, tienen actividades de aprendizaje contextual en progreso o completadas. Luego de seleccionar una de las comunidades, la aplicación NFC Contextual Learning le despliega la lista de actividades, finalmente al seleccionar una actividad accede al “home” para verificar sus características (figura 4.13).

A partir de este momento, se puede apreciar como todas las herramientas empiezan a interactuar para habilitar los escenarios de interacción propuestos en el modelo de referencia de la arquitectura.

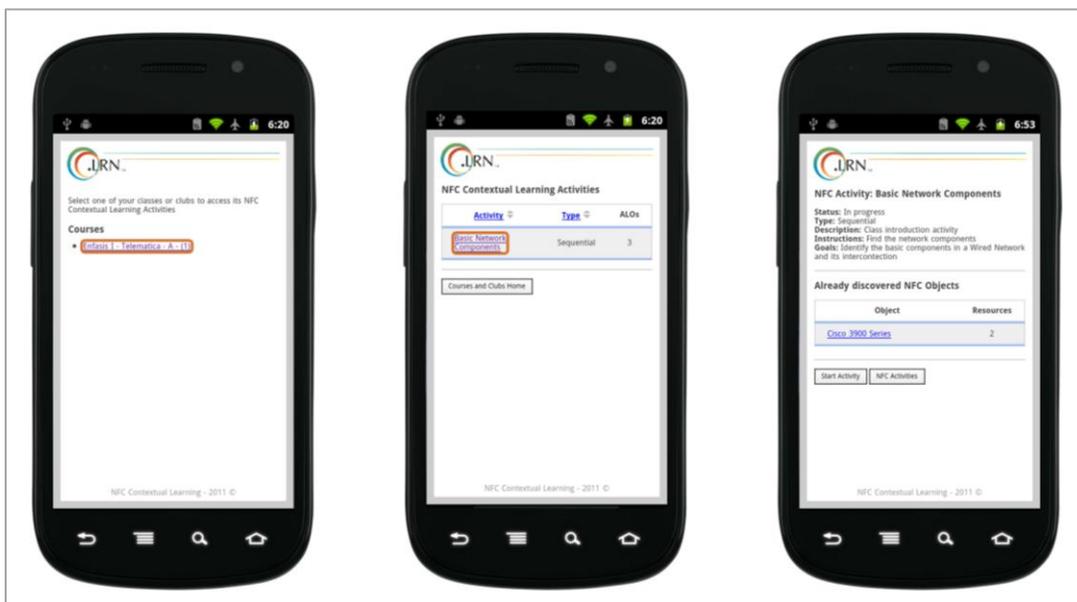


Figura 4.13: Accediendo a una actividad con el dispositivo móvil. (Fuente propia).

Para desarrollar una actividad de aprendizaje contextual, el usuario debe seleccionar la opción “empezar actividad” en el “home”. En la segunda pantalla de la figura 4.14 se puede ver que la aplicación solicita al usuario que empiece a interactuar con los objetos de aprendizaje aumentado. Cuando el usuario identifica un objeto físico y toca su etiqueta con el dispositivo móvil la aplicación captura su identificador y lo envía al servidor. Del lado del servidor el paquete NFC Contextual Learning verifica si la etiqueta pertenece a algún objeto de la actividad, guarda registro de la interacción y finalmente entrega al usuario una lista de recursos multimedia.

Cuando el estudiante selecciona un recurso de la lista, se genera una intención, posteriormente recibida por el administrador de actividades del dispositivo, indicando con cuál de las aplicaciones instaladas se puede resolver la solicitud, por ejemplo, al solicitar una dirección URL con protocolo HTTP, el dispositivo lanza el navegador Web de dispositivo para acceder en contenido.

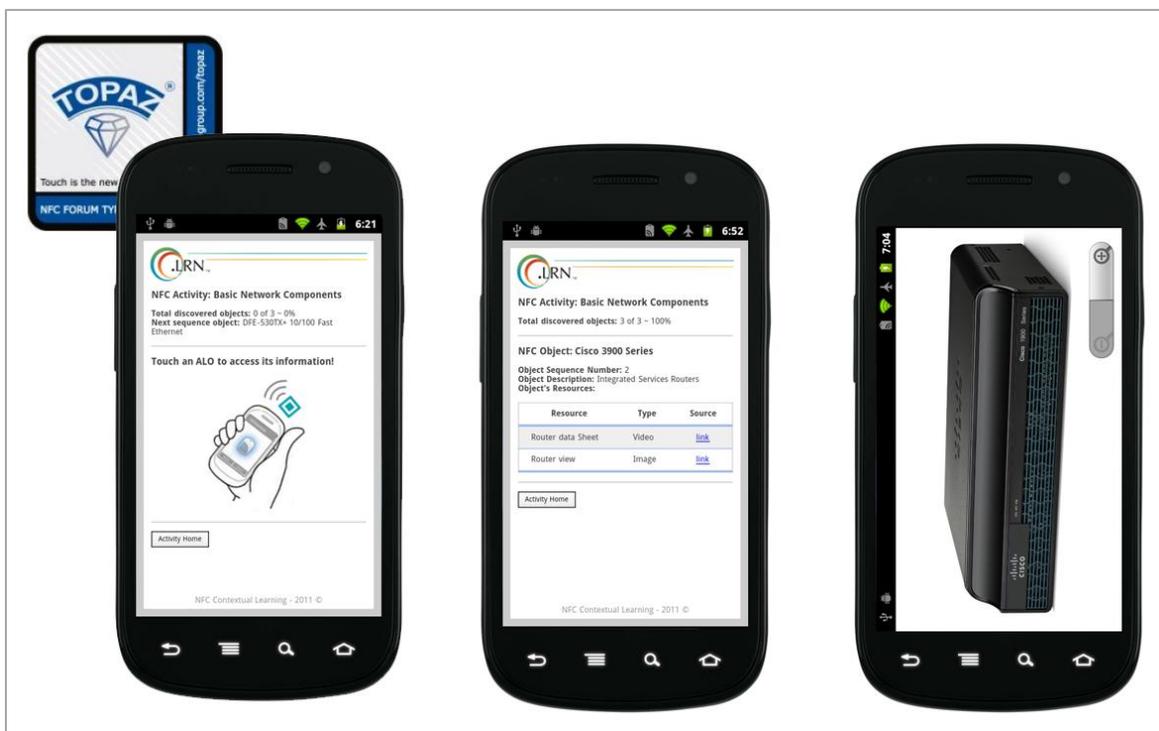


Figura 4.14: Desarrollando una actividad con el dispositivo móvil. (Fuente propia).

Después de revisar los recursos del objeto, el estudiante puede regresar al “home” de la actividad. En la parte superior, se muestra el porcentaje de progreso, en caso de que la actividad sea de tipo secuencial, también se muestra un indicador de siguiente objeto. Una vez que un objeto ha sido descubierto, puede ser accedido desde la lista de “objetos descubiertos previamente” en el “home” de la actividad sin necesidad de establecer contacto nuevamente con la etiqueta.

4.2. Relación de herramientas y escenarios

En la tabla 4.1 se presenta relación de las herramientas desarrolladas con los escenarios de interacción definidos en el modelo de referencia de la propuesta de arquitectura del

capítulo 3. A través de esta relación se puede establecer el nivel de integración y la comunicación entre los componentes del sistema, como se puede apreciar, para soportar un solo escenario se requiere de al menos dos herramientas.

Escenario	Herramientas
<i>Actor: Profesor.</i> Gestión de objetos de aprendizaje aumentado.	NFC Contextual Learning, NFC Contextual Learning Portlet, NFC Contextual Learning Applet.
<i>Actor: Profesor.</i> Formulación de actividad de aprendizaje contextual.	NFC Contextual Learning, NFC Contextual Learning Portlet, NFC Contextual Learning Applet.
<i>Actor: Estudiante.</i> Aplicación de actividad de aprendizaje contextual.	NFC Contextual Learning, NFC Contextual Learning Android App.
<i>Actor: Profesor.</i> Revisión de actividad de aprendizaje contextual.	NFC Contextual Learning, NFC Contextual Learning Portlet, NFC Contextual Learning Applet.

Tabla 4.1: Relación de herramientas y escenarios. (Fuente propia).

4.3. Selección de dispositivos

En función de la disponibilidad y la capacidad de adquisición, se seleccionó un conjunto de equipos para desplegar las herramientas implementadas. Del lado del servidor, NFC Contextual Learning, NFC Contextual Learning Portlet y NFC Contextual Learning Applet fueron desplegadas y probadas en un equipo servidor con las características mostradas en la tabla 4.2.

	Detalles
Procesador	AMD Athon 64 X2 5600+, 2.8GHZ.
Memoria RAM	4G DDR2 - 800MHZ.
Almacenamiento	Maxtor 250GBytes, Serial ATA - 7200 RPM.
Interfaz de red	LAN 10/100/1000 Fast Ethernet.
Sistema operativo	Linux Ubuntu 10.04 - 32 Bits.
Base de datos	PostgreSQL 8.4.
Plataforma .LRN	Versión 2.5.0-2, soportada en OpenACS 5.6.0 y AOLServer 4.5.

Tabla 4.2: Características del equipo servidor. (Fuente propia).

Del lado del cliente, la herramienta NFC Contextual Learning Android App fue desplegada y probada en un *Smartphone* Samsung Google Nexus S con las características mostradas en la tabla 4.3.

	Detalles
Procesador	1GHz Cortex A8 (Hummingbird).
Memoria RAM	512 Mbytes.
Almacenamiento	16Gbytes iNAND flash memory.
Pantalla	4.0" WVGA (480x800).
Sistema operativo	Android 2.3.4 (Gingerbread), API level 10.
Conectividad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wi-Fi 802.11 n/b/g ▪ Bluetooth 2.1+EDR ▪ Near Field Communication (NFC) ▪ Assisted GPS (A-GPS)
Sensores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Three-axis gyroscope ▪ Accelerometer ▪ Proximity sensor ▪ Light sensor

Tabla 4.3: Características del dispositivo móvil. (Adaptado de [75]).

Es importante resaltar que las características del equipo servidor deben ajustarse a la cantidad de usuarios y comunidades registrados, mientras que la aplicación móvil requiere que el dispositivo huésped cuente con un adaptador NFC, acceso a redes WIFI y una versión de sistema operativo igual o superior a 2.3 (Android Gingerbread).

La aplicación móvil fue desarrollada para soportar todos los tipos de etiquetas NFC definidas en el API, sin embargo debido a la disponibilidad, se realizan pruebas con las etiquetas disponibles:

- Innovision Topaz NFC Forum Type 1.
- Etiquetas que no hacen parte de las especificación de NFC Forum, como tarjetas de negocio RFID imprimibles y etiquetas adhesivas incluidas en el Touchatag Starter Package [76].

Se concluyó a partir de la experimentación, que el dispositivo móvil seleccionado soporta otro tipo de etiquetas diferentes a las especificadas en el API de desarrollo (capítulo 3, sección 3.2.2.3), la característica en común de las etiquetas probadas es que todas operan en la banda de 13.56 MHz.

4.4. Conclusiones acerca de la implementación

De la implementación de la arquitectura de referencia propuesta en el capítulo 3 se puede concluir:

- Se verificó la capacidad del cliente móvil para detectar etiquetas NFC. Se observó que tanto el dispositivo como la aplicación respondieron satisfactoriamente a diferentes tipos de etiquetas.

- Las herramientas del lado del servidor se adaptaron satisfactoriamente a la arquitectura de la plataforma .LRN. Las actividades de aprendizaje se integraron correctamente en el contexto de las comunidades del LMS.
- Se realizaron pruebas de usabilidad a partir de los contenidos entregados por el servidor al cliente y se observó que se adaptan correctamente al tamaño de pantalla del dispositivo móvil.
- Fue posible implementar un conjunto de herramientas a partir de la descripción de la arquitectura. Después de probar los componentes individualmente, se realizó una prueba basada en los escenarios del modelo de referencia para verificar la comunicación entre los elementos del sistema.
- Se crearon tres guías de usuario para documentar la implementación realizada (Anexo A). La primera permite al administrador de la plataforma evaluar la posibilidad de instalar las herramientas. La segunda explica al profesor cómo gestionar objetos y actividades de aprendizaje y la tercera explica a los estudiantes cómo hacer uso de la aplicación móvil para desarrollar una actividad disponible en la plataforma.

Capítulo 5

Experimentación y Resultados

Hasta el momento, se ha desarrollado un conjunto de herramientas para el soporte de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN, a partir de la arquitectura del capítulo 3. En este capítulo, se presenta una serie de experiencias llevadas a cabo en ambientes reales de aprendizaje que buscan evaluar diferentes aspectos de la propuesta. Para alcanzar este objetivo, se ha seleccionado la técnica de investigación cualitativa “*Focus Group*” (Grupos Focales) como mecanismo principal, para conocer la opinión de cada uno de los diferentes actores que pueden llegar a hacer uso de las herramientas, siguiendo los escenarios definidos en el modelo de referencia de la sección 3.1.

La técnica de investigación seleccionada es acorde con el objetivo de las experiencias, el tiempo que toma su desarrollo y la disponibilidad de los recursos humanos. En comparación con los métodos cuantitativos, *Focus Group* ofrece a los investigadores una aproximación rápida, sobre aspectos de un producto que se desea evaluar. Según lo planteado, se desea conocer la forma en que los participantes de las experiencias perciben la aplicación “NFC Contextual Learning”.

En este trabajo de grado, las herramientas software desarrolladas serán consideradas productos a introducir en el mercado, con el fin de conocer la opinión y los aportes grupales e individuales de los participantes, respecto a la propuesta y a la experiencia de usuario.

La descripción de cada experiencia incluye:

- *Localización*: descripción del espacio físico donde se desarrolla la experiencia.
- *Población*: de dónde se selecciona la muestra para desarrollar la experiencia.
- *Diseño*: características y procedimientos de la experiencia.
- *Objetivo*: qué se busca al realizar la experiencia.
- *Síntesis y análisis de información*: se presentan el procesamiento y el análisis de la información recolectada en la experiencia utilizando el software SPSS Statistics³.
- *Conclusiones*: se concluye a partir del análisis de información y se verifican los aportes de cada experiencia a la evaluación general de la propuesta de integración.

³ Software para el análisis de datos de IBM, <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/>

El espacio real de aprendizaje definido para la evaluación de la propuesta, existe en el contexto del programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca en la ciudad de Popayán, Colombia. Los individuos que participan en las experiencias son seleccionados entre docentes y estudiantes del programa. De igual forma, las temáticas de cada experiencia están relacionadas con cursos reales.

5.1. Experiencia 1 - Docentes

Localización: Esta experiencia fue desarrollada en la sala de computación del Instituto de Posgrado en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. Fue realizada el día 29 de agosto de 2011 a las 10:30 AM y tuvo una duración aproximada de 1 hora.

Población: Para desarrollar a esta experiencia fue seleccionado un grupo de seis estudiantes del programa de Maestría en Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca, hoy profesores del Departamento sin experiencia como instructores de la plataforma .LRN. La muestra seleccionada corresponde al 80% de la población de estudiantes de la maestría que realizan actividades docentes al interior de la Universidad.

Diseño: Se propone un análisis cualitativo bajo la metodología Focus Group a través de una encuesta realizada a los participantes. Previo al desarrollo de la experiencia, se distribuye vía correo electrónico el manual de usuario (Anexo A.2) a los profesores para instruirlos en el uso de las herramientas. Una vez reunidos en lugar de la experiencia:

1. Se ubica a los docentes individualmente en estaciones de trabajo con acceso a la plataforma .LRN configurada para la experiencia y se les entrega una etiqueta NFC.
2. Se realiza una pequeña introducción para ubicar a los asistentes en el contexto conceptual y tecnológico de este trabajo.
3. Luego, los docentes acceden simultáneamente a la plataforma, inician sesión y usan las herramientas del capítulo 4 para crear objetos de aprendizaje aumentado etiquetarlos, asignarles al menos un recurso multimedia y compartirlos.
4. Cada profesor procede a crear una actividad de aprendizaje utilizando el objeto ya definido y los compartidos por otros docentes. Cuando ha terminado de configurar la actividad, la pone “en progreso” y realiza algunas pruebas de interacción entre el teléfono y los objetos.
5. Finalmente, cada docente diligencia una encuesta de siete preguntas (Anexo B.2) relacionadas con el uso de las herramientas y las aplicaciones que podría tener la propuesta en diferentes escenarios de formación.

Objetivos: Con el desarrollo de la experiencia se busca:

- Medir el grado de aceptación de la aplicación “NFC Contextual Learning” en los docentes participantes.
- Medir la experiencia de interacción por parte de los docentes participantes en el uso de las herramientas de la aplicación “NFC Contextual Learning”.

- Identificar escenarios de formación, donde los docentes participantes harían uso de la aplicación “NFC Contextual Learning”.

Síntesis de grado y análisis de información: Las tablas 5.1, 5.2 y 5.3 muestra los estadísticos descriptivos básicos generados a partir de la encuesta realizada al final de la experiencia. Se definieron cinco variables para medir la facilidad de los procedimientos necesarios para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN (tabla 5.1). Por otra parte se definieron dos variables para medir la experiencia de interacción (tabla 5.2) y una para medir el grado de aceptación de la aplicación “NFC Contextual Learning” (tabla 5.3). Con valores entre uno y cuatro puntos, siete de las ocho variables evaluadas tienen estadísticos iguales o superiores a tres.

		Forma de crear un objeto de aprendizaje	Forma de asignar una etiqueta a un objeto de aprendizaje	Forma de agregar un recurso multimedia a un objeto de aprendizaje	Forma de crear una actividad de aprendizaje	Forma de agregar un objeto de aprendizaje a una actividad
N	Válidos	6	6	6	6	6
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		3,33	3,33	3,50	3,33	3,33
Mediana		3,00	3,00	3,50	3,00	3,00
Moda		3	3	3	3	3

Tabla 5.1: Variables de facilidad de los procedimientos para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual – Experiencia 1. (Fuente propia).

		Experiencia de interacción con la aplicación	Experiencia de interacción del móvil con los objetos
N	Válidos	6	6
	Perdidos	0	0
Media		2,50	3,33
Mediana		2,00	3,00
Moda		2	3

Tabla 5.2: Variables de experiencia de interacción en la aplicación “NFC Contextual Learning” – Experiencia 1. (Fuente propia).

		Uso de la herramienta en un curso
N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		3,50
Mediana		4,00
Moda		4

Tabla 5.3: Variable de aceptación de la aplicación “NFC Contextual Learning” – Experiencia 1. (Fuente propia).

En las figuras 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5 se observa que ningún docente encuentra difíciles los procedimientos necesarios para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual.

Se obtiene que en cuatro de las cinco variables, el 66,67% de los docentes considera fáciles los procedimientos mientras que el 33,33% restante los considera muy fáciles.

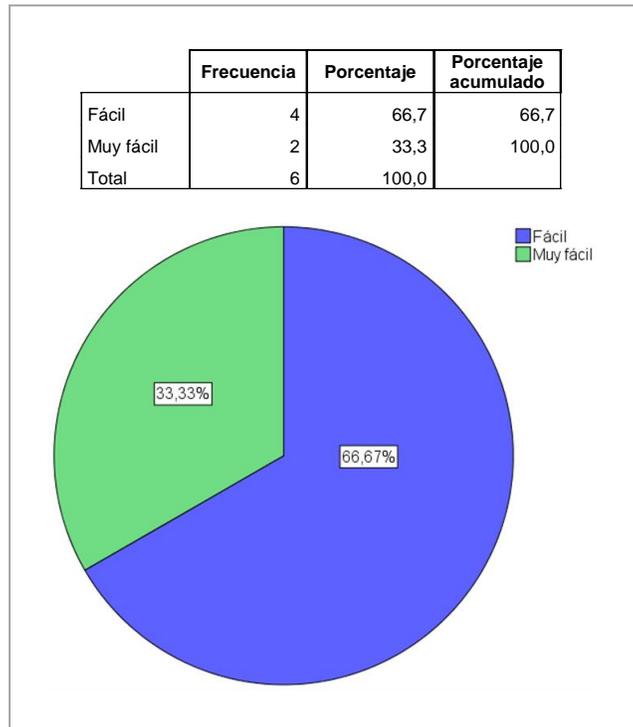


Figura 5.1: Respuesta forma de crear un objeto de aprendizaje – Experiencia 1. (Fuente propia).

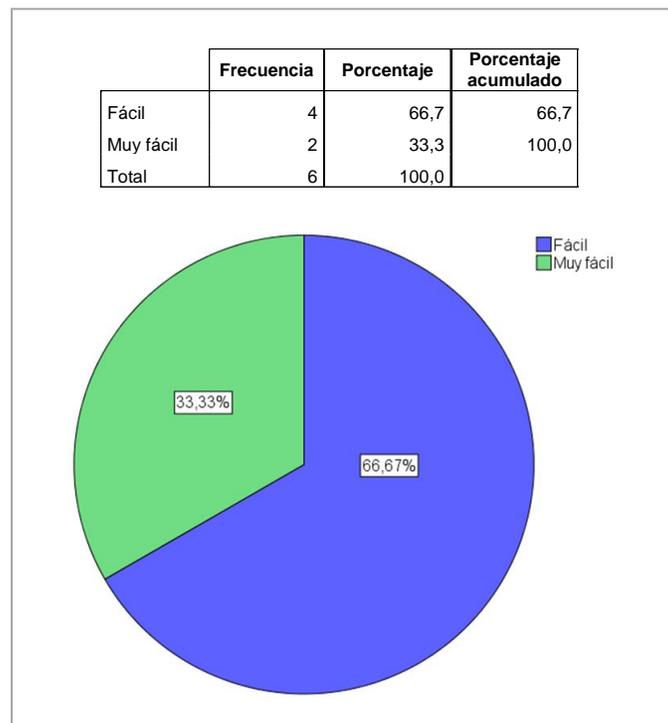


Figura 5.2: Respuesta forma de asignar una etiqueta a un objeto de aprendizaje – Experiencia 1. (Fuente propia).

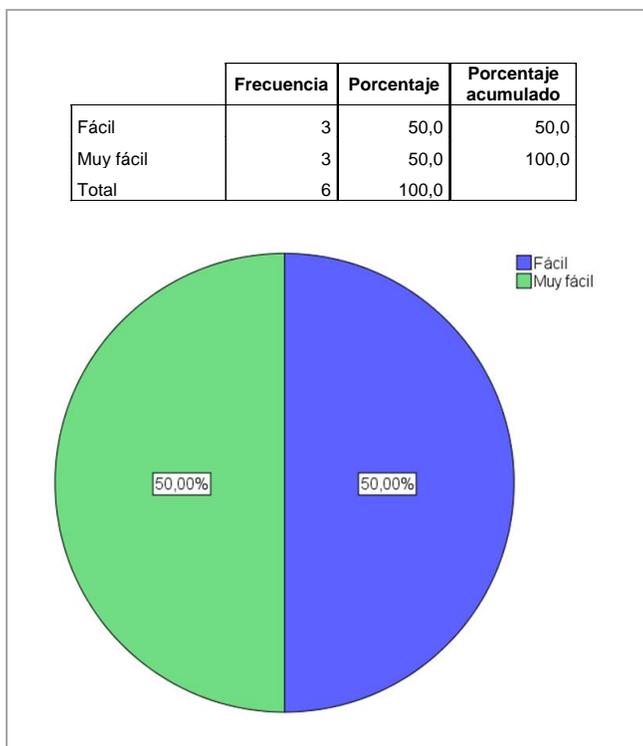


Figura 5.3: Respuesta forma de agregar un recurso multimedia a un objeto de aprendizaje – Experiencia 1. (Fuente propia).

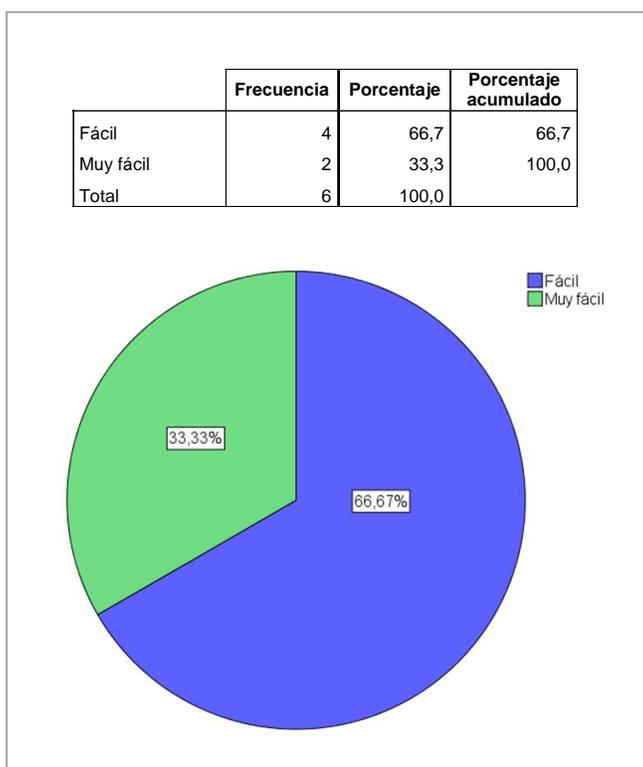


Figura 5.4: Respuesta forma de crear una actividad de aprendizaje – Experiencia 1. (Fuente propia).

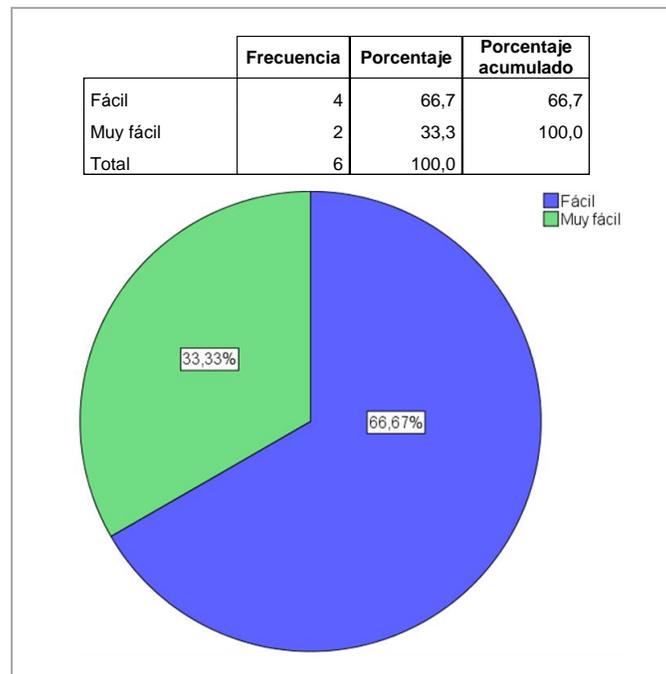


Figura 5.5: Respuesta forma de agregar un objeto de aprendizaje a una actividad – Experiencia 1. (Fuente propia).

En la figura 5.6 se observa que el 66,67% de los docentes considera poco intuitiva la experiencia de interacción con la aplicación. Sin embargo, entre las opiniones libres de cada profesor, se encontraron inquietudes sobre el manejo y la filosofía de la plataforma .LRN, más que de la aplicación específica presentada.

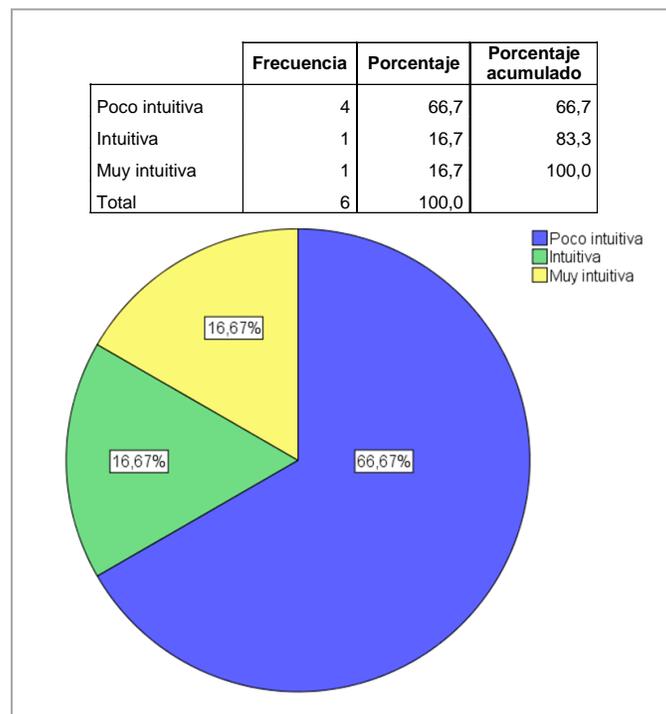


Figura 5.6: Respuesta experiencia de interacción con la aplicación – Experiencia 1. (Fuente propia).

Por otra parte, en la figura 5.7 se aprecia que el 66,67% considera muy intuitiva la interacción entre el móvil y los objetos.

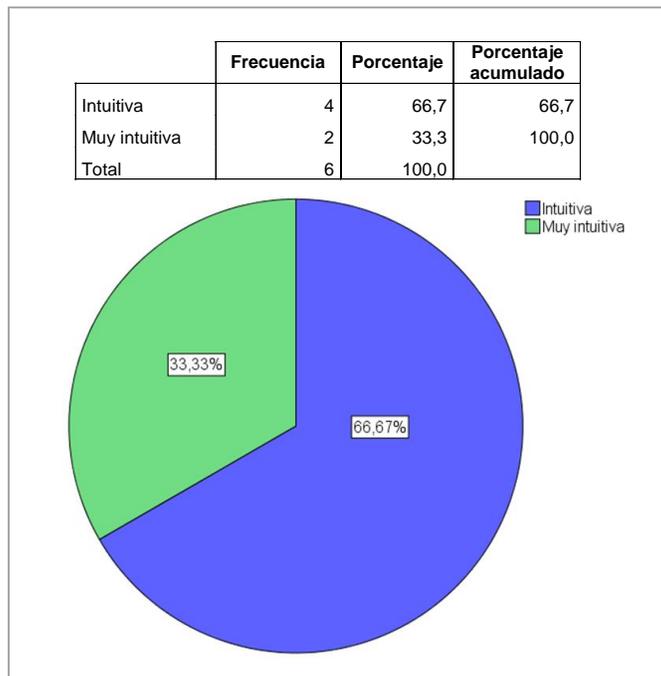


Figura 5.7: Respuesta experiencia de interacción del móvil con los objetos – Experiencia 1. (Fuente propia).

Respecto a la aceptación de la propuesta “NFC Contextual Learning”, el 83,33% de los docentes afirma que de tener disponible la aplicación, la usaría en los cursos a su cargo.

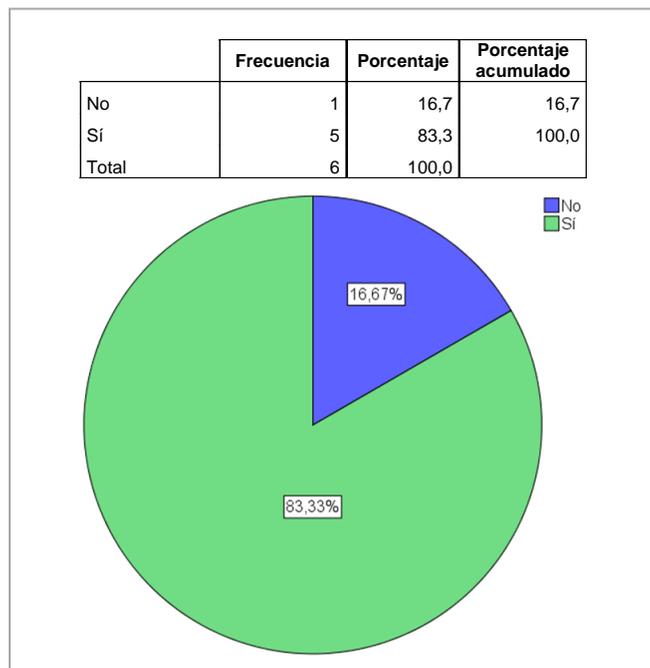


Figura 5.8: Respuesta uso de la herramienta en un curso – Experiencia 1. (Fuente propia).

Adicionalmente a las ocho primeras preguntas de selección contenidas en la encuesta del Anexo B.1, se realizó una pregunta abierta, para identificar escenarios alternativos, donde los docentes consideran que se puede utilizar la aplicación “NFC Contextual Learning” (tabla 5.4).

Escenarios y Actividades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Yincanas: juego de descubrimiento de objetos/lugares secuenciales ▪ Administración de inventario de objetos (equipos de oficina, hospitales, etc) ▪ Experiencias en laboratorios ▪ Museos ▪ Visitas técnicas ▪ Modelos a escala ▪ Actividades colaborativas ubicuas ▪ Soporte didáctico en cualquier curso ▪ Reconocimiento de campus ▪ Bibliotecas ▪ Actividades de campo (ing. civil)
--------------------------	---

Tabla 5.4: Escenarios alternativos considerados por los docentes – Experiencia 1. (Fuente propia).

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

- Los docentes que participaron en la experiencia consideran que los procedimientos necesarios para gestionar objetos y actividades de aprendizaje son fáciles.
- Los docentes que participaron en la experiencia encuentran poco intuitiva su interacción con la aplicación, se podría pensar que es debido a que no han tenido experiencia como profesores en una comunidad de la plataforma EVA.
- La mayor parte de los docentes que participaron en la experiencia encuentra favorable utilizar la aplicación “NFC Contextual Learning” en espacios reales de aprendizaje.

5.2. Experiencia 2 - Docentes

Localización: Esta experiencia fue desarrollada en la sala 326 del Departamento de Telemática de la Universidad del Cauca. Tuvo una duración aproximada de 45 minutos y fue realizada el día 5 de septiembre de 2011 a las 5:30 PM.

Población: Para desarrollar a esta experiencia fue seleccionado un grupo de 11 docentes del Departamento de Telemática de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, con experiencia como instructores de la plataforma .LRN. La muestra seleccionada corresponde al 73% de la población total de docentes de planta y ocasionales activos del Departamento.

Diseño: Se propone un análisis cualitativo bajo la metodología Focus Group a través de una encuesta realizada a los participantes. Una vez reunidos:

1. Se realiza una pequeña introducción para ubicarlos en el entorno conceptual y tecnológico de este trabajo. A continuación se presentan las herramientas desarrolladas para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN.
2. Se realiza una demostración de cómo crear un objeto, etiquetarlo con ayuda del móvil, agregarle recursos de aprendizaje y compartirlo.
3. Luego se muestran los procedimientos necesarios para crear una actividad de aprendizaje contextual a partir de la base de objetos aumentados previamente definidos.
4. A continuación se explica a los docentes el ciclo de vida de una actividad y las características del registro de interacción como herramienta de análisis y evaluación.
5. Posteriormente los docentes realizan algunas pruebas de interacción entre el teléfono y los objetos desde el punto de vista del estudiante (figura 5.9).
6. Finalmente cada profesor diligencia una encuesta de siete preguntas (Anexo B.2) relacionadas con el uso de las herramientas y las aplicaciones que podría tener la propuesta en diferentes escenarios de formación.



Figura 5.9: Sala 326 del Departamento de Telemática – Experiencia 2. (Fuente propia).

Objetivos: Con el desarrollo de la experiencia se busca:

- Medir el grado de aceptación de la aplicación “NFC Contextual Learning” en los docentes.
- Medir la experiencia de interacción por parte de los docentes en el uso de las herramientas de la aplicación “NFC Contextual Learning”.
- Identificar escenarios de formación donde los docentes harían uso de la aplicación “NFC Contextual Learning”.

Síntesis de grado y análisis de información: Las tablas 5.5, 5.6 y 5.7 muestran los estadísticos descriptivos básicos generados a partir de la encuesta realizada al final de la experiencia. De forma similar a la experiencia 1, se definieron cinco variables para medir la facilidad de los procedimientos necesarios para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN (tabla 5.5); 2 variables para medir la experiencia de interacción (tabla 5.6) y una para medir el grado de aceptación de la aplicación “NFC Contextual Learning” (tabla 5.7). Con un máximo valor de cuatro puntos, todas las variables evaluadas tienen estadísticos iguales o superiores a tres.

		Forma de crear un objeto de aprendizaje	Forma de asignar una etiqueta a un objeto de aprendizaje	Forma de agregar un recurso multimedia a un objeto de aprendizaje	Forma de crear una actividad de aprendizaje	Forma de agregar un objeto de aprendizaje a una actividad
N	Válidos	11	11	11	11	11
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		3,36	3,36	3,36	3,18	3,27
Mediana		3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Moda		3	3	3	3	3

Tabla 5.5: Variables de facilidad de los procedimientos para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual – Experiencia 2. (Fuente propia).

		Forma de agregar un objeto de aprendizaje a una actividad	Experiencia de interacción con la aplicación
N	Válidos	11	11
	Perdidos	0	0
Media		3,27	3,36
Mediana		3,00	3,00
Moda		3	3

Tabla 5.6: Variables de experiencia de interacción en la aplicación “NFC Contextual Learning” – Experiencia 2. (Fuente propia).

		Uso de la herramienta en un curso
N	Válidos	11
	Perdidos	0
Media		4,00
Mediana		4,00
Moda		4

Tabla 5.7: Variable de aceptación de la aplicación “NFC Contextual Learning” – Experiencia 2. (Fuente propia).

En las figuras 5.10, 5.11, 5.12, 5.13 y 5.14 se observa que ningún docente encuentra difíciles los procedimientos necesarios para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual, todos los procedimientos fueron evaluados entre fáciles y muy fáciles.

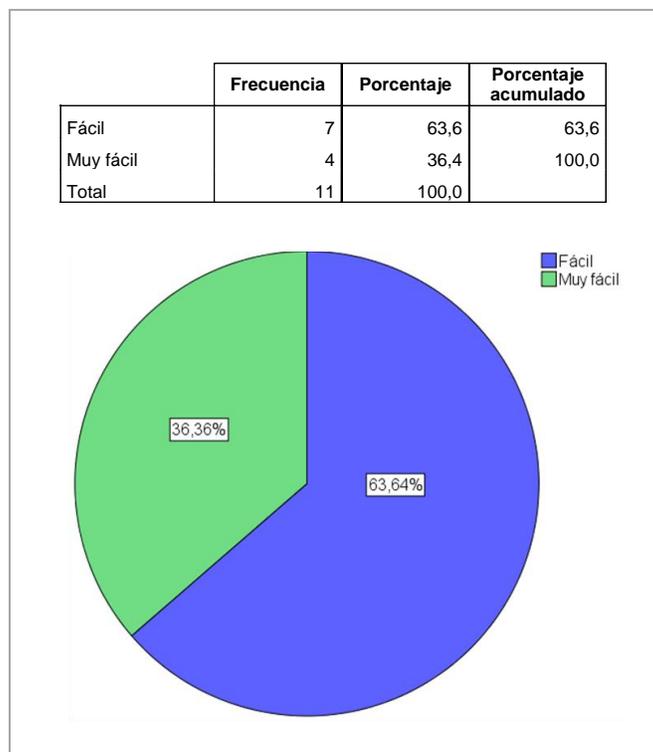


Figura 5.10: Respuesta forma de crear un objeto de aprendizaje – Experiencia 2. (Fuente propia).

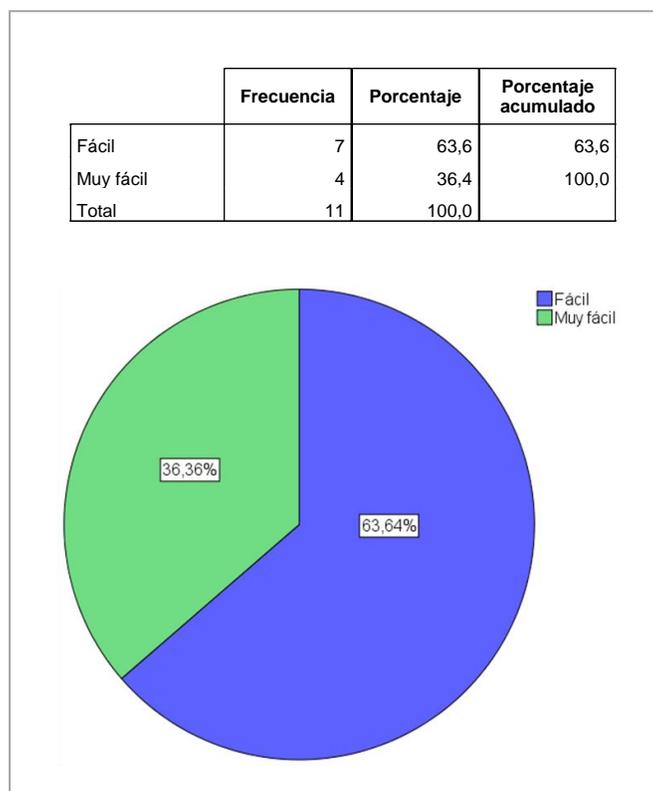


Figura 5.11: Respuesta forma de asignar una etiqueta a un objeto de aprendizaje – Experiencia 2. (Fuente propia).

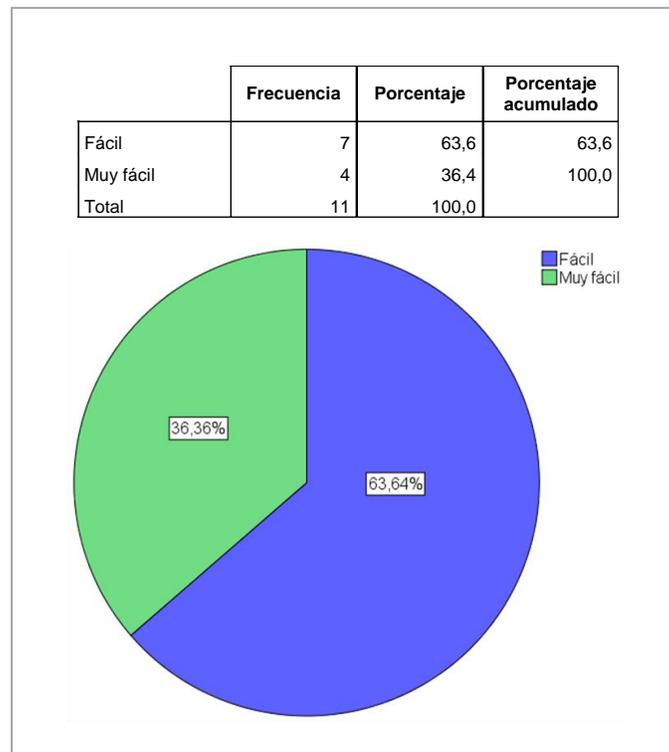


Figura 5.12: Respuesta forma de agregar un recurso multimedia a un objeto de aprendizaje – Experiencia 2. (Fuente propia).

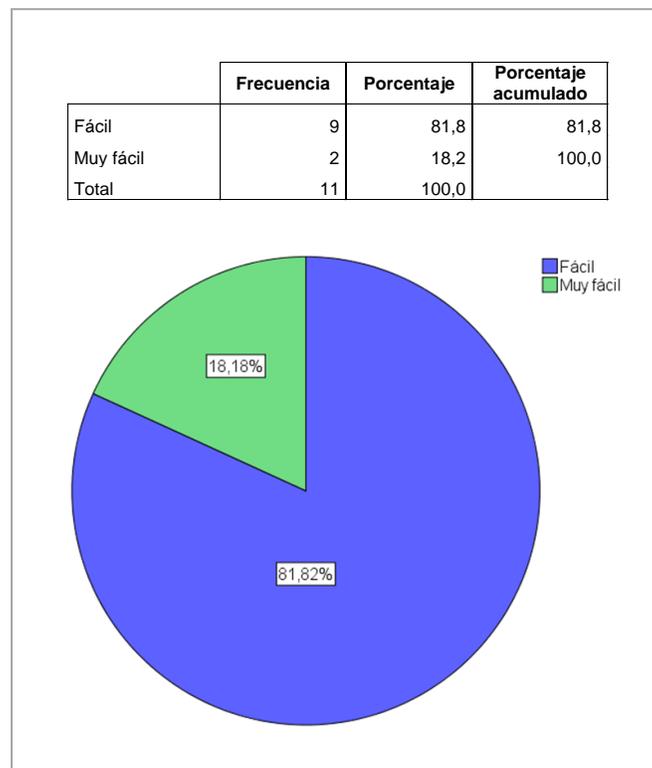


Figura 5.13: Respuesta forma de crear una actividad de aprendizaje – Experiencia 2. (Fuente propia).

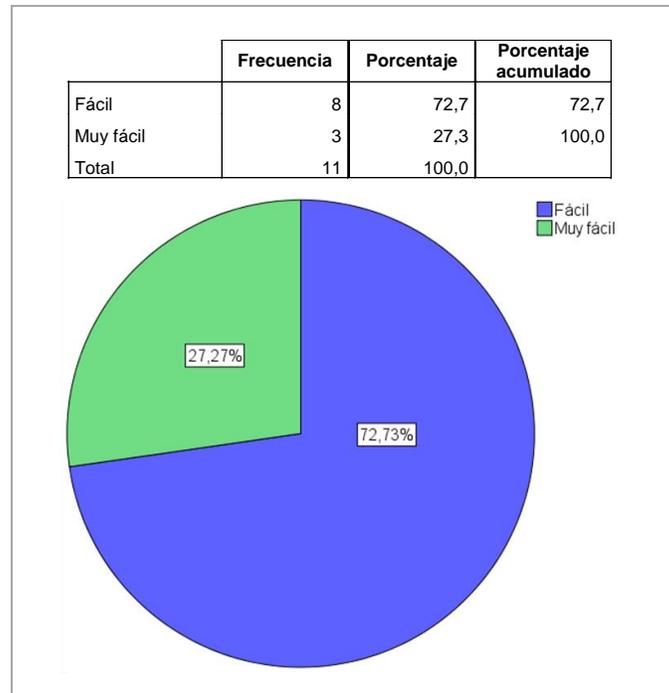


Figura 5.14: Respuesta forma de agregar un objeto de aprendizaje a una actividad – Experiencia 2. (Fuente propia).

En la figura 5.15 se observa que tan solo un docente considero poca intuitiva la aplicación. Respecto a la experiencia 1, con una muestra más grande se obtuvo una evaluación más favorable para la misma variable.

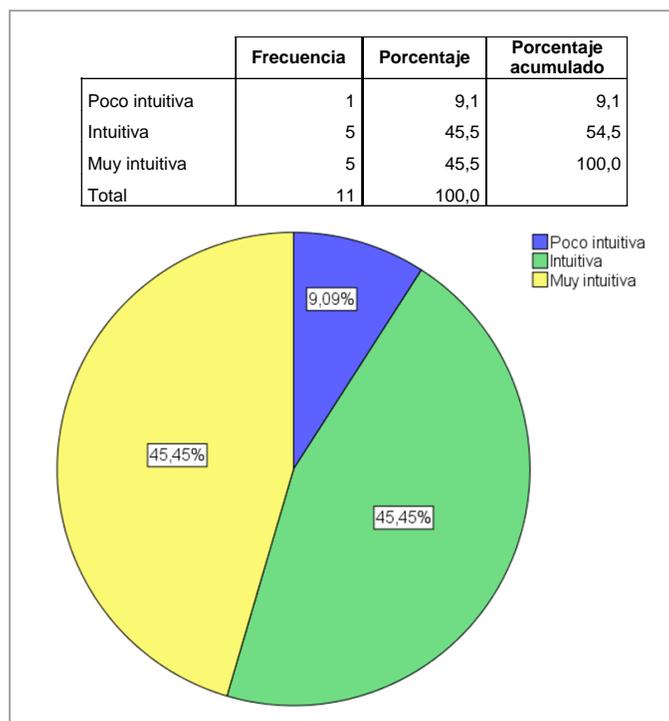


Figura 5.15: Respuesta experiencia de interacción con la aplicación – Experiencia 2. (Fuente propia).

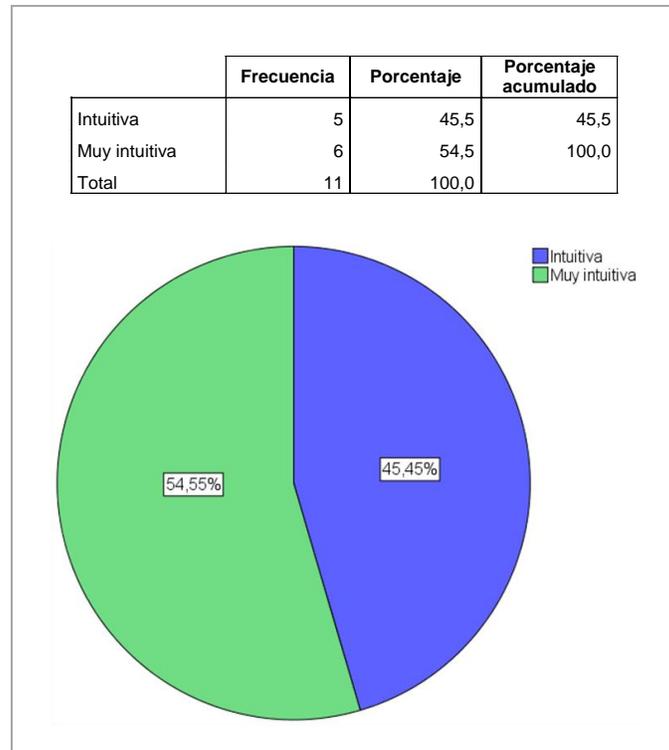


Figura 5.16: Respuesta experiencia de interacción del móvil con los objetos – Experiencia 2. (Fuente propia).

Se observa que el 100% de los docentes encuestados usaría la aplicación “NFC Contextual Learning” en sus cursos de tenerla disponible (figura 5.17).

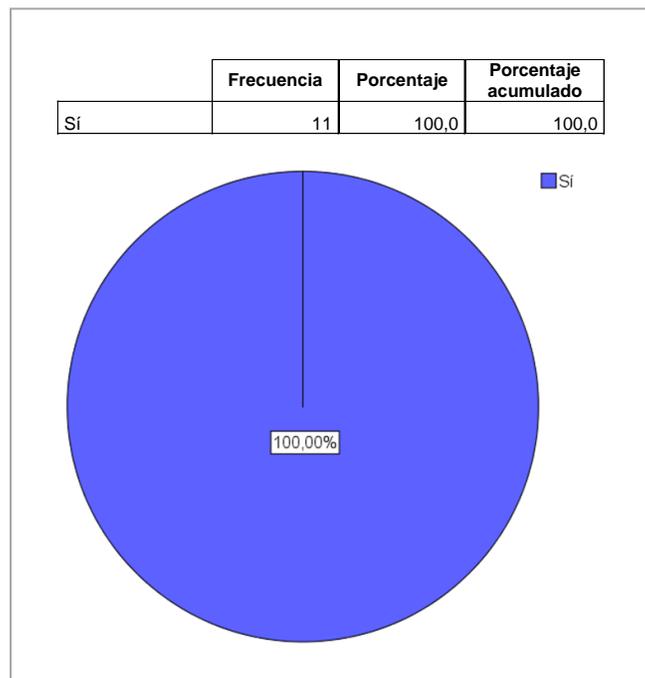


Figura 5.17: Respuesta uso de la herramienta en un curso – Experiencia 2. (Fuente propia).

Adicionalmente a las ocho primeras preguntas de selección contenidas en la encuesta del Anexo B.1, se realizó una pregunta abierta, para identificar escenarios alternativos, en donde los docentes consideran que se puede utilizar la aplicación “NFC Contextual Learning” (tabla 5.8).

Escenarios y Actividades	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tableros Interactivos ▪ Prácticas de laboratorios ▪ Sistemas de Inventario de la universidad ▪ Información de los docentes (Identificar Oficinas) ▪ Uso de las salas de computación (Descripción de equipos e instalación) ▪ Identificación de la central AXE ▪ Biblioteca ▪ Sistemas de transporte
--------------------------	--

Tabla 5.8: Escenarios alternativos considerados por los docentes – Experiencia 2. (Fuente propia).

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

- Los docentes que participaron en la experiencia consideran que los procedimientos necesarios para gestionar objetos y actividades de aprendizaje son fáciles o muy fáciles.
- Más del 90% de los docentes que participaron en la experiencia encuentran intuitiva o muy intuitiva su interacción con la aplicación.
- Aunque las experiencias 1 y 2 arrojaron resultados positivos, se observa una mejora considerable en los resultados de la segunda respecto a la primera, posiblemente porque los docentes de la experiencia 2 han administrado anteriormente comunidades de aprendizaje en sistemas LMS, específicamente en la plataforma EVA.
- Todos los docentes que participaron en la experiencia encuentran favorable utilizar la aplicación “NFC Contextual Learning” en espacios reales de aprendizaje y proponen algunos escenarios específicos.

5.3. Experiencia 3 - Estudiantes

Localización: Esta experiencia al ser de tipo contextual involucra dos escenarios de interacción, la sala de audiovisuales (sala 328) y la sala de la central AXE (sala 328) del Departamento de Telemática de la Universidad del Cauca. Como se observa en la figura 5.18, se definió un contexto físico donde los estudiantes se desplazan entre espacios reales de aprendizaje para interactuar con su entorno empleando un dispositivo móvil conectado al LMS y a los proveedores de contenido. La experiencia tuvo una duración aproximada de 2 horas 30 minutos y fue realizada el día 29 de agosto de 2011 a las 6:00 PM.

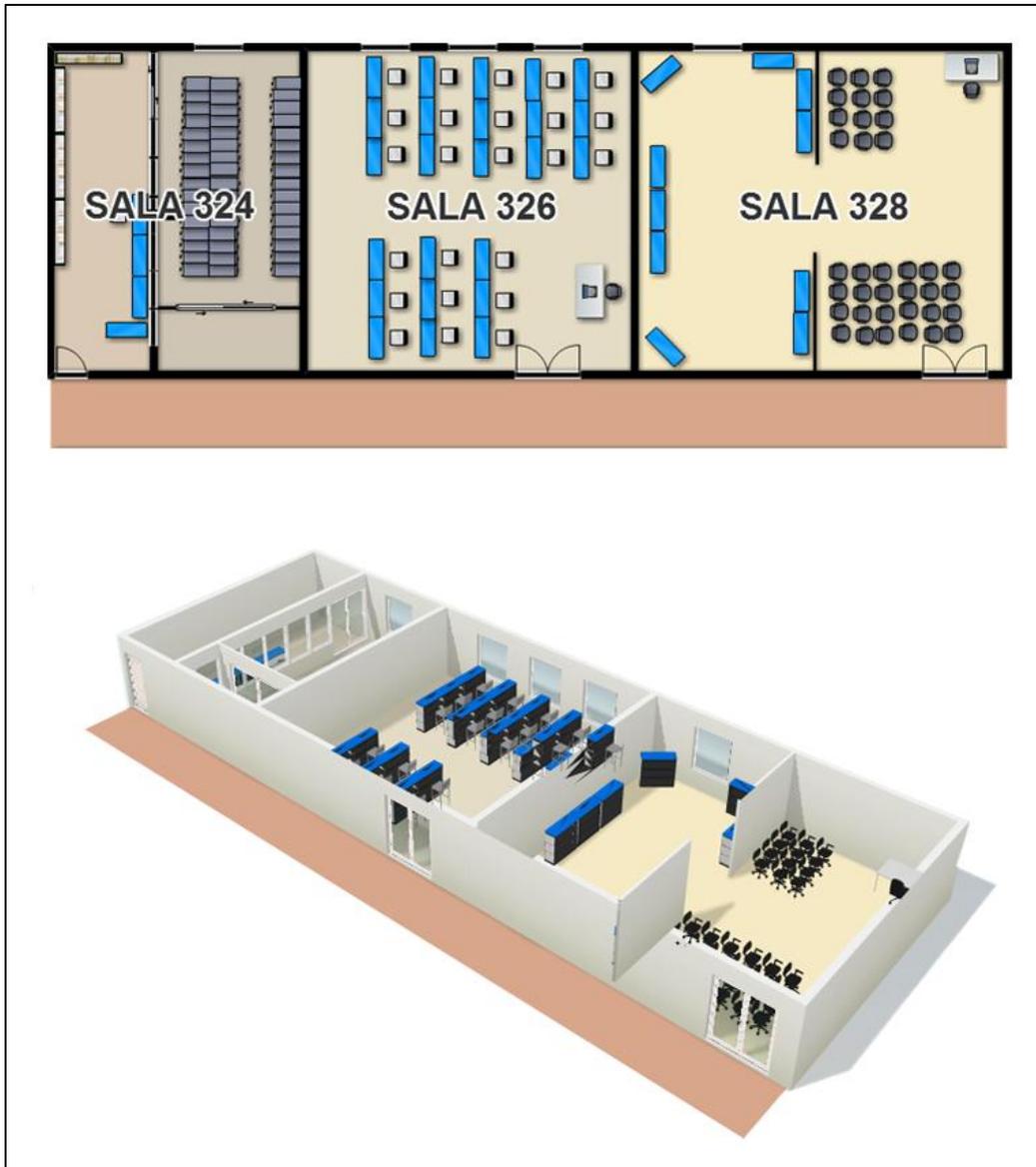


Figura 5.18: Espacio de aprendizaje de las actividades – Experiencia 3. (Fuente propia).

Población: Esta experiencia fue desarrollada por un grupo de 30 estudiantes del Programa en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, entre aspirantes e integrantes del grupo W@P Colombia⁴. Algunos habían utilizado la plataforma EVA, y conocían algunos objetos de las actividades. La muestra seleccionada corresponde al 100% de la población de integrantes y aspirantes de W@P Colombia.

Diseño: Se propone un análisis cualitativo bajo la metodología Focus Group, a través de una encuesta realizada a los estudiantes participantes. Para el desarrollo de la experiencia se diseñaron dos actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN y se creó una comunidad con un usuario anónimo para cada participante:

⁴ Semillero de investigación en aplicaciones móviles: <http://wapcolombia.unicauca.edu.co/index.php>

- **Museo FIET:** desarrollada en la sala de audiovisuales 328. Se etiquetaron un total de 12 objetos que hacen parte de las piezas históricas de los desarrollos de la FIET a nivel de sistemas de conmutación y telecomunicaciones (Anexo B.3). Los contenidos de la actividad fueron recopilados a través de reuniones con ingenieros docentes del Departamento de Telemática activos o jubilados, que aportaron información básica como la procedencia y finalidad de cada objeto. Esta actividad es de tipo “libre”, con lo cual los estudiantes ingresan al espacio de aprendizaje y pueden interactuar con los objetos en cualquier orden. En la figura 5.19 se observa la distribución de algunos objetos en espacio físico de aprendizaje.



Figura 5.19: Espacio de aprendizaje del museo FIET. (Fuente propia).

- **Descubriendo la central AXE:** desarrollada en la sala 324, donde se encuentra instalada y en funcionamiento. Se crea una actividad con ocho partes de la central etiquetadas, de cada una se aporta una breve descripción de su funcionalidad (Anexo B.4). Esta actividad es de tipo secuencial, se busca que los estudiantes descubran ordenadamente los objetos para entender mejor su funcionamiento. En la figura 5.20 se observa la distribución de algunos objetos en el espacio físico de aprendizaje.



Figura 5.20: Espacio de aprendizaje de la central AXE. (Fuente propia).

Los contenidos de las dos actividades son alojados en un servidor conectado a la red de datos de la Universidad del Cauca. Después de realizar una breve introducción a las actividades a desarrollar (figura 5.21) y la forma de utilizar los dispositivos móviles, se le asigna un usuario y una contraseña a cada estudiante. El estudiante desarrolla cada actividad y finalmente diligencian una encuesta de siete preguntas (Anexo B.3) relacionadas con la usabilidad de las herramientas y las aplicaciones que podría tener la propuesta en diferentes escenarios de aprendizaje.



Figura 5.21: Introducción a las actividades a desarrollar – Experiencia 3. (Fuente propia).

Objetivos: Con el desarrollo de la experiencia se busca:

- Medir el grado de aceptación de la aplicación “NFC Contextual Learning” en los estudiantes.
- Medir la experiencia de interacción por parte de los estudiantes en el uso de las herramientas de la aplicación “NFC Contextual Learning” para desarrollar actividades de aprendizaje contextual.

Análisis de información: Las tablas 5.9, y 5.10 muestra los estadísticos descriptivos básicos generados a partir de la encuesta realizada al final de la experiencia. Se definieron cuatro variables para medir la experiencia de interacción (tabla 5.9) y 3 variables para medir el grado de aceptación de la aplicación “NFC Contextual Learning” (tabla 5.10).

		Forma de hacer uso de los recursos multimedia	Interacción con la aplicación	Interacción del móvil con los objetos	Desarrollo de la actividad de tipo secuencial
N	Válidos	30	30	30	30
	Perdidos	0	0	0	0
	Media	3,53	3,47	3,63	3,37
	Mediana	4,00	3,00	4,00	3,00
	Moda	4	3	4	3

Tabla 5.9: Variables de aceptación de la aplicación “NFC Contextual Learning” – Experiencia 3. (Fuente propia).

		La aplicación alternativa al aprendizaje tradicional	Interés en que los docentes usen la herramienta en sus cursos	Grado de satisfacción del estudiante
N	Válidos	30	30	30
	Perdidos	0	0	0
Media		3,53	4,00	9,03
Mediana		4,00	4,00	9,00
Moda		4	4	9

Tabla 5.10: Variables de experiencia de interacción en la aplicación “NFC Contextual Learning” – Experiencia 3. (Fuente propia).

En la figura 5.22 se observa que los estudiantes que participaron en las actividades encuentran fácil o muy fácil la forma de hacer uso de los recursos multimedia. Los resultados mostrados en las figuras 5.23 y 5.24 fueron satisfactorios, los estudiantes encuentran bastante intuitiva la aplicación gracias a la movilidad y ubicuidad que ofrecen los dispositivos Android.

Durante desarrollo de la actividad se observó que el estudiante después de interactuar con el primer objeto de la actividad, se adapta rápidamente a la tecnología NFC y a la navegación de los recursos multimedia con el móvil.

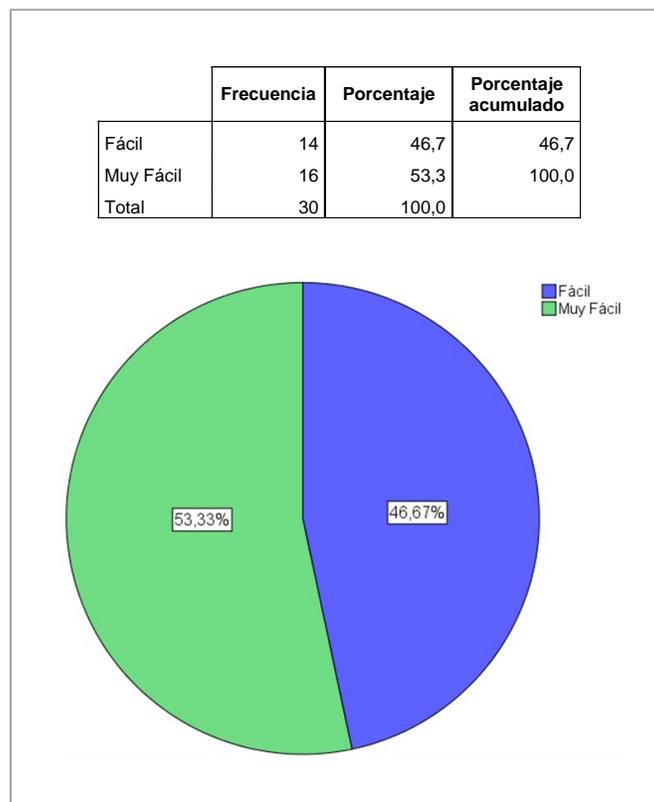


Figura 5.22: Respuesta forma de hacer uso de los recursos multimedia – Experiencia 3. (Fuente propia).

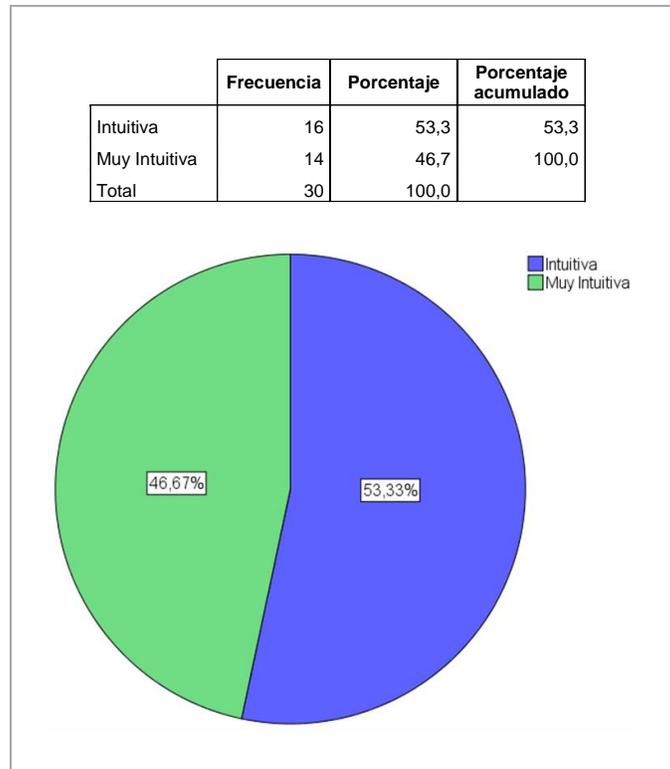


Figura 5.23: Respuesta interacción con la aplicación – Experiencia 3. (Fuente propia).

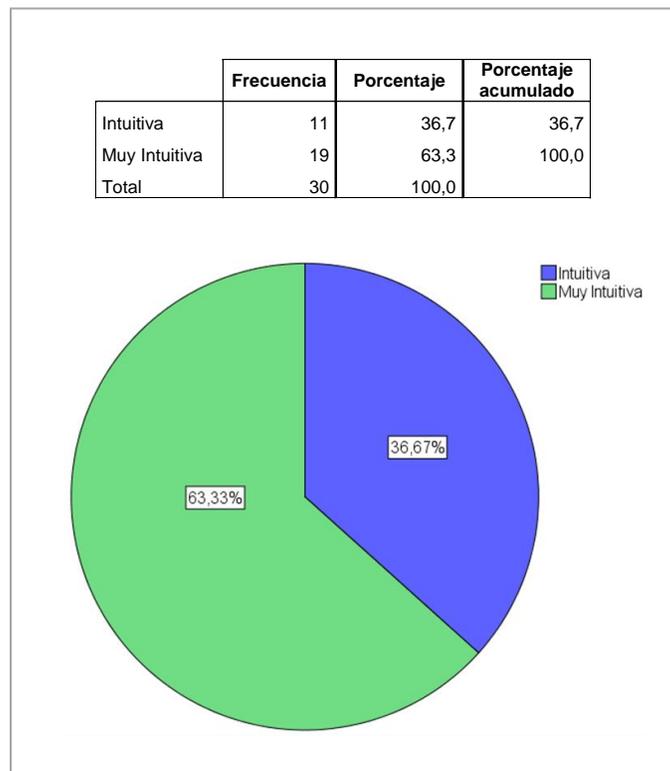


Figura 5.24: Respuesta interacción del móvil con los objetos – Experiencia 3. (Fuente propia).

En la figura 5.25 se observa que sólo 1 de los 30 estudiantes que participaron en las dos actividades de aprendizaje considera que la actividad de aprendizaje contextual es poco intuitiva, el resto la considera intuitiva o muy intuitiva.

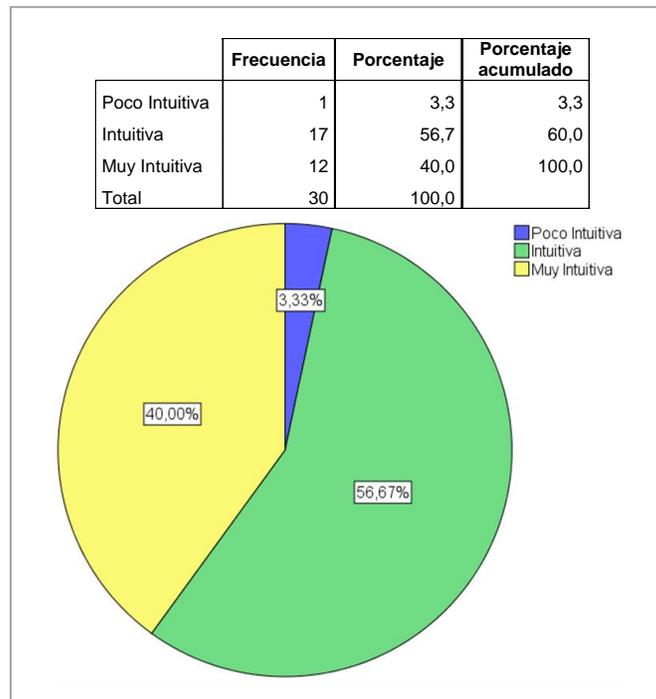


Figura 5.25: Respuesta desarrollo de la actividad de tipo secuencial – Experiencia 3. (Fuente propia).

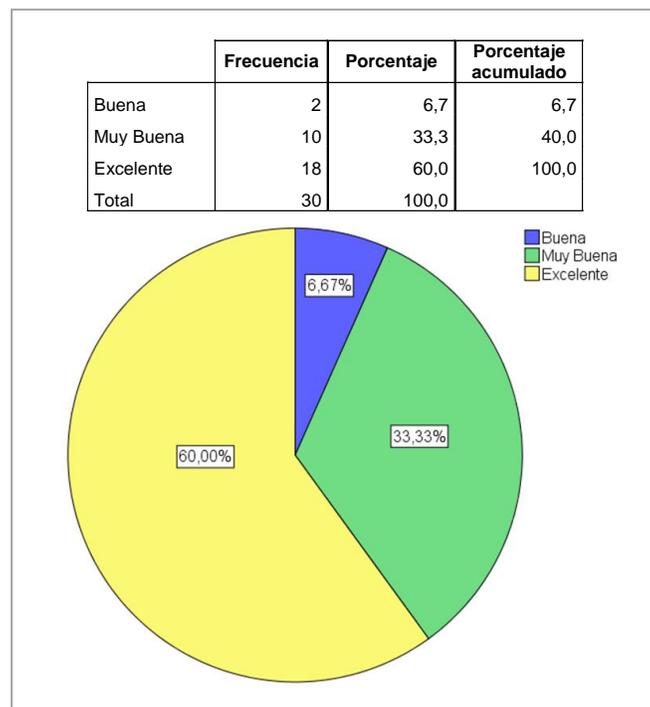


Figura 5.26: Respuesta la aplicación como alternativa al aprendizaje tradicional – Experiencia 3. (Fuente propia).

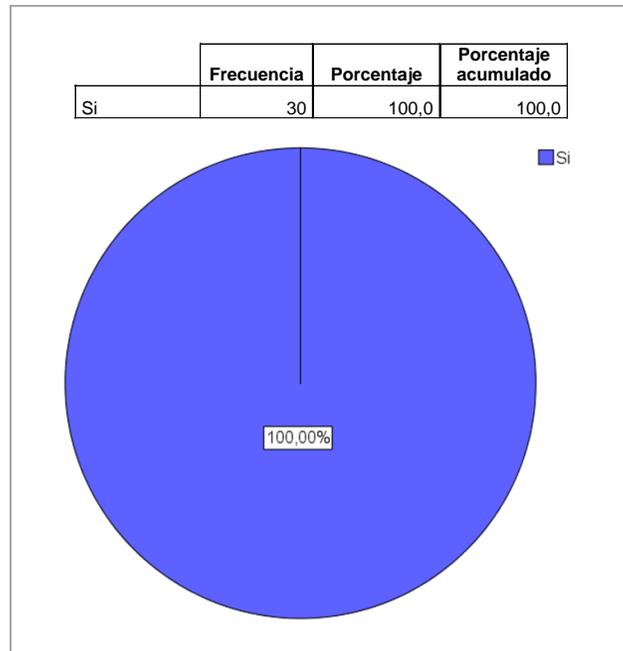


Figura 5.27: Respuesta interés en que los docentes usen la aplicación en sus cursos – Experiencia 3. (Fuente propia).

Para medir el grado de satisfacción de los estudiantes se utiliza una escala de uno a diez, en la figura 5.28 se observa que todas las calificaciones son iguales o superiores a ocho demostrando un gran interés en el uso de nuevas herramientas de aprendizaje.

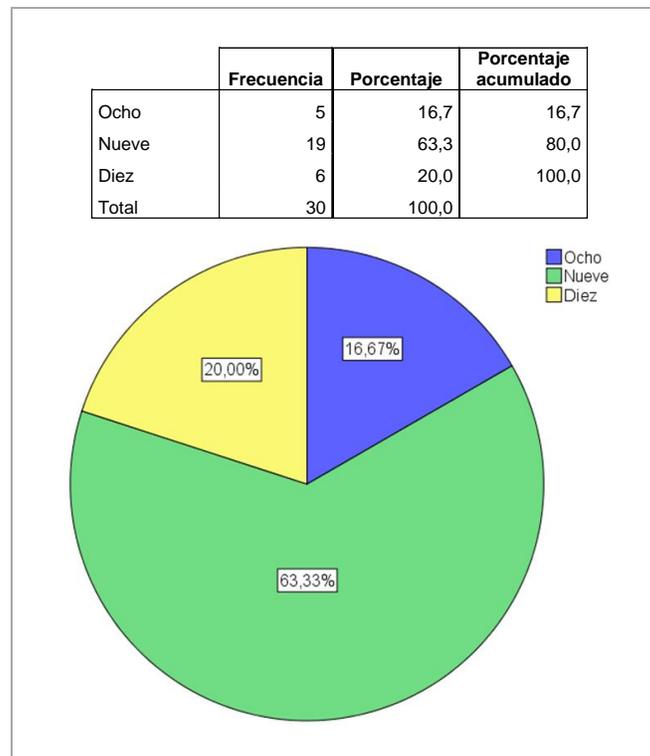


Figura 5.28: Respuesta grado de satisfacción del estudiante – Experiencia 3. (Fuente propia).

Al finalizar las actividades, se verificó el registro de interacción de cada una y se encontró que:

- En la actividad “Museo FIET” se registraron en total 288 interacciones. debido a que la actividad es de tipo libre, los usuarios realizaron diferentes recorridos para descubrir la totalidad de los objetos. En la figura 5.29, se observan las 3 rutas más frecuentes. De los 30 participantes, 10 siguieron la ruta A, 8 la ruta B, 4 la ruta C y el resto tomaron otras rutas o no interactuaron con la totalidad de objetos.



Figura 5.29: Rutas más frecuentes en la actividad de aprendizaje contextual libre “Museo FIET” – Experiencia 3. (Fuente propia).

- En la actividad “Descubriendo la central AXE” se almacenaron un total de 275 registros de interacción. Como se observa en la figura 5.30, debido a que la actividad es de tipo secuencial, todos los usuarios descubrieron los objetos en el mismo orden y realizaron el mismo recorrido.

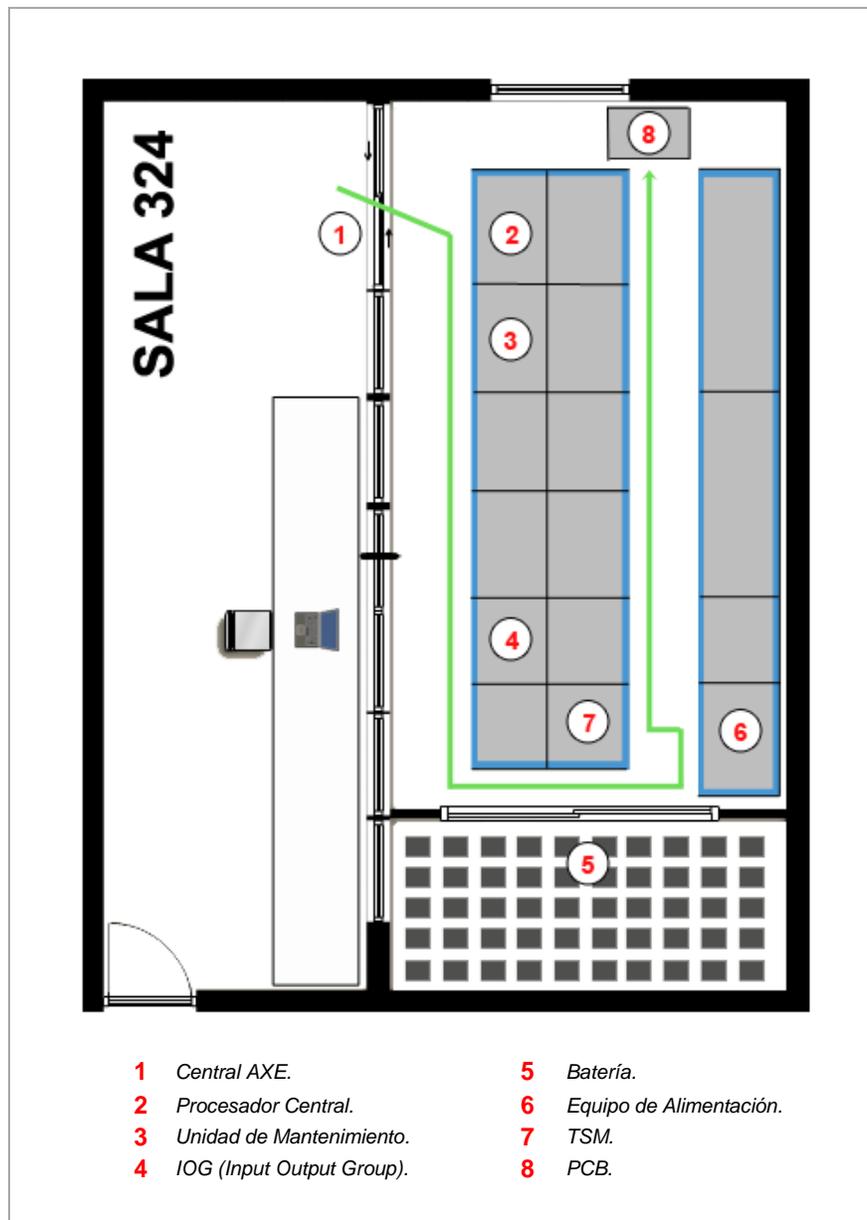


Figura 5.30: Ruta única en la actividad de aprendizaje contextual secuencial “Descubriendo la central AXE” – Experiencia 3. (Fuente propia).

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

- Los estudiantes participantes de la experiencia encontraron intuitiva la aplicación al desarrollar actividades de aprendizaje contextual basadas en objetos aumentados electrónicamente con etiquetas NFC.
- Todos los estudiantes que participaron en la experiencia manifestaron que “NFC Contextual Learning” es una posible alternativa a las metodologías de enseñanza tradicionales en los sistemas LMS y les gustaría tener la aplicación en sus cursos.

5.4. Revisión del Administrador de la plataforma EVA

Localización: Esta revisión fue desarrollada en la sala de computación 331 del Departamento de Telemática de la Universidad del Cauca. Fue realizada entre los días 25 de agosto y 5 de septiembre de 2011 debido a la disponibilidad de tiempo del participante.

Población: La revisión fue realizada por el actual administrador de la plataforma EVA en la Universidad del Cauca.

Diseño: Para evaluar la compatibilidad de la aplicación “NFC Contextual Learning” en un entorno de producción, se consulta la opinión de un experto en la administración de sistemas LMS. Para el desarrollo de la experiencia:

1. Se entrega vía correo electrónico al administrador, el manual de usuario y los paquetes necesarios para la instalación.
2. El administrador configura una copia de la plataforma EVA para desarrollar la experiencia.
3. A continuación procede a revisar la documentación de los paquetes y sigue los procedimientos de instalación del manual de usuario.
4. Comprueba el resultado del proceso de instalación.
5. Finalmente, completa un test de verificación relacionado con el desarrollo de la experiencia, los problemas encontrados y los resultados obtenidos.

Objetivo: Con el desarrollo de la experiencia se busca:

- Identificar problemas con el proceso de instalación de la aplicación “NFC Contextual Learning”.
- Verificar la compatibilidad con diferentes sistemas operativos, versiones de API TCL y bases de datos.
- Verificar la compatibilidad con otras aplicaciones instaladas en la plataforma .LRN.
- Identificar aspectos a mejorar en el manual de usuario dirigido a los administradores de la plataforma .LRN (Anexo A.1).

Síntesis y análisis de información: A diferencia de las experiencias 5.1, 5.2 y 5.3, en la experiencia 5.4 no se propone un análisis estadístico descriptivo, debido a que fue realizada por el único administrador .LRN al que se tuvo acceso. Las respuestas del test de verificación pueden encontrarse en el Anexo B.5.

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

- La aplicación “NFC Contextual Learning” es compatible con una selección de tecnologías (Anexo B.5) diferente a la presentada en la tabla 4.2, sección 4.3.

- Las pruebas realizadas por el administrador, indican que la aplicación “NFC Contextual Learning” es compatible con la plataforma EVA.
- A partir de las sugerencias recogidas del administrador, se actualizó la versión del manual de usuario, haciendo un poco más específicos los procedimientos y agregando nuevos gráficos.

5.5. Conclusiones

Se realizaron en total de cuatro experiencias en ambientes reales de aprendizaje al interior de la Universidad del Cauca, con docentes, estudiantes y el administrador de la plataforma .LRN, para evaluar la arquitectura de referencia del capítulo 3 y las herramientas de soporte del capítulo 4. Basado en el análisis descriptivo realizado a las experiencias, se puede concluir que:

- Los docentes que participaron en las experiencias 5.1 y 5.2, coinciden en que las herramientas para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual, son fáciles de utilizar. Al comparar la evaluación de la interacción con la aplicación realizada por los dos grupos de docentes, se observa que los resultados de la experiencia 5.2 fueron mejores, posiblemente porque los docentes habían trabajado previamente con la plataforma EVA.
- Los docentes que participaron en las experiencias 5.1 y 5.2 aportaron un conjunto de escenarios donde puede ser utilizada la aplicación “NFC Contextual Learning”.
- Los docentes y estudiantes que participaron en las experiencias 5.1, 5.2 y 5.3 consideran que la interacción entre el dispositivo móvil y los objetos de aprendizaje etiquetados es muy intuitiva.
- Los docentes y estudiantes que participaron en las experiencias 5.1, 5.2 y 5.3 consideran que el aprendizaje contextual es una alternativa válida a las metodologías de aprendizaje presentes en los sistemas LMS actuales.
- A partir de los resultados de la revisión 5.4 se comprueba que la aplicación “NFC Contextual Learning” es compatible y puede ser instalada en la plataforma EVA de la Universidad del Cauca.
- En general, las cuatro experiencias realizadas arrojaron resultados positivos en la evaluación de arquitectura de referencia y las herramientas de soporte aportadas para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN.

Capítulo 6

Conclusiones, Contribuciones y Trabajo Futuro

Este capítulo recopila las conclusiones, contribuciones y trabajos futuros identificados. En la sección de conclusiones se retoman las presentadas al final de cada capítulo. En cuanto a contribuciones, se presentan las más relevantes a nivel de la arquitectura, herramientas de soporte y experiencias desarrolladas en ambientes reales de aprendizaje. Por último, se presentan las lecciones aprendidas, como conclusiones generales del trabajo desarrollado.

6.1. Conclusiones

6.1.1. Conclusiones sobre el estado del arte

A partir de los conceptos, tecnologías y trabajos recopilados en el estado del arte se puede concluir:

- Las metodologías de enseñanza basadas en actividades de aprendizaje contextual han demostrado ser muy eficientes en espacios de aprendizaje tradicionales. La integración de estas metodologías en sistemas de gestión del aprendizaje, implica la construcción de un modelo de referencia centrado en interacción del estudiante con objetos de aprendizaje aumentados electrónicamente.
- Las tecnologías móviles y ubicuas puestas al servicio de la educación pueden mejorar el proceso de aprendizaje. Hasta el momento, los trabajos aquí recopilados muestran que es posible proponer experiencias basadas en objetos inteligentes distribuidos en espacios físicos de aprendizaje.
- Para el desarrollo de este trabajo de grado se eligió .LRN como sistema LMS, ya que ofrece el soporte necesario, no solo por ser un sistema de código abierto, sino también por su arquitectura que permite la implementación nuevas aplicaciones y la reutilización de componentes.
- En principio, los dispositivos móviles Android superan las limitaciones de comunicación y despliegue de información de los PDAs y teléfonos celulares empleados en las experiencias [39-47]. Bajo esta consideración, es posible proponer

una arquitectura referencia para integrar actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN centrada en la movilidad y la experiencia de usuario.

- Debido a la tendencia actual de los fabricantes de dispositivos móviles, en este trabajo de grado, se empleará NFC y Smartphones Android con capacidades de procesamiento, comunicación y despliegue de información superiores a los PDAs, y teléfonos empleados en trabajos previos.
- Se encontró que los trabajos relacionados son pocos y muy recientes, factor que determina el carácter innovador de la investigación desarrollada.

6.1.2. Conclusiones sobre la construcción de la arquitectura de referencia

De la construcción de la arquitectura de referencia para integrar actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN a través de dispositivos móviles Android con soporte NFC se puede concluir que:

- Se ha aportado un modelo de referencia para integrar actividades de aprendizaje contextual que comprende la definición del entorno tecnológico y un conjunto de cuatro escenarios de interacción en los que participan docentes y estudiantes al interior de una comunidad del sistema LMS.
- En la reconstrucción de arquitectura se observó que Android a diferencia de otros sistemas operativos, provee acceso a todos los componentes hardware y software del dispositivo a través de librerías e interfaces de comunicación para crear aplicaciones centradas en la experiencia de usuario.
- En la reconstrucción de arquitectura se observó por qué .LRN es una plataforma de gestión del aprendizaje robusta y escalable. Al estar construida sobre OpenACS, simplifica el desarrollo de aplicaciones.
- Se ha construido una arquitectura de referencia en la que todos los componentes software y hardware trabajan en conjunto para soportar los escenarios de interacción del modelo de referencia y ofrecer una buena experiencia de usuario.
- Debido a que la arquitectura propuesta integra tecnologías web, móviles y ubicuas, algunas no orientadas a objetos, se encontraron limitaciones en el lenguaje de modelado UML, para describir los componentes y el comportamiento del sistema. Por esta razón, algunas vistas de la descripción de la arquitectura emplean diagramas complementarios, no especificados en UML, para mejorar la comprensión de la propuesta.
- La arquitectura de referencia propuesta se convierte en la base para integrar actividades de aprendizaje contextual basadas en objetos de aprendizaje aumentado en otros sistemas LMS. El modelo de referencia aporta la base conceptual, y la descripción de la arquitectura permite abstraer componentes y comportamientos reutilizables en otros contextos.
- En el proceso de dar solución al problema planteado en este trabajo de grado, la arquitectura de referencia indica que es posible integrar actividades de aprendizaje

contextual basadas en objetos físicos etiquetados con NFC en la plataforma .LRN, sin embargo aún se debe realizar su implementación para confirmar la hipótesis.

6.1.3. Conclusiones sobre la implementación de la arquitectura de referencia

De la implementación de la arquitectura de referencia propuesta en el capítulo 3 se puede concluir:

- Debido a que el API NFC de Android es muy reciente y la documentación técnica no es muy completa, fue necesario llevar a cabo experiencias de autoaprendizaje para el desarrollo de competencias en el manejo de la tecnología.
- Se verificó la capacidad del cliente móvil para detectar etiquetas NFC. Se observó que tanto el dispositivo como la aplicación respondieron satisfactoriamente a diferentes tipos de etiquetas.
- Las herramientas del lado del servidor se adaptaron satisfactoriamente a la arquitectura de la plataforma .LRN. Las actividades de aprendizaje se integraron correctamente en el contexto de las comunidades del LMS.
- Se realizaron pruebas de usabilidad a partir de los contenidos entregados por el servidor al cliente y se observó que se adaptan correctamente al tamaño de pantalla del dispositivo móvil.
- Fue posible implementar un conjunto de herramientas a partir de la descripción de la arquitectura. Después de probar los componentes individualmente, se realizó una prueba basada en los escenarios del modelo de referencia para verificar la comunicación entre los elementos del sistema.
- Se crearon tres guías de usuario para documentar la implementación realizada (Anexo A). La primera permite al administrador de la plataforma evaluar la posibilidad de instalar las herramientas. La segunda explica al profesor cómo gestionar objetos y actividades de aprendizaje y la tercera explica a los estudiantes cómo hacer uso de la aplicación móvil para desarrollar una actividad disponible en la plataforma.

6.1.4. Conclusiones sobre las experiencias realizadas en ambientes reales de aprendizaje

Se realizaron en total de cuatro experiencias en ambientes reales de aprendizaje al interior de la Universidad del Cauca, con docentes, estudiantes y un administrador de la plataforma .LRN, para evaluar la arquitectura de referencia del capítulo 3 y las herramientas de soporte del capítulo 4. Basado en el análisis descriptivo realizado a las experiencias, se puede concluir que:

- Los docentes que participaron en las experiencias 5.1 y 5.2, coinciden en que las herramientas para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual, son fáciles de utilizar. Al comparar la evaluación de la interacción con la aplicación realizada por los dos grupos de docentes, se observa que los resultados de la experiencia 5.2 fueron mejores, posiblemente porque los docentes habían trabajado previamente con la plataforma EVA.

- Los docentes que participaron en las experiencias 5.1 y 5.2 aportaron un conjunto de escenarios donde puede ser utilizada la aplicación “NFC Contextual Learning”.
- Los docentes y estudiantes que participaron en las experiencias 5.1, 5.2 y 5.3 consideran que la interacción entre el dispositivo móvil y los objetos de aprendizaje etiquetados es muy intuitiva.
- Los docentes y estudiantes que participaron en las experiencias 5.1, 5.2 y 5.3 consideran que el aprendizaje contextual es una alternativa válida a las metodologías de aprendizaje presentes en los sistemas LMS actuales.
- A partir de los resultados de la revisión 5.4 se comprueba que la aplicación “NFC Contextual Learning” es compatible y puede ser instalada en la plataforma EVA de la Universidad del Cauca.
- En general, las 4 experiencias realizadas arrojaron resultados positivos en la evaluación de arquitectura de referencia y las herramientas de soporte aportadas para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN.

6.2. Contribuciones

6.2.1. Arquitectura de referencia

Se ha creado una arquitectura de referencia para integrar actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN a través de dispositivos móviles Android con soporte NFC, que incluye los siguientes aportes individuales:

- Un modelo de referencia para integrar actividades de aprendizaje contextual que comprende la definición del entorno tecnológico y un conjunto de cuatro escenarios de interacción en los que participan docentes y estudiantes al interior de una comunidad del sistema LMS.
- Una recuperación de los aspectos más relevantes de la arquitectura de la plataforma .LRN y del sistema operativo Android, específicamente en los dispositivos que incorporan un adaptador NFC.
- Una descripción estándar de la arquitectura de referencia utilizando el modelo 4+1 vistas (casos de uso, lógica, procesos, implementación y despliegue).

6.2.2. Herramientas de integración

Se ha aportado un conjunto de herramientas denominado “NFC Contextual Learning”, desarrollado a partir de la arquitectura de referencia, que incluye.

- Tres paquetes OpenACS para el soporte de los objetos y actividades de aprendizaje contextual en las comunidades del LMS del lado del servidor.
- Una aplicación Android, centrada en la experiencia de usuario, instalable en dispositivos con adaptador NFC, que actúa como cliente conectándose a la plataforma .LRN en espacios físicos de aprendizaje con cobertura de red

inalámbrica, para obtener información de los objetos descubiertos en el proceso de interacción.

Adicionalmente se han aportado tres manuales de usuario:

- Guía de instalación de las herramientas en la plataforma .LRN, dirigida a los administradores.
- Guía para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual en una comunidad de .LRN, dirigida a los docentes.
- Guía para utilizar la aplicación móvil, que explica cómo desarrollar actividades de aprendizaje contextual, dirigida a estudiantes.

6.2.3. Experiencias en un ambiente de aprendizaje real

Se ha aportado un conjunto de experiencias en ambientes reales de aprendizaje, realizadas al interior de la Universidad del Cauca, que incluye:

- Dos experiencias con docentes del programa en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, realizadas para evaluar la aceptación de la propuesta, la facilidad de los procedimientos necesarios para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN, la interacción con la aplicación y nuevos escenarios de aplicación.
- Una experiencia con estudiantes del programa en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, entre aspirantes e integrantes del semillero W@P Colombia, realizada para evaluar la aceptación de la propuesta y la interacción con la aplicación, a partir de dos actividades de aprendizaje contextual. La primera, denominada “Museo FIET” de tipo libre, y la segunda, denominada “Descubriendo la central AXE” de tipo secuencial.
- Una experiencia con el administrador de la plataforma EVA en la Universidad del Cauca, realizada para evaluar la compatibilidad de las herramientas aportadas con una selección de tecnologías diferente a la presentada en esta trabajo de grado.

6.3. Lecciones Aprendidas

- La arquitectura de referencia aportada es un punto de partida para trabajos futuros en el uso de la tecnología NFC como habilitador principal de escenarios de aprendizaje basados en objetos aumentados distribuidos en espacios físicos.
- Al igual que lo realizado con el aprendizaje contextual en este trabajo, existen otras metodologías, como el aprendizaje auto dirigido, que pueden integrarse en sistemas LMS, con el fin de ofrecer alternativas a los escenarios tradicionales de interacción, soportadas en tecnologías móviles y ubicuas, centradas en la experiencia de usuario.
- Por lo observado en el desarrollo de las experiencias en ambientes reales de aprendizaje, tanto estudiantes como docentes, se sienten atraídos por la movilidad y

ubicuidad habilitada con los dispositivos utilizados en este trabajo. Este factor puede influir directamente en la motivación del estudiante para llevar a cabo actividades de aprendizaje en los sistemas LMS.

- Los resultados obtenidos en las experiencias y la tendencia actual de introducción de la tecnología NFC en diferentes dispositivos móviles, plantean la posibilidad de llevar la propuesta aquí presentada a entornos de producción de diferentes sistemas LMS.
- A nivel tecnológico, se espera que los dispositivos móviles continúen aumentando su capacidad de procesamiento, despliegue de información y comunicación. Por otra parte, los sistemas LMS tendrán que adaptarse al modelo de Internet de Objetos. Bajo este análisis, es importante seguir desarrollando investigaciones en las áreas de m-Learning y u-Learning.

6.4. Trabajos Futuros

- Utilizar los componentes de la arquitectura de referencia propuesta en el capítulo 3, para integrar actividades de aprendizaje contextual en otros sistemas LMS diferentes a .LRN.
- Evaluar la integración de otras tecnologías móviles, ubicuas y de aplicaciones nativas de los sistemas LMS, para mejorar la experiencia de interacción en el espacio de aprendizaje.
- Desplegar las herramientas de soporte desarrolladas en el capítulo 4 en un ambiente de producción, como la plataforma EVA de la Universidad del Cauca.
- Definir un conjunto de experiencias de carácter descriptivo e inferencial en otros contextos de aprendizaje, para evaluar la efectividad de la arquitectura y las herramientas aportadas en esta trabajo de grado, como metodología de enseñanza y aprendizaje en sistemas LMS.
- Definir herramientas que permitan gestionar de forma eficiente los registros de interacción de las actividades de aprendizaje, para evaluar a los estudiantes.

Bibliografía

- [1] J. M. Molina and D. Romero, "Ambiente de Aprendizaje Móvil basado en Micro-Aprendizaje," *IEEE-RITA*, vol. 5, p. 159, 2010.
- [2] S. Yahya, E. A. Ahmad, and K. A. Jalil, "The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion," *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, vol. 6, p. 2, 2010.
- [3] D. Uckelmann, M. Harrison, and F. Michahelles, "From Internet to Internet of Things," in *Architecting the Internet of Things*, ed. New York: Springer, pp. 65-67.
- [4] V. D. Hunt, A. Puglia, and M. Puglia, "Introduction," in *RFID: a guide to radio frequency identification*, ed Hoboken, New Jersey: Wiley, 2007, p. 1.
- [5] G. A. Ramírez, "Evaluación de introducción de Internet de Objetos en espacios de aprendizaje," Tesis Doctoral, Departamento de Ingeniería Telemática, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés, España, 2010.
- [6] Redacción periódico El Tiempo. (2011). *Google revela el pasado, el presente y el futuro de Android* [Online]. Available: http://www.eltiempo.com/tecnologia/actualidad/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-9322292.html. [Accessed Apr. 10, 2011].
- [7] C. Serrano, "Modelo para la Construcción de Soluciones," in *Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería*, 3 ed: Universidad del Cauca, 2008, pp. 1-11.
- [8] ITU, "ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things Executive Summary," International Telecommunication Union, Geneva, Switzerland, Tech. Rep, 2005.
- [9] L. Yan, Y. Zhang, L. T. Yang, and H. Ning, "Internet of Things: A Context-Awareness," in *THE INTERNET OF THINGS: From RFID to the Next-Generation Pervasive Networked Systems*, ed. Boca Raton, FL: Auerbach publications, 2008.
- [10] SRI Consulting Business Intelligence, "APPENDIX F: The Internet of Things," *Disruptive Technologies: The Internet of Things Global Trends 2025*, pp. Appendix F-1, 2010.
- [11] S. A. Freeman, D. W. Field, and M. J. Dyrenfurth. (2001). *Using Contextual Learning to Build Cross-Functional Skills in Industrial Technology Curricula* [Online]. Available: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v38n3/freeman.html>. [Accessed Apr. 20, 2011].
- [12] M. L. Crawford, "Introducción," in *Enseñanza Contextual*, ed. Waco, Texas: CORD, 2004, pp. 3-19.
- [13] Centro de Formación Permanente. (2010). *E-Learning, Definición y Características*. Available: <http://www.cfp.us.es/web/contenido.asp?id=3417>. [Accessed Oct. 25, 2011].
- [14] D. R. Hernández. (2008). *Elearning 2.0, bases, principios y tendencias* [Online]. Available: <http://www.educaweb.com/noticia/2008/03/21/elearning-2-0-bases-principios-tendencias-12889.html>. [Accessed Apr. 7, 2011].

- [15] L. Chi-Hong and C. Yuen-Yan, "Mobile learning: a new paradigm in electronic learning," in *Proceedings of the The 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2003, p. 3.
- [16] K. Sakamura and N. Koshizuka, "Ubiquitous computing technologies for ubiquitous learning," in *Proceedings of the 2005 IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*, 2005, pp. 11-20.
- [17] S. Yahya, E. A. Ahmad, and K. A. Jalil, "The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion," *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, vol. 6, 2010.
- [18] R. K. Ellis. (2009). *A Field Guide To Learning Management Systems* [Online]. Available: http://www.astd.org/NR/rdonlyres/12ECDB99-3B91-403E-9B15-7E597444645D/23395/LMS_fieldguide_20091.pdf. [Accessed Apr. 9, 2011].
- [19] BlackBoard Inc. (2011). *BlackBoard Learn*. Available: <http://www.blackboard.com/Platforms/Learn/Products/Blackboard-Learn.aspx>. [Accessed Aug. 28, 2011].
- [20] OpenACS. (2006). *.LRN Project Documentation*. Available: <http://openacs.org/projects/dotlrn/dotlrn-doc/>. [Accessed Aug. 15, 2011].
- [21] Moodle. (2006). *Arquitectura de Moodle* [Online]. Available: http://docs.moodle.org/19/es/Arquitectura_de_Moodle. [Accessed Apr. 11, 2011].
- [22] V. D. HUNT, A. PUGLIA, and M. PUGLIA, "An Overview of RFID Technology," in *RFID: a guide to radio frequency identification*, ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2007, pp. 25-29.
- [23] K. Finkenzeller, "Introduction," in *RFID HANDBOOK: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication*, 3 ed. Munich, Germany: John Wiley & Sons, 2010, pp. 8-9.
- [24] J. Banks, M. Pachano, L. Thompson, and D. Hanny, "Applications in 10 Areas," in *RFID Applied*, ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2007, pp. 299-370.
- [25] F. Resatsch, "Theoretical Framework," in *Ubiquitous Computing: Developing and Evaluating Near Field Communication Applications*, ed. Munich, Germany: Gabler Verlag, 2010, p. 27.
- [26] K. Finkenzeller, "Near-Field Communication (NFC)," in *RFID HANDBOOK: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication*, 3 ed. Munich, Germany: John Wiley & Sons, 2010, p. 57.
- [27] F. Resatsch, "Theoretical Framework," in *Ubiquitous Computing: Developing and Evaluating Near Field Communication Applications*, ed. Munich, Germany: Gabler Verlag, 2010, p. 29.
- [28] F. Resatsch, "Theoretical Framework," in *Ubiquitous Computing: Developing and Evaluating Near Field Communication Applications*, ed. Munich, Germany: Gabler Verlag, 2010, p. 31.
- [29] H. Barlabé. (2010). *Nokia C7 y NFC, el móvil de Nokia lleva un chip NFC para hacer micropagos por contacto* [Online]. Available: <http://www.tuexpertomovil.com/2010/10/22/nokia-c7-y-nfc-el-movil-de-nokia-lleva-un-chip-nfc-para-hacer-micropagos-por-contacto/>. [Accessed Apr. 16, 2011].
- [30] MobiThinking. (2011). *What is Near-Field Communications (NFC)? What is all the fuss about? Will NFC take off? When? Where? Why should you care?* [Accessed Oct. 25, 2011].
- [31] A. Developers. (2011). *What is Android?* [Online]. Available: <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>. [Accessed July 23, 2011].

- [32] J. Cheng. (2011). *Android tops everyone in 2010 market share; 2011 may be different* [Online]. Available: <http://arstechnica.com/gadgets/news/2011/01/android-beats-nokia-apple-rim-in-2010-but-firm-warns-about-2011.ars>. [Accessed Apr. 19, 2011].
- [33] NFC Forum, "NFC Data Exchange Format (NDEF)," Technical Specification, 2006.
- [34] ORACLE. (2011). *Oracle Database 11g Enterprise Edition*. Available: <http://www.oracle.com/us/products/database/enterprise-edition/index.html>. [Accessed Aug. 5, 2011].
- [35] J. K. Ousterhout. (2002). *Engineering Standards Manual*. Available: <http://aolserver.com/docs/devel/tech/standards.html>. [Accessed Aug. 10, 2011].
- [36] OpenACS Community. (2005). *Wiki for everyone* [Online]. Available: <http://openacs.org/xowiki/docs-end-user>. [Accessed June 18, 2011].
- [37] CiNDETEC innova. (2009). *Comunidad y Casos de .LRN*. Available: <http://www.innova.uned.es/servicios/alf/historico>. [Accessed Apr. 23, 2011].
- [38] Universidad del Cauca. (2006). *EVA - Entorno Virtual de Aprendizaje* [Online]. Available: <http://eva.unicauca.edu.co/>. [Accessed May 15, 2011].
- [39] G. Ramírez, M. Muñoz, D. L. Arreaga, C. Delgado, E. Palta, and M. Solarte, "Integración y Experiencia de Internet de Objetos en E-Learning," in *V Congreso Iberoamericano de Telemática (CITA)*, 2009.
- [40] W.-J. Chang, Z.-M. Yeh, and K.-I. Cheng, "Developing a Mobile Learning System to Community-based Learning for Rural Elementary School Students," 2010.
- [41] H. Jenq-Muh, L. Yen-Shou, and Y. Pao-Ta, "Using the RFIDs to Construct the Ubiquitous Self-Learning Environment for Understanding the Plants in the Schoolyard," in *Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE)*, 2008.
- [42] S. Martín, G. Díaz, I. Plaza, E. S. Cristóbal, M. Latorre, R. Gil, J. Peire, and M. Castro, "M2Learn: Framework Abierto para el Desarrollo de Aplicaciones para el Aprendizaje Móvil y Ubicuo," *IEEE-RITA*, vol. 5, 2010.
- [43] M. Pérez-Sanagustín, G. Ramírez-González, D. Hernández-Leo, M. Muñoz-Organero, P. Santos, J. Blat, and C. Delgado, "Discovering the campus together: a mobile and computer-based learning experience," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. In Press, 2011.
- [44] A.-F. Lai, C.-H. Wu, K.-C. Chou, and H.-Y. Lai, "Integrate Handheld Device and RFID to Support Context Awareness Environment for Outdoor Inquiry Learning Activity," in *The 6th IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technologies in Education*, 2010.
- [45] G. Ramírez, M. Muñoz, and C. Delgado, "Early infrastructure of an Internet of Things in Spaces for Learning," in *Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2008.
- [46] H.-C. Chu and G.-J. Hwang, "A Location-Aware Mobile Learning System to Provide Field Learning Guidance for Natural Science Courses," in *2010 2nd International Asia Conference on Informatics in Control, Automation and Rob*, 2010.
- [47] L. Tsung-Yu, T. Tan-Hsu, and C. Yu-Ling, "The Ubiquitous Museum Learning Environment: Concept, Design, Implementation, and a Case Study," in *Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)*, 2006.
- [48] M. Hutter and R. Toeg, "A Trusted Platform Module for Near Field Communication," in *2010 Fifth International Conference on Systems and Networks Communications*, 2010.
- [49] P. Castro, G. Matas, I. Luque, and M. Á. Gómez-Nieto, "A Model for the Development of NFC Context-Awareness Applications on Internet of Things,"

- presented at the Second International Workshop on Near Field Communication, 2010.
- [50] C.-J. Su and B.-J. Chen, "Ubiquitous Community Care Using Sensor Network and Mobile Agent Technology," *Symposia and Workshops on Ubiquitous, Autonomic and Trusted Computing*, 2010.
- [51] C.-C. Lin and D.-H. Shih, "Fundamental Framework of Supporting M-learning in RFID System," *International Workshop on Education Technology and Training & 2008 International Workshop on Geoscience and Remote Sensin*, 2008.
- [52] M. Derntl and K. A. Hummel, "Modeling Context-Aware e-Learning Scenarios," in *Pervasive Computing and Communications Workshops*, 2005.
- [53] N. Yen, L. Chao, Q. Jin, J. Ma, and T. Shih, "Resource Retrieval Service to Enhance U-Learning Environment," in *4th International Conference on Ubiquitous Information Technologies & Applications* 2009.
- [54] S. T. Albin, "Introduction to Software Design," in *The Art of Software Architecture: Design Methods and Techniques* ed: John Wiley & Sons, 2003.
- [55] J. Garland and R. Anthony, "The 4+1 Views," in *Large-Scale Software Architecture: A Practical Guide using UML*, ed: John Wiley & Sons, 2003, p. 37.
- [56] L. Bass, P. Clements, and R. Kazman, "The Architecture Business Cycle," in *Software Architecture in Practice*, 2 ed: Addison Wesley, 2003, p. 36.
- [57] OpenACS Community. (2005). *OpenACS Overview* [Online]. Available: <http://openacs.org/doc/openacs-overview.html>. [Accessed July 22, 2011].
- [58] OpenACS Community. (2005). *OpenACS Packages* [Online]. Available: <http://openacs.org/doc/packages.html>. [Accessed June 18, 2011].
- [59] OpenACS Community. (2005). *OpenACS Objects* [Online]. Available: <http://openacs.org/doc/objects.html>. [Accessed June 20, 2011].
- [60] OpenACS Community. (2005). *Groups, Context, Permissions* [Online]. Available: <http://openacs.org/doc/permissions.html>. [Accessed Aug. 8, 2011].
- [61] OpenACS Community. (2005). *Using Templates in OpenACS* [Online]. Available: <http://openacs.org/doc/templates.html>. [Accessed Aug. 8, 2011].
- [62] OpenACS Community. (2005). *How Internationalization/Localization works in OpenACS* [Online]. Available: <http://openacs.org/doc/i18n-introduction.html>. [Accessed Aug. 8, 2011].
- [63] OpenACS Community. (2005). *The Request Processor* [Online]. Available: <http://openacs.org/doc/request-processor.html>. [Accessed Aug. 8, 2011].
- [64] OpenACS Community. (2005). *How to integrate an existing package in dotLRN* [Online]. Available: http://openacs.org/forums/message-view?message_id=299982. [Accessed Aug. 8, 2011].
- [65] R. Calvo. (2005). *The OpenACS e-learning infrastructure* [Online]. Available: <http://ausweb.scu.edu.au/aw03/papers/calvo2/paper.html>. [Accessed Aug. 8, 2011].
- [66] Wikipedia. (2010). *Android* [Online]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/Android>. [Accessed Aug. 8, 2011].
- [67] Android Developers. (2011). *Near Field Communication*. Available: <http://developer.android.com/guide/topics/nfc/index.html>. [Accessed Aug. 16, 2011].
- [68] A. Developers. (2011). *Application Fundamentals* [Online]. Available: <http://developer.android.com/guide/topics/fundamentals.html>. [Accessed Aug. 8, 2011].
- [69] K. Finkensteller, "The Manufacture of Transponders and Contactless Smart Cards," in *RFID HANDBOOK: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards*,

- Radio Frequency Identification and Near-Field Communication*, 3 ed. Munich, Germany: John Wiley & Sons, 2010, pp. 5, 347-356.
- [70] nfc.cc. (2011). *NFC Tag Types*. Available: <http://www.nfc.cc/technology/nfc-tag-types>. [Accessed Aug. 16, 2011].
- [71] L. Bass, P. Clements, and R. Kazman, "Creating an Architecture," in *Software Architecture in Practice*, 2 ed: Addison Wesley, 2003, pp. 174-175.
- [72] K. Hamilton and R. Miles, "Introduction," in *Learning UML 2.0*, ed: O'Reilly, 2006, pp. 13-15.
- [73] P. Kruchten, "The 4+1 View Model of Architecture," *IEEE Software*, vol. 12, pp. 40-50, 1995.
- [74] S. S. Jadhav and B. S. Ainapure, "Use case model," in *Object Oriented Modeling & Design*, 2 ed: Technical Publications Pune, 2008, pp. 5-35.
- [75] Google. (2011). *Google Nexus S Tech Specs*. Available: <http://www.google.com/nexus/#/tech-specs>. [Accessed Aug. 21, 2011].
- [76] Touchatag. (2010). *Touchatag Store*. Available: <http://www.touchatag.com/e-store>. [Accessed Aug. 21, 2011].

Anexo A.

Manuales de la aplicación NFC Contextual Learning

Con el fin de ofrecer soporte a las herramientas desarrolladas en capítulo 4, en este anexo, se aportan 3 manuales de usuario de la aplicación “NFC Contextual Learning”, incluyendo:

- Una guía dirigida al administrador de la plataforma .LRN, con recomendaciones de compatibilidad y las instrucciones de instalación (Sección A.1).
- Una guía para exponer a los docentes los procedimientos necesarios para gestionar objetos y actividades de aprendizaje contextual en las comunidades a su cargo (Sección A.2).
- Una guía para instruir a los estudiantes en el desarrollo de actividades de aprendizaje contextual propuestas por los docentes dentro una comunidad .LRN (Sección A.3).

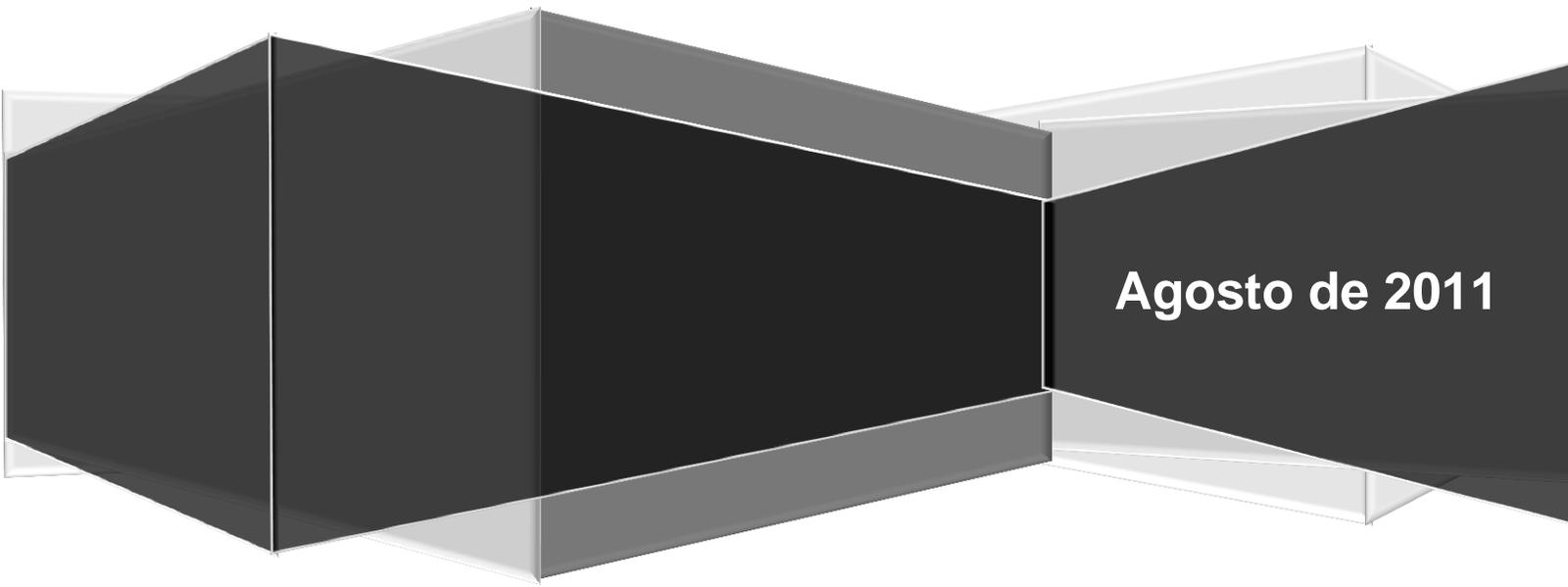
A.1. Manual del administrador de la plataforma .LRN

NFC Contextual Learning

Manual de usuario

Versión 1.0

Administrador de la plataforma



Agosto de 2011

Introducción

.LRN es un sistema bastante completo para el soporte de comunidades de aprendizaje virtual, cuenta con un sofisticado conjunto de paquetes y portales que integran herramientas para administrar cursos, contenidos y herramientas de colaboración.

La aplicación “NFC Contextual Learning” añade funcionalidades a la plataforma, permitiendo a los usuarios finales (profesores y estudiantes) formular y desarrollar actividades de aprendizaje contextual, soportadas en la tecnología NFC. En este documento se explica en detalle, cómo realizar la instalación de la aplicación en la plataforma .LRN.

Versión de la aplicación

“NFC Contextual Learning” actualmente se encuentra en la versión 1.0, ha sido instalada y probada exitosamente en un ambiente de las siguientes características:

- Sistema Operativo Ubuntu 10.04, 32 Bits.
- .LRN 2.5.0-2.
- AOLServer 4.5.
- OpenACS 5.6.0.
- PostgreSQL 8.4.

Esta información puede ser útil al administrador para evaluar la compatibilidad de la aplicación con su plataforma.

Archivos de instalación

La aplicación consta de 3 paquetes OpenACS: “contextual-learning”, “contextual-learning-portlet” y “dotlrn-contextual-learning” (figura A.1) que se adaptan correctamente a la arquitectura de .LRN. Los paquetes están disponibles en <http://code.google.com/p/nfc-contextual-learning/downloads/list>.

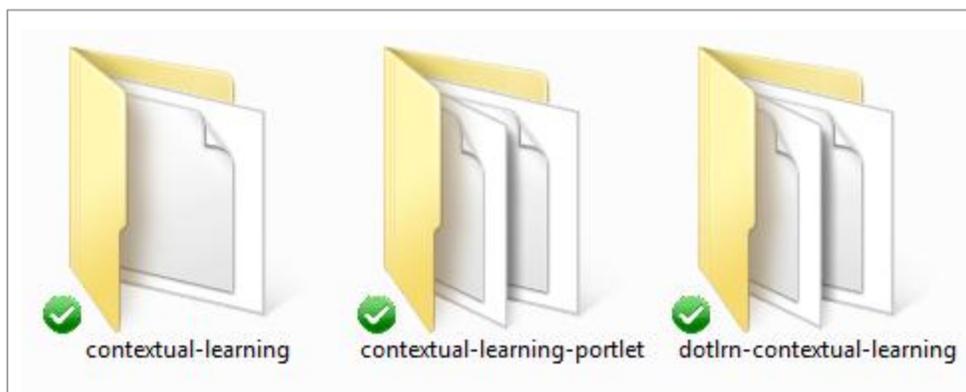


Figura A.1: Paquetes de la aplicación NFC Contextual Learning. (Fuente propia).

- **contextual-learning:** contiene toda la lógica de la aplicación, para crear, editar y gestionar los objetos y las actividades de aprendizaje dentro de la plataforma, también se encarga de la creación de las tablas necesarias para el funcionamiento de la aplicación en la base de datos. El modelo de datos de la figura A.2 puede servir

al administrador para evaluar la compatibilidad de la aplicación con otras aplicaciones ya instaladas en la plataforma.

- **contextual-learning-portlet:** Como su nombre lo indica, este paquete contiene los Portlets para el funcionamiento del paquete anterior. Los Portlets son componentes modulares de las interfaces de usuario gestionadas y visualizadas en el portal web, en este caso permite la visualización del paquete “contextual-learning” en los portales de usuario y de administración del curso.
- **dotlrn-contextual-learning:** contiene el Applet de la aplicación, es decir, permite que el paquete “contextual-learning” pueda ser agregado a una comunidad a través de la interfaz de gestión de Applets, en la sección de administración de la comunidad (clase o club).

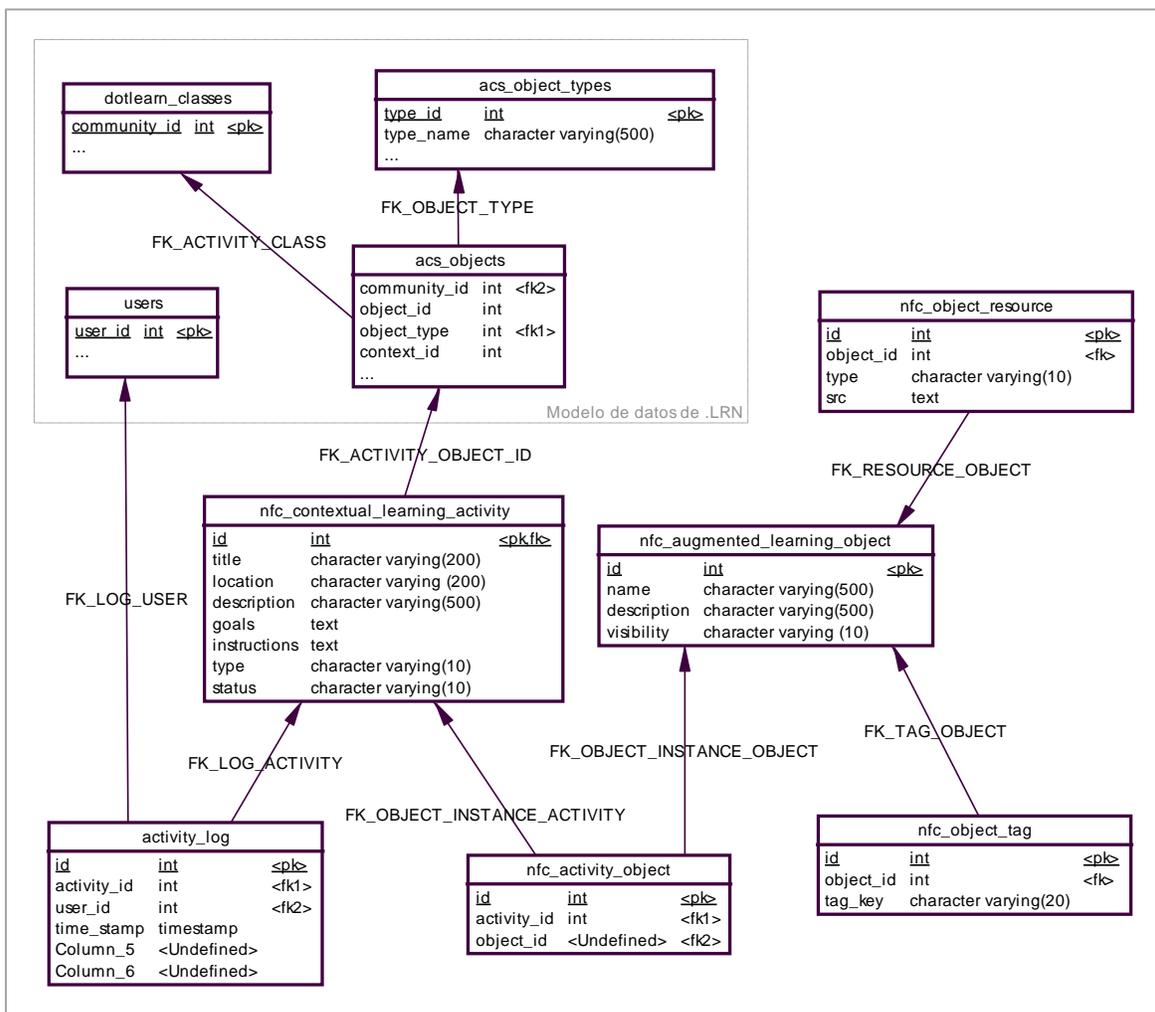


Figura A.2: Modelo de datos de la aplicación NFC Contextual Learning. (Fuente propia).

El administrador de la plataforma también debe contar con el instalador “.apk” de la aplicación “Nfc Contextual Learning App”, utilizada para que los usuarios accedan a la plataforma desde los dispositivos móviles Android. La forma más sencilla para distribuir e instalar la aplicación en los dispositivos, es a través de correo electrónico.

Proceso de instalación

Para instalar los paquetes “contextual-learning”, “contextual-learning-portlet” y “dotlrn-contextual-learning” de la sección de archivos de instalación se debe:

1. Copia las carpetas “contextual-learning”, “contextual-learning-portlet” y “dotlrn-contextual-learning” en el directorio de paquetes de .LRN (usualmente es: /usr/share/dotlrn/packages/).
2. Con el navegador Web de su preferencia, acceder al administrador de paquetes de .LRN (usualmente ubicado en: <http://localhost:8000/acs-admin/apm>¹) como se observa en la figura A.3, ubicar el enlace “install packages”.

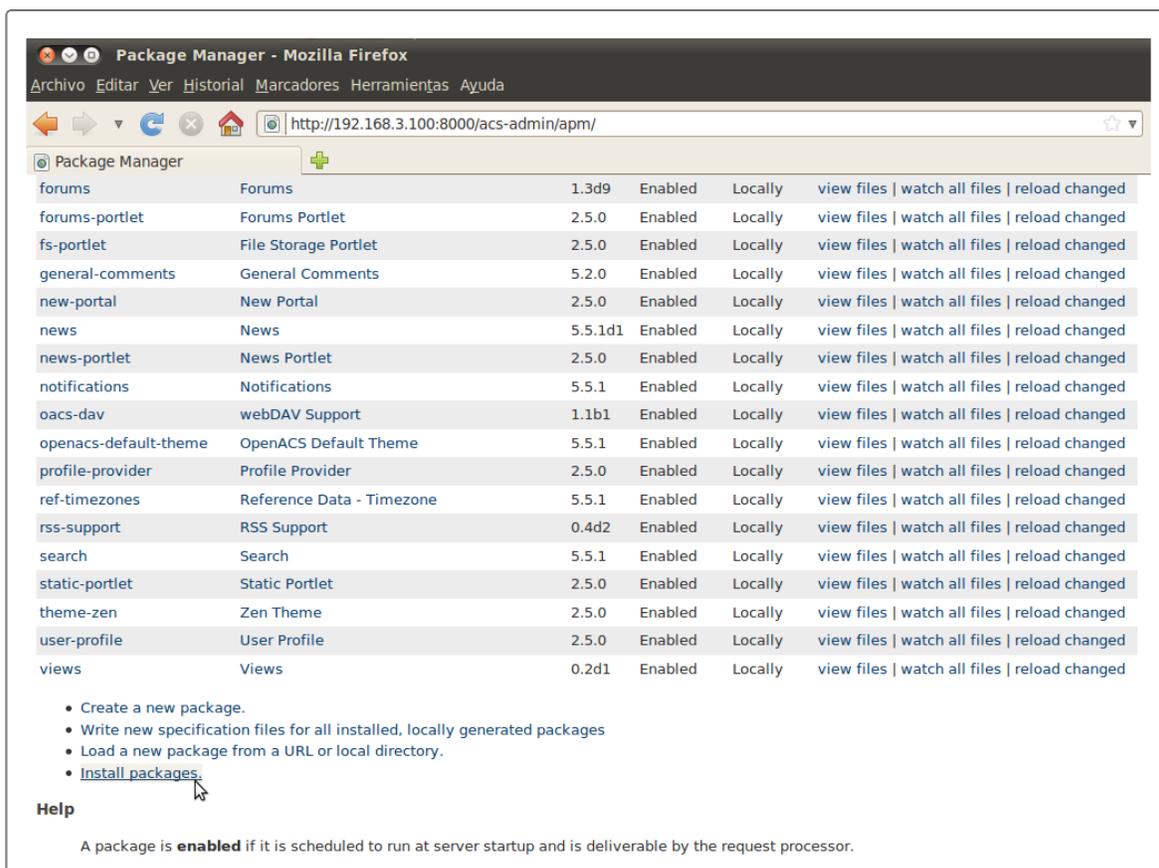


Figura A.3: Administrador de paquetes APM. (Fuente propia).

3. Como se observa en la figura A.4, de la lista de paquetes disponibles seleccionar “Contextual Learning Activities 1.0”, “Contextual Learning Activities Portlet 1.0” y “dotLRN Contextual Learning Activities Applet 1.0”. Dirigirse al final de la página y presionar el botón “siguiente”. Si los paquetes no aparecen en la lista, desde consola ejecutar el comando “sudo usermod -a -G www-data ubuntuuser²”.

¹ Si la plataforma se encuentra en la red, reemplazar “localhost:8000” por el nombre de dominio.

² Reemplazar “ubuntuuser” por el usuario administrador del sistema Operativo.

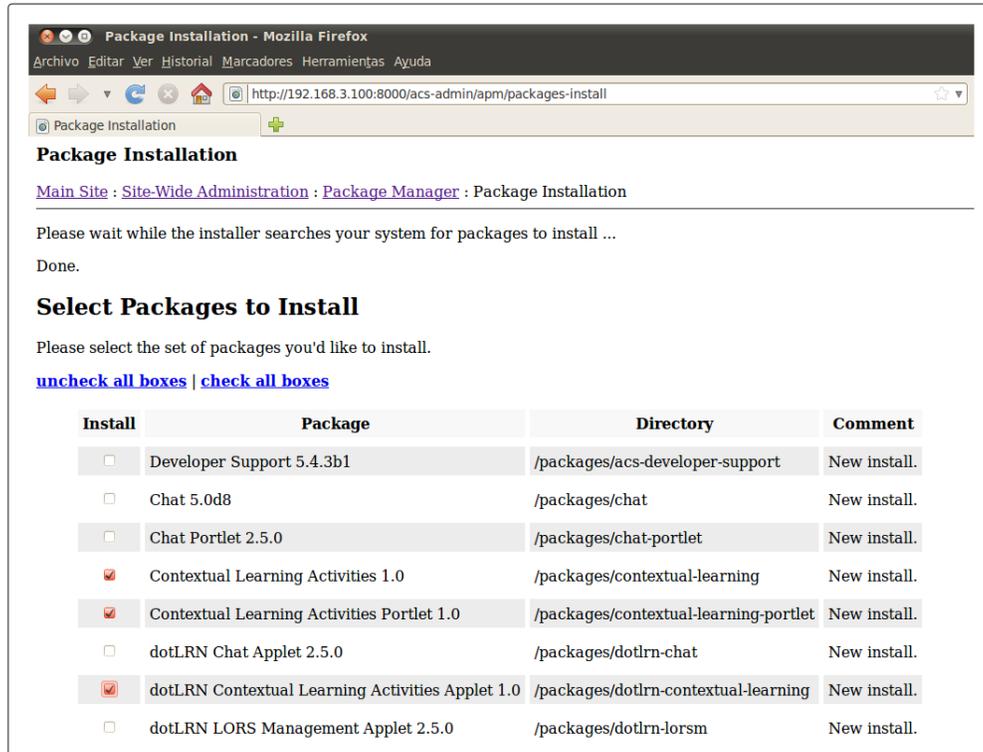


Figura A.4: Selección de paquetes de instalación. (Fuente propia).

4. En la siguiente página verificar que los scripts del modelo de datos se encuentren seleccionados, como en la figura A.5 y presionar el botón “instalar paquetes”.

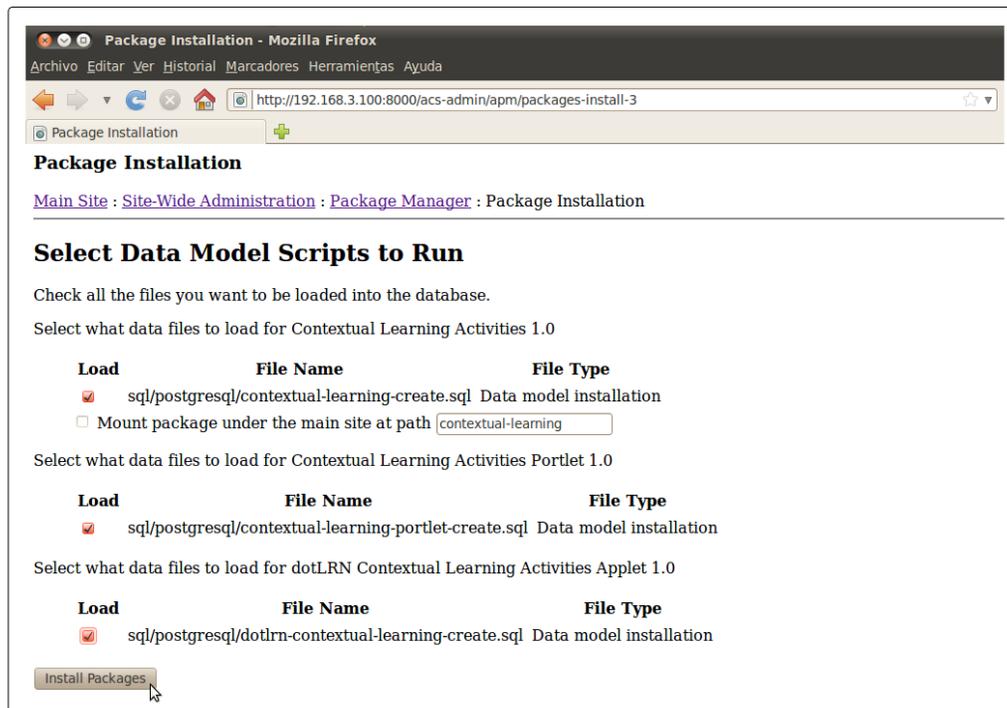


Figura A.5: Scripts del modelo de datos. (Fuente propia).

5. Finalmente, reiniciar el servidor para aplicar los cambios, ingresar en el navegador Web la dirección <http://localhost:8000/acs-admin/server-restart>. Desde la línea de comandos del sistema operativo, ejecutar como administrador la instrucción: “/etc/init.d/aolserver4 restart”.

Si la instalación fue correcta, como se observa en la figura A.6, la aplicación “NFC Contextual Learning” debería aparecer disponible en la sección de gestión de Applets de las comunidades de la plataforma.

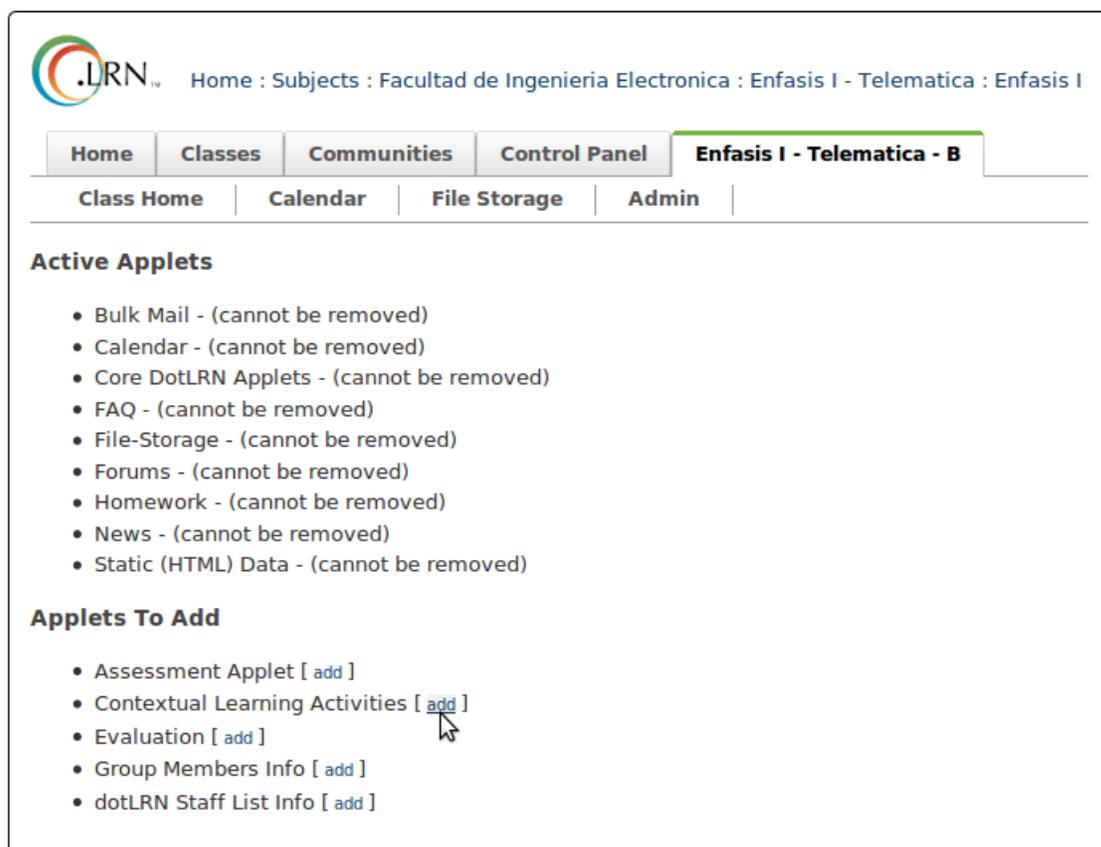


Figura A.6: Applet de NFC Contextual Learning. (Fuente propia).

Después de agregar la aplicación a una comunidad, ingresar a la plataforma como profesor, en la sección de administración del curso, debería aparecer el Portlet de administración como se aprecia en la figura A.7.

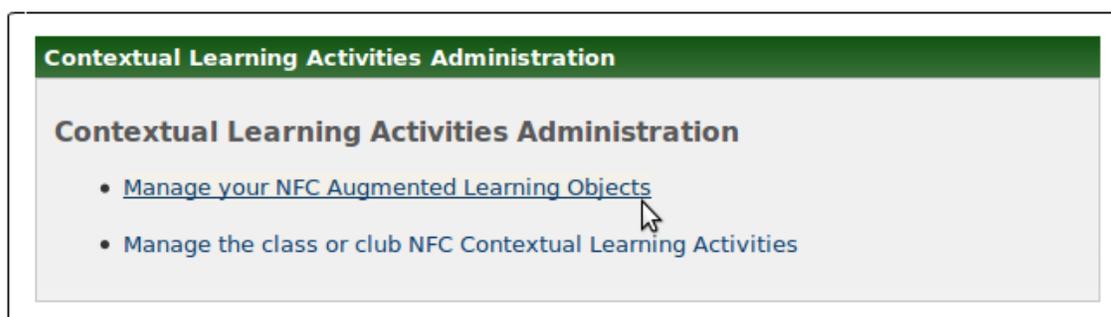


Figura A.7: Portlet de administración de NFC Contextual Learning. (Fuente propia).

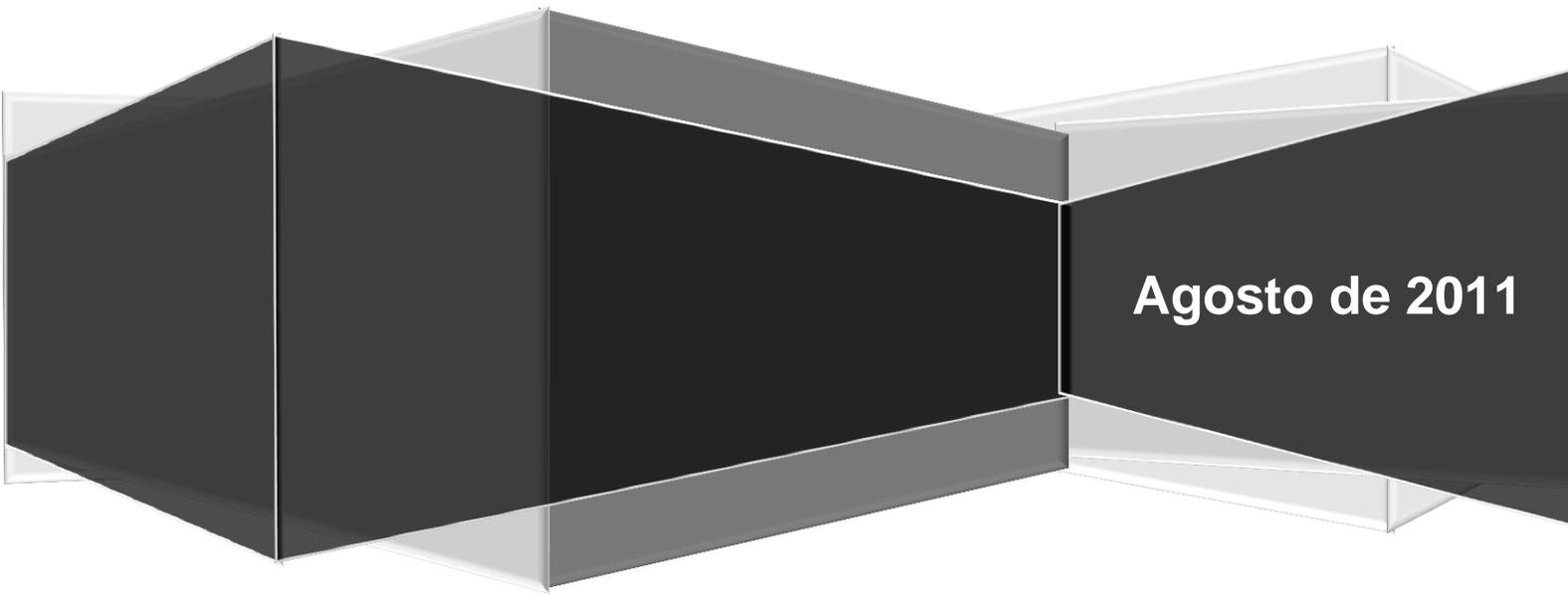
A.2. Manual del Profesor

NFC Contextual Learning

Manual de usuario

Versión 1.0

Profesor



Agosto de 2011

Introducción

NFC Contextual Learning es una aplicación para la integración de actividades de aprendizaje contextual en la plataforma .LRN a través de dispositivos móviles Android con soporte NFC. Una actividad se crea en contexto de una comunidad de la plataforma y se compone de objetos de aprendizaje aumentado. Un objeto de aprendizaje aumentado, es un objeto que existe físicamente y ha sido etiquetado con una tag³ NFC.

El objetivo es que el profesor defina el espacio de aprendizaje donde se encuentran ubicados los objetos reales, para que el estudiante ingrese y establezca contacto entre el dispositivo móvil y las etiquetas de los objetos (figura A.8). Cuando el estudiante interactúa con el objeto, el sistema LMS le provea un conjunto de recursos multimedia previamente definidos. Una actividad de aprendizaje puede ser secuencial o libre, en el primer caso, el estudiante debe descubrir los objetos en el mismo orden en el cual fueron agregados por el profesor, en el segundo caso, el estudiante obtiene información de cualquier objeto sin importar el orden en el cual interactúa con ellos.

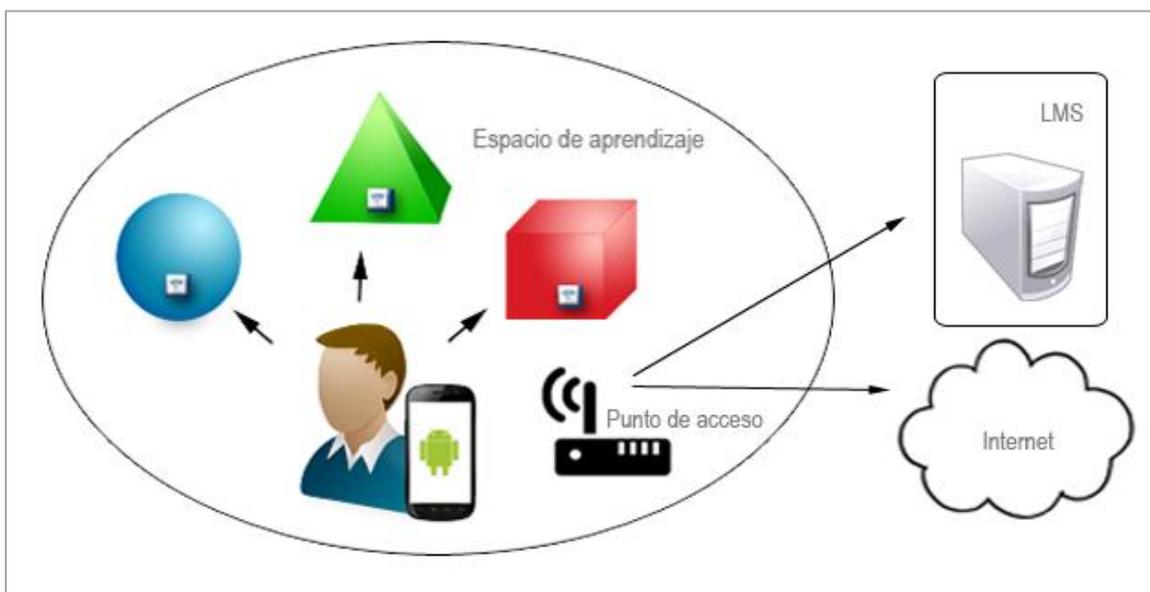


Figura A.8: Estudiante desarrollando actividad de aprendizaje contextual. (Fuente propia).

En el presente manual de usuario, se explica al profesor cómo crear y gestionar actividades de aprendizaje contextual basadas en objetos de aprendizaje aumentado, haciendo uso de la aplicación “NFC Contextual Learning” en la plataforma .LRN.

Condiciones iniciales

Se requiere que el administrador de la plataforma haya instalado previamente la aplicación “NFC Contextual Learning”, de no ser así, puede utilizar el manual de administrador para conocer el proceso de instalación. El profesor que desee utilizar la aplicación debe estar registrado y tener un rol de tutor en alguna de las comunidades de la plataforma.

³ Un tag puede ser una etiqueta o una tarjeta inteligente pasiva.

Funcionamiento

El profesor puede crear actividades de aprendizaje contextual en los cursos que estén a su cargo. Una actividad de aprendizaje contextual se compone de objetos de aprendizaje aumentado. Un objeto de aprendizaje aumentado es un objeto físico que ha sido etiquetado para proveer información relevante a los estudiantes. Una actividad puede ser secuencial, cuando es necesario descubrir los objetos ordenadamente, o libre, cuando no importa el orden. Para crear objetos de aprendizaje:

1. Agregar la información básica del objeto.

Una vez ha iniciado sesión en la plataforma, y se ha ingresado al curso en el cual desea crear la actividad de aprendizaje, se debe seleccionar la pestaña de administración (figura A.9).



Figura A.9: Sección de administración de una comunidad. (Fuente propia).

Al ingresar a la sección de administración del curso encontrará una serie de opciones para gestionar el contenido de la comunidad. Se debe seleccionar la opción “Manage your NFC Augmented Learning Objects” del Portlet “Contextual Learning Activities Administration” (figura A.10).

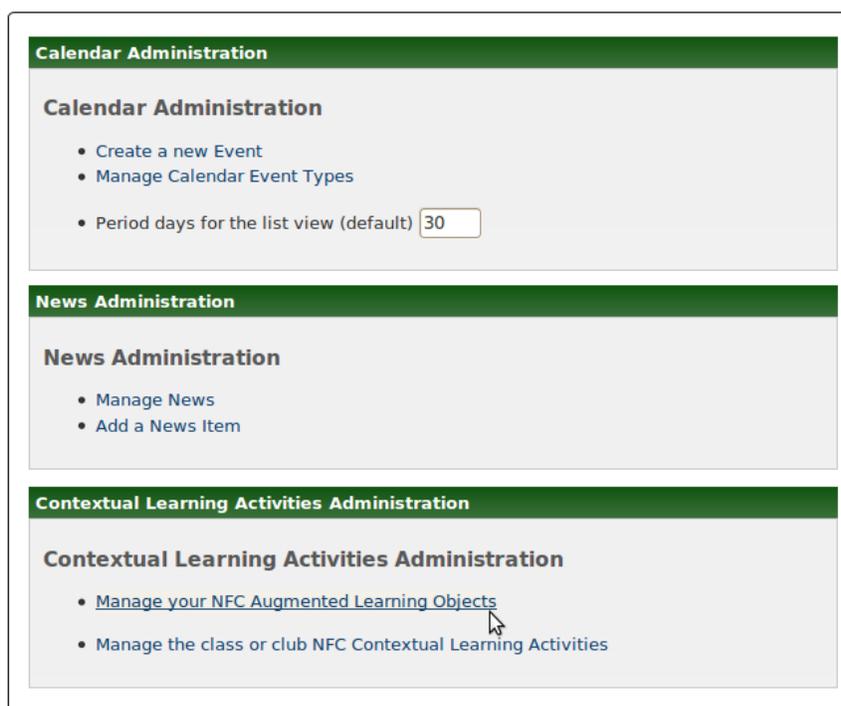
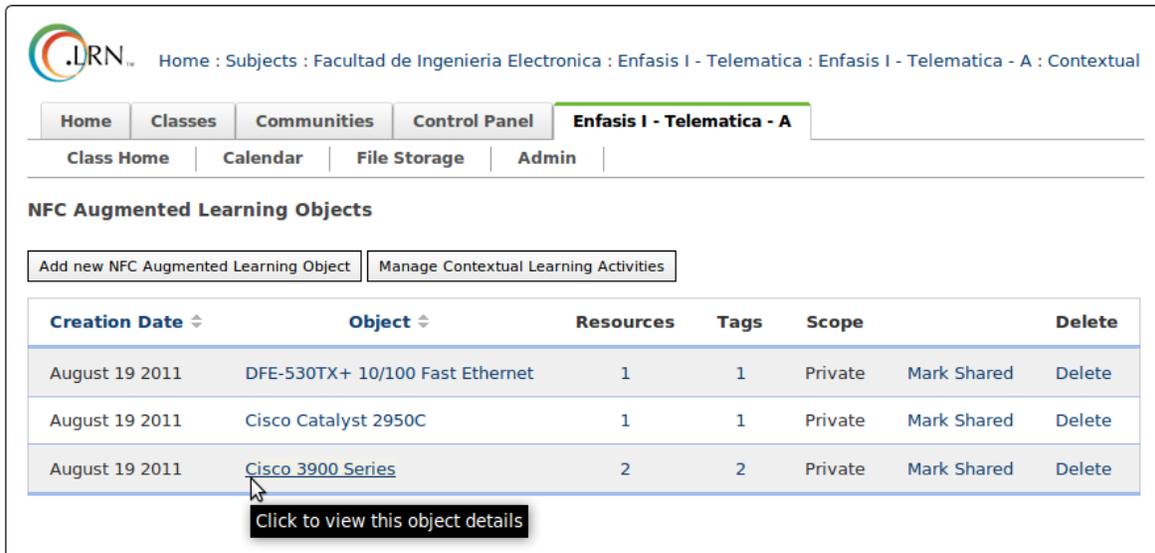


Figura A.10: Portlet de administración. (Fuente propia).

En esta sección, el profesor tendrá acceso a su lista de objetos (figura A.11). Para crear un nuevo objeto debe presionar el botón “Add new NFC Augmented Learning Object” ubicado en la parte superior de la lista.



The screenshot shows the application interface for managing NFC Augmented Learning Objects. At the top, there is a breadcrumb trail: Home : Subjects : Facultad de Ingenieria Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual. Below this, there are navigation tabs: Home, Classes, Communities, Control Panel, and Enfasis I - Telematica - A (which is selected). Underneath, there are sub-tabs: Class Home, Calendar, File Storage, and Admin. The main heading is "NFC Augmented Learning Objects". Below the heading, there are two buttons: "Add new NFC Augmented Learning Object" and "Manage Contextual Learning Activities". A table lists the objects with columns: Creation Date, Object, Resources, Tags, Scope, and Delete. The table contains three rows of data. A mouse cursor is hovering over the "Cisco 3900 Series" link in the Object column, and a tooltip says "Click to view this object details".

Creation Date	Object	Resources	Tags	Scope	Delete
August 19 2011	DFE-530TX+ 10/100 Fast Ethernet	1	1	Private	Mark Shared Delete
August 19 2011	Cisco Catalyst 2950C	1	1	Private	Mark Shared Delete
August 19 2011	Cisco 3900 Series	2	2	Private	Mark Shared Delete

Figura A.11: Lista de objetos de aprendizaje aumentado. (Fuente propia).

Posteriormente debe completar el formulario con la información solicitada (figura A.12) y presionar el botón “OK”.



The screenshot shows the "Add new NFC Augmented Learning Object" form. At the top, there is a breadcrumb trail: Home : Subjects : Facultad de Ingenieria Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual. Below this, there are navigation tabs: Home, Classes, Communities, Control Panel, and Enfasis I - Telematica - A (which is selected). Underneath, there are sub-tabs: Class Home, Calendar, File Storage, and Admin. The main heading is "Add new NFC Augmented Learning Object". Below the heading, there are two input fields: "Object Name (required)" with the value "Cisco 3900 Series" and "Description" with the value "Integrated Services Routers". Below the input fields, there are two buttons: "OK" and "Cancel". A mouse cursor is hovering over the "OK" button.

Figura A.12: Formulario de objeto de aprendizaje aumentado. (Fuente propia).

2. Etiquetar el objeto con una o más etiquetas NFC.

Al regresar a la lista de objetos, encontrará el nuevo objeto creado, sin embargo, las columnas de la tabla “Resources” y “Tags” aparecen en cero. Para asignar una o más

etiquetas al objeto debe utilizar el enlace de la columna “Tags”, e ingresar el ID de la etiqueta⁴ en el formulario (figura A.13).

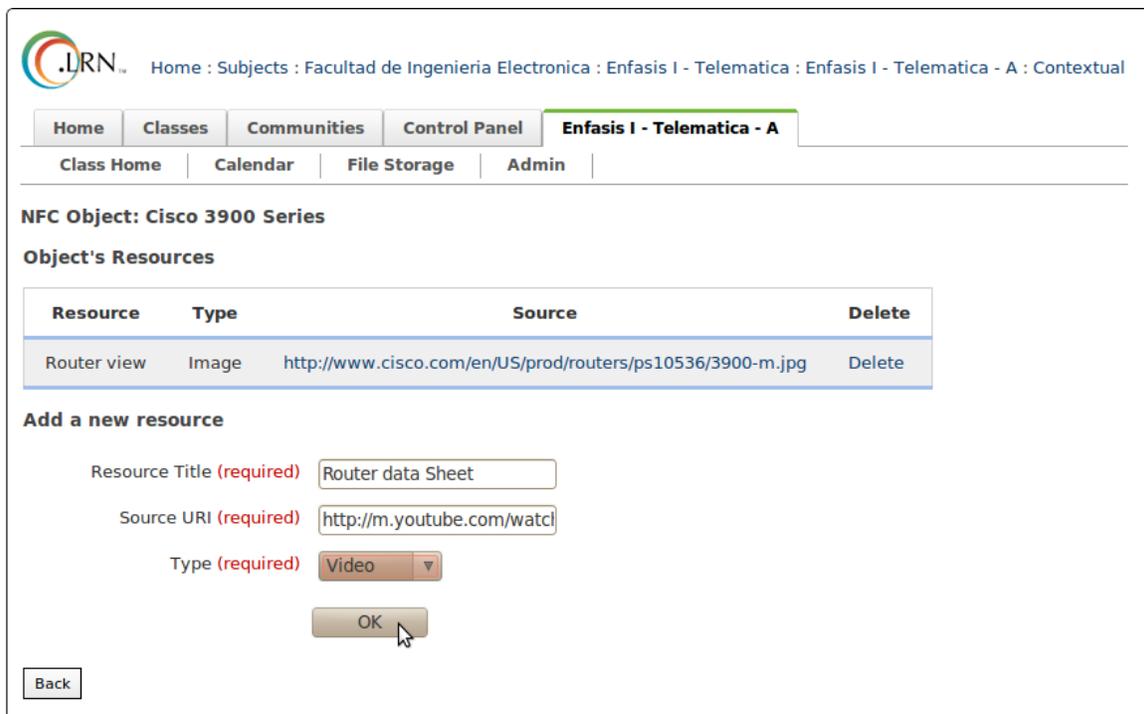


The screenshot shows the LIRN system interface. The breadcrumb trail is: Home : Subjects : Facultad de Ingenieria Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual. The navigation menu includes Home, Classes, Communities, Control Panel, and Enfasis I - Telematica - A. The current page is titled 'NFC Object: Cisco 3900 Series' with a description 'Integrated Services Routers'. Under 'Object's Tags', there is a table with one entry: 'E5003D00' and a 'Delete' link. To the right, the 'Add a new Tag' form has a 'Tag Key (required)' field containing 'DE07BAED' and an 'OK' button. A 'Back' button is located at the bottom left.

Figura A.13: Agregar etiqueta a objeto de aprendizaje aumentado. (Fuente propia).

3. Agregar recursos multimedia al objeto.

De la misma forma, es necesario agregar un o más recursos multimedia al objeto. El objetivo es que cuando el estudiante toque la etiqueta con el dispositivo móvil tendrá acceso a los contenidos aquí definidos, como se observa en la figura A.14.



The screenshot shows the LIRN system interface. The breadcrumb trail is: Home : Subjects : Facultad de Ingenieria Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual. The navigation menu includes Home, Classes, Communities, Control Panel, and Enfasis I - Telematica - A. The current page is titled 'NFC Object: Cisco 3900 Series'. Under 'Object's Resources', there is a table with one entry: 'Router view' (Image) with source 'http://www.cisco.com/en/US/prod/routers/ps10536/3900-m.jpg' and a 'Delete' link. Below, the 'Add a new resource' form has 'Resource Title (required)' set to 'Router data Sheet', 'Source URI (required)' set to 'http://m.youtube.com/watcl', and 'Type (required)' set to 'Video'. An 'OK' button is at the bottom. A 'Back' button is at the bottom left.

Figura A.14: Agregar recurso a objeto de aprendizaje aumentado. (Fuente propia).

⁴ Algunas etiquetas tienen el ID impreso en el exterior, de no ser así debe utilizar la aplicación “NFC Contextual Learning App” en un dispositivo móvil para verificar el identificador de la etiqueta.

Finalmente se ha creado un objeto de aprendizaje. En la columna “Scope” se puede modificar el atributo de visibilidad del objeto, Un objeto puede ser público para que otros profesores puedan utilizarlo en la formulación de actividades o privado para hacerlo invisible a otros usuarios.

Para crear actividades de aprendizaje contextual basadas en los objetos aumentados definidos previamente:

1. Agregar la información básica de la actividad

Después de crear todos objetos de aprendizaje necesarios para el desarrollo de la actividad, puedes proseguir a crear la actividad de aprendizaje contextual, para esto seleccione la opción “Manage the class or club NFC Contextual Learning Activities” del Portlet “Contextual Learning Activities Administration”.

De la parte superior de la lista de actividades seleccione la opción “Add new NFC Contextual Learning Activity”, y complete la información solicitada como se observa a manera de ejemplo en la figura A.15.

The screenshot shows the user interface for adding a new activity. At the top, there is a breadcrumb trail: Home : Subjects : Facultad de Ingeniería Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual. Below this is a navigation menu with tabs for Home, Classes, Communities, Control Panel, and Enfasis I - Telematica - A. Under the selected tab, there are sub-tabs for Class Home, Calendar, File Storage, and Admin. The main content area is titled 'Add new NFC Contextual Learning Activity' and contains the following fields:

- Activity Title (required): Basic Network Components
- Description (required): Class introduction activity
- Location (required): Lab - 326
- Instructions (required): Find the network components
- Goals (required): Identify the basic components in a Wired Network and
- Type (required): Sequential

At the bottom of the form are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Figura A.15: Formulario de actividad de aprendizaje contextual. (Fuente propia).

Una vez la actividad ha sido creada de manera correcta deberá aparecer en la lista (figura A.16), Si considera necesario gestionar sus objetos de aprendizaje aumentado, puede alternar entre la vista de actividades y de objetos con los botones ubicados en la parte superior de la lista. Para agregar objetos de aprendizaje aumentado a la actividad, acceda a través del enlace de la columna NFC ALOs.

Home : Subjects : Facultad de Ingenieria Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual

Home | Classes | Communities | Control Panel | **Enfasis I - Telematica - A**

Class Home | Calendar | File Storage | Admin

NFC Contextual Learning Activities

Add new NFC Contextual Learning Activity | Manage Augmented Learning Objects

Creation Date	Activity	Type	NFC ALOs	Status	New Status	Activity Log
August 19 2011	Basic Network Components	Sequential	3	In progress	Mark Completed	Activity Log

Click to view the activity log

Figura A.16: Lista de actividades de aprendizaje contextual. (Fuente propia).

2. Agregar objetos de aprendizaje a la actividad

Tenga en cuenta que si el tipo de actividad es secuencial, los estudiantes tendrán que descubrir los objetos en el mismo orden que fueron agregados (figura A.17), el profesor también dispone de un conjunto de objetos compartidos que puede emplear para complementar su actividad.

Home : Subjects : Facultad de Ingenieria Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual

Home | Classes | Communities | Control Panel | **Enfasis I - Telematica - A**

Class Home | Calendar | File Storage | Admin

NFC Activity: Basic Network Components
Type: Sequential

NFC Activity's Augmented Learning Objects

#	Creation Date	Object	Resources	Tags	Remove
1	August 19 2011	DFE-530TX+ 10/100 Fast Ethernet	1	1	Remove

User's NFC Augmented Learning Objects

Creation Date	Object	Resources	Tags	Add to Activity
August 19 2011	Cisco Catalyst 2950C	1	1	Add to Activity
August 19 2011	Cisco 3900 Series	2	2	Add to Activity

Click to add this object to the activity

Shared NFC Augmented Learning Objects

Creation Date	Object	Resources	Tags	Add to Activity
No data.				

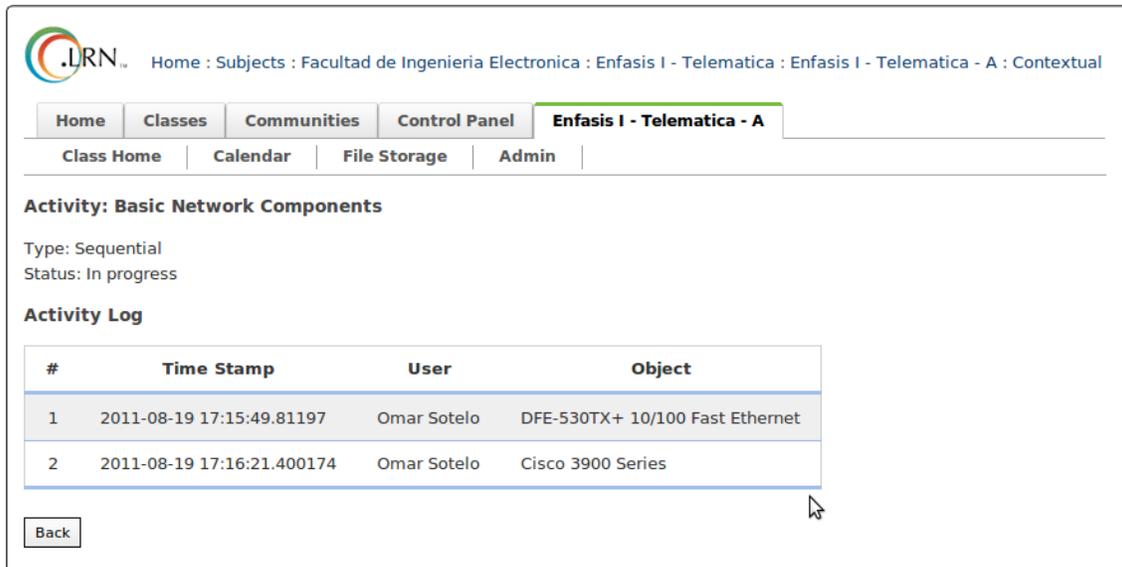
Back

Figura A.17: Agregar objeto a actividad de aprendizaje contextual. (Fuente propia).

Después de crear y agregar los objetos de aprendizaje a la actividad, debe cambiarse su estado a “en progreso” desde la lista de actividades. Una vez “en progreso”, la actividad será visible a los estudiantes de la comunidad.

3. Cerrar la actividad

Para terminar una actividad que se encuentra “en progreso”, el profesor debe cambiar su estado a “finalizada” desde la lista de actividades. Finalmente para analizar el desarrollo de actividad el profesor puede acceder al registro de interacción desde la columna “Activity Log” (figura A.18).



The screenshot shows a web interface for a Learning Management System (LMS). At the top, there is a breadcrumb trail: Home : Subjects : Facultad de Ingeniería Electronica : Enfasis I - Telematica : Enfasis I - Telematica - A : Contextual. Below this, there are navigation tabs: Home, Classes, Communities, Control Panel, and Enfasis I - Telematica - A (which is highlighted). Underneath the tabs, there are links: Class Home, Calendar, File Storage, and Admin. The main content area displays the activity details for 'Basic Network Components'. It shows 'Type: Sequential' and 'Status: In progress'. Below this is the 'Activity Log' section, which contains a table with the following data:

#	Time Stamp	User	Object
1	2011-08-19 17:15:49.81197	Omar Sotelo	DFE-530TX+ 10/100 Fast Ethernet
2	2011-08-19 17:16:21.400174	Omar Sotelo	Cisco 3900 Series

At the bottom left of the activity log section, there is a 'Back' button.

Figura A.18: Registro de interacción de una actividad. (Fuente propia).

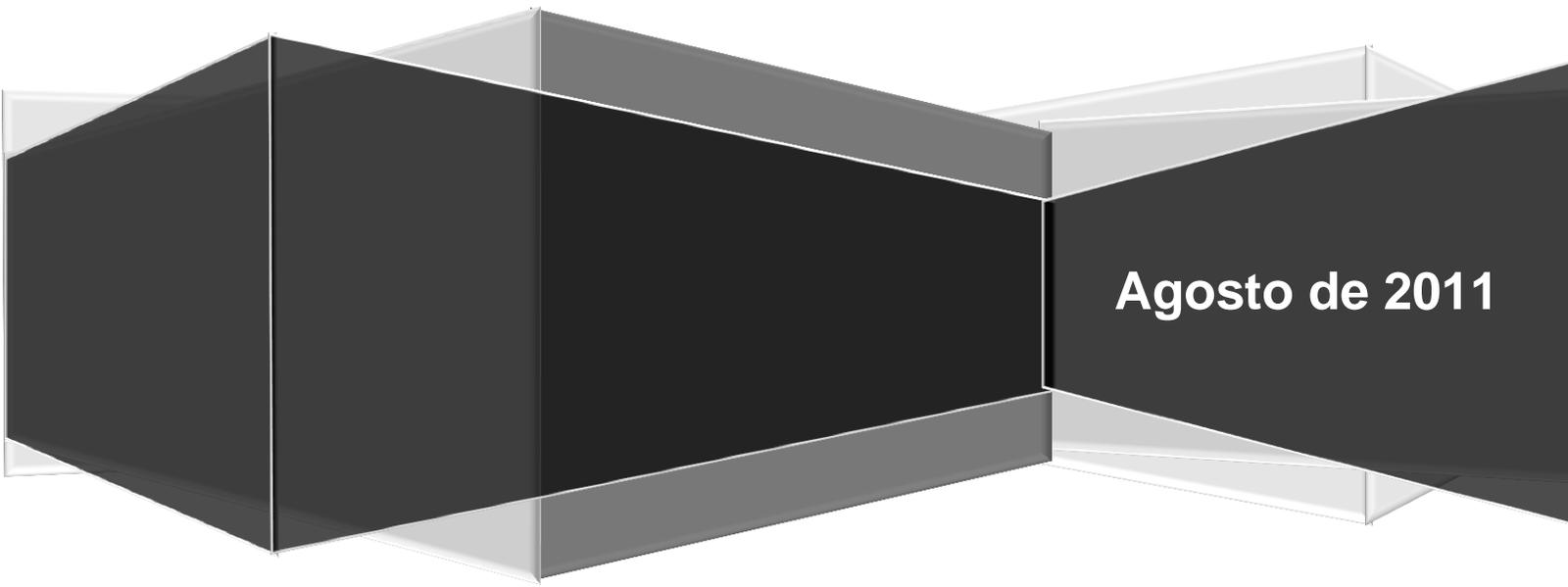
A.3. Manual del estudiante

NFC Contextual Learning

Manual de usuario

Versión 1.0

Estudiante



Agosto de 2011

Introducción

El siguiente manual explica en detalle los procedimientos necesarios para desarrollar una actividad de aprendizaje contextual, previamente definida en la plataforma .LRN, mediante la aplicación para Smartphones Android “NFC Contextual Learning App”.

Condiciones iniciales

“NFC Contextual Learning App” actualmente se encuentra en la versión 1.0, ha sido instalada y probada exitosamente en un Smartphone Samsung Google Nexus S con sistema operativo Android Gingerbread 2.3.4. El estudiante debe encontrarse registrado en una comunidad de la plataforma .LRN en la cual haya sido creada al menos una actividad de aprendizaje contextual.

Funcionamiento

Si no dispone de la aplicación móvil puede solicitarla al profesor o al administrador de la plataforma. El instalador de la aplicación también se encuentra disponible en <http://code.google.com/p/nfc-contextual-learning/downloads/list>. Después de instalar la aplicación, para desarrollar una actividad que se encuentre en progreso debe:

1. Configurar la aplicación

Al iniciar la aplicación desde el menú de aplicaciones del dispositivo, se presenta en pantalla el menú principal, con cuatro opciones disponibles. Inicialmente se debe configurar la dirección URL de la plataforma .LRN, este procedimiento se hace seleccionando la opción “Settings”. Como se observa en la figura A.19 debe ingresar la URL y guardar los cambios para regresar al menú principal.

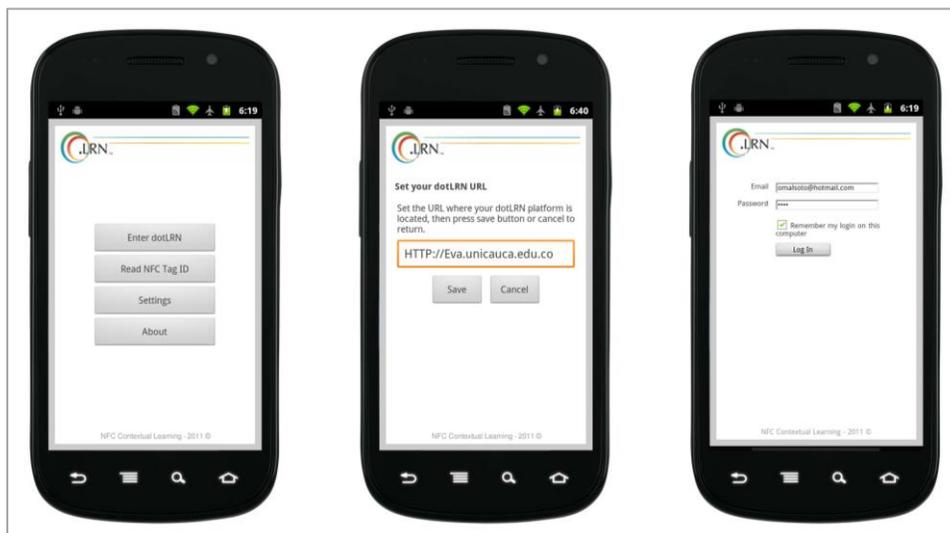


Figura A.19: Configuración de la aplicación móvil. (Fuente propia).

Después de configurar la aplicación, seleccione la opción “Enter dotLRN” del menú principal para acceder a la plataforma, si la aplicación ha sido configurada correctamente, debe ser dirigido a la pantalla de inicio de sesión para ingresar sus credenciales.

2. Seleccionar una actividad de una comunidad

Una vez ha iniciado sesión, el estudiante será redirigido a una interfaz que le indicará si tiene comunidades (clases o clubs) con actividades de aprendizaje contextual disponibles. De ser así, podrá seleccionar una comunidad. En la pantalla siguiente debe escoger una actividad de la lista para acceder al “home” y revisar sus detalles (figura A.20).

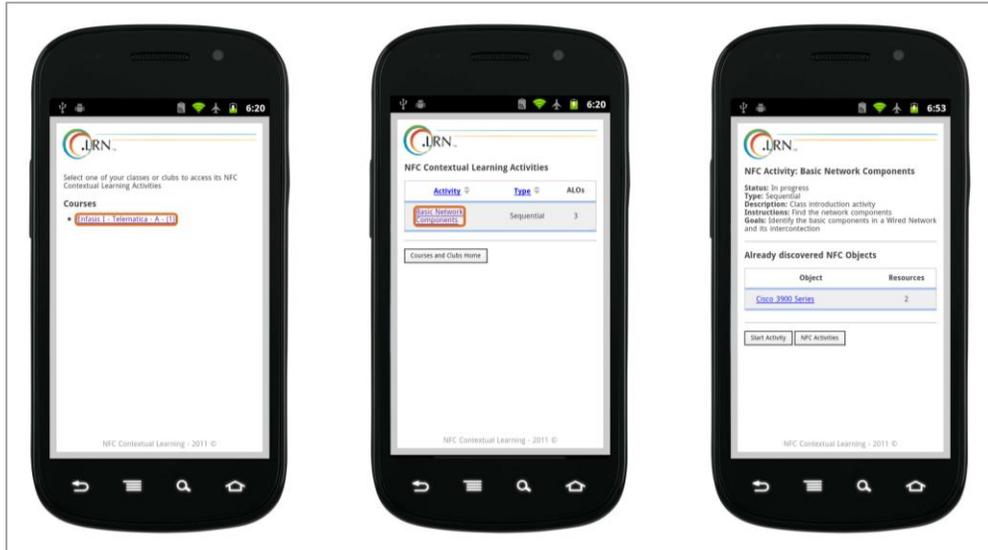


Figura A.20: Home de la actividad. (Fuente propia).

3. Desarrollar la actividad

El estudiante debe ubicarse en el espacio físico donde se encuentran distribuidos los objetos de aprendizaje. Para desarrollar una actividad, debe seleccionar la opción “Start Activity”.

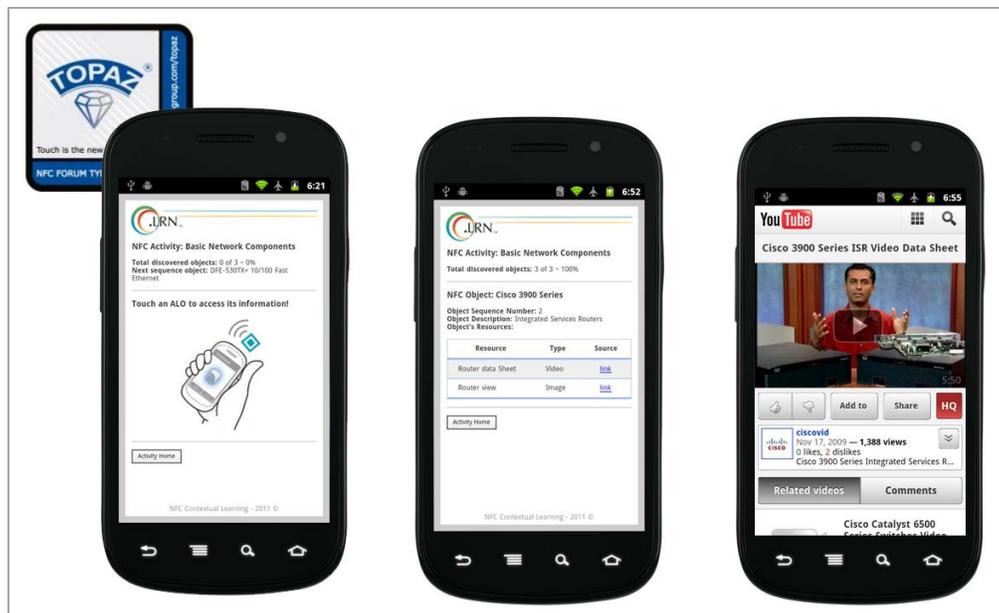


Figura A.21: Recursos multimedia de un objeto. (Fuente propia).

A continuación, la aplicación le informará que puede empezar a interactuar con los objetos de aprendizaje. Debe desplazarse y establecer contacto entre el dispositivo móvil y la etiqueta NFC de cada objeto, tenga en cuenta las instrucciones y el tipo de actividad, recuerde que una actividad secuencial implica que los objetos deben descubrirse ordenadamente según el indicador de siguiente objeto. Al establecer contacto con un objeto, el estudiante accede a la lista de recursos multimedia, al seleccionar un recurso el dispositivo establece una conexión con un proveedor para entregarle el contenido (figura A.21). A medida que el estudiante desarrolla la actividad puede observar su progreso en la parte superior de la pantalla.

Anexo B.

Instrumentos de las experiencias

Este anexo contiene los instrumentos utilizados en el diseño de las experiencias del capítulo 5, incluyendo los cuestionarios y contenidos de cada una de las actividades.

B.1. Encuesta – Experiencias 1 y 2

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
ENCUESTA DEL DOCENTE
AGOSTO DE 2011

Nombre: _____

Conteste las siguientes preguntas marcando con una equis (x). Cómo considera usted:

1. La forma de crear un objeto de aprendizaje en la plataforma:

Muy fácil Fácil Difícil Muy difícil

2. La forma de asignar una etiqueta al objeto de aprendizaje:

Muy fácil Fácil Difícil Muy difícil

3. La forma de agregar un recurso multimedia al objeto de aprendizaje:

Muy fácil Fácil Difícil Muy difícil

4. La forma de crear una actividad de aprendizaje en la plataforma:

Muy fácil Fácil Difícil Muy difícil

5. La forma de agregar un objeto de aprendizaje a una actividad:

Muy fácil Fácil Difícil Muy difícil

6. La experiencia de interacción con la aplicación:

Muy intuitiva Intuitiva Poco intuitiva Nada intuitiva

7. La experiencia de interacción del móvil con los objetos:

Muy intuitiva Intuitiva Poco intuitiva Nada intuitiva

8. ¿De tenerlas disponibles, emplearía este tipo de herramientas en sus cursos?

Sí

No

9. ¿En qué tipo de escenarios considera usted que es posible usar la aplicación? _____

B.2. Encuesta – Experiencia 3

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
ENCUESTA DEL ESTUDIANTE
AGOSTO DE 2011

Nombre: _____

Conteste las siguientes preguntas marcando con una equis (x). Cómo considera usted:

1. La forma de identificar un objeto de aprendizaje al momento de realizar la experiencia:

Muy fácil Fácil Difícil Muy difícil

2. La forma de hacer uso de los recursos multimedia del objeto de aprendizaje:

Muy fácil Fácil Difícil Muy difícil

3. La experiencia de interacción con la aplicación:

Muy intuitiva Intuitiva Poco intuitiva Nada intuitiva

4. La experiencia de interacción del móvil con los objetos:

Muy intuitiva Intuitiva Poco intuitiva Nada intuitiva

5. Al momento de desarrollar la actividad de tipo secuencial, la aplicación fue:

Muy intuitiva Intuitiva Poco intuitiva Nada intuitiva

6. ¿Considera usted que la aplicación NFC Contextual Learning es una alternativa al aprendizaje tradicional?

Excelente Muy Buena Buena Deficiente

7. ¿De tenerlas disponibles, como estudiante le interesaría que los docentes hicieran uso de este tipo de herramientas en sus cursos?

Sí No

8. Califique de 1-10 el grado de satisfacción generado por la experiencia: _____

B.3. Diseño de la actividad “Museo FIET” – Experiencia 3



Figura B.1: Distribución de los objetos etiquetados en el espacio físico de aprendizaje de la actividad “Museo FIET” – Experiencia 3. (Fuente propia).

Para la actividad fueron etiquetados en total 12 objetos, parte de los desarrollos en telecomunicaciones y conmutación de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. Como se observa en las figuras B.2 a B.13, de cada objeto se recuperó una breve descripción de su historia y funcionalidad.

1. Bastidor de demostración de la central EMD



Figura B.2: Bastidor de demostración de la central EMD – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

2. Digit100

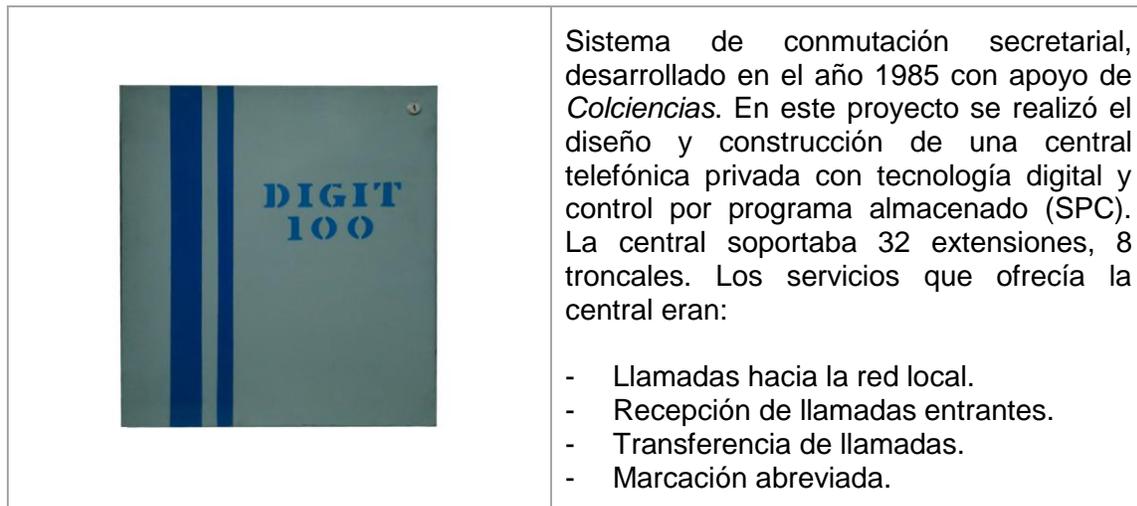


Figura B.3: Digit100 – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

3. Central SPC



Figura B.4: Central SPC – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

4. Minicomputador HP 9640A

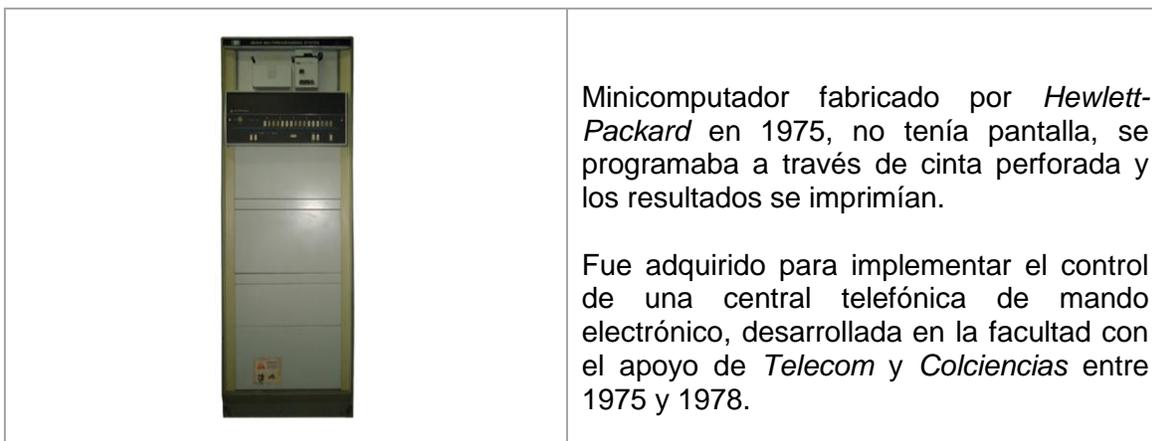


Figura B.5: Minicomputador HP 9640A – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

5. FIET



Figura B.6: FIET – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

6. Conmutador manual



Figura B.7: Conmutador manual – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

7. Bastidor de demostración de Eslabones



Figura B.8: Bastidor de demostración de un Sistema de Eslabones – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

8. Generador Aut. de Llamadas



Figura B.9: Generador Aut. de Llamadas – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

9. Bloqueador Automático de Llamadas



Figura B.10: Bloqueador Automático de Llamadas – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

10. Diadema de Operadora



Figura B.11: Diadema de Operadora – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

11. Teléfono CandleStick



Figura B.12: Teléfono CandleStick – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

12. Selector de Barras Cruzadas

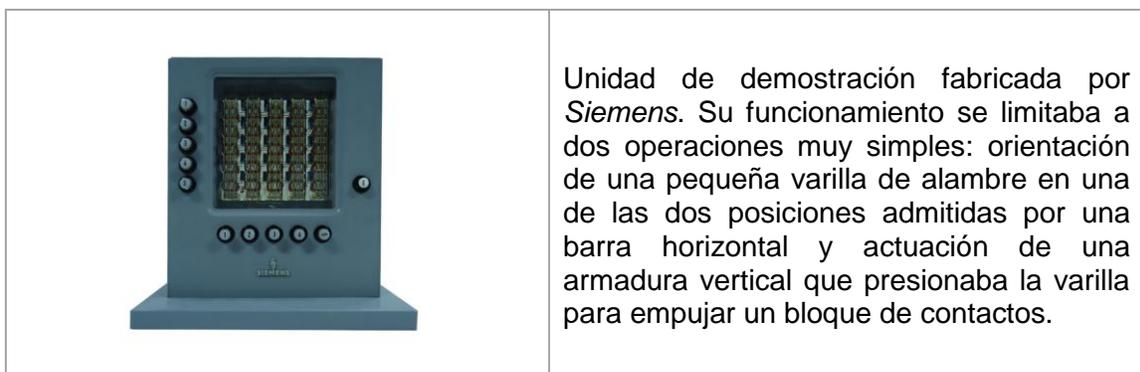


Figura B.13: Selector de Barras Cruzadas – Actividad Museo FIET. (Fuente Propia).

1. Central AXE

	<p>AXE es una tecnología de centrales telefónicas digitales de conmutación de circuitos fabricada por Ericsson. La tecnología AXE es la sucesora de AKE la antigua familia de centrales telefónicas análogas Crossbar. Su diseño es modular y escalable. Utiliza un procesador dual (APZ) de procesamiento paralelo.</p> <p>También cuenta con la parte conmutación (APT) y sus sistema APG de I/O para funciones de supervisión, operación & mantenimiento y tarificación. Estas centrales pueden conectar líneas telefónicas fijas así como comunicaciones inalámbricas de operadores móviles (TDMA, GSM, CDMA, W-CDMA, PDC), así como tráfico internacional y señalización.</p>
--	--

Figura B.15: Central AXE – Actividad Descubriendo la central AXE. (Fuente Propia).

2. Procesador Central

	<p>El procesador central es el encargado de realizar las funciones de alto nivel y del manejo de datos, en esta central se encuentran identificados como CPS-A (Principal) y CPS-B(Respaldo), esta organización redundante garantiza el servicio aun cuando el Procesador principal falla.</p>
--	--

Figura B.16: Procesador Central – Actividad Descubriendo la central AXE. (Fuente Propia).

3. Unidad de Mantenimiento



Figura B.17: Unidad de Mantenimiento – Actividad Descubriendo la central AXE. (Fuente Propia).

4. IOG (Input Output Group)



Figura B.18: IOG (Input Output Group) – Actividad Descubriendo la central AXE. (Fuente Propia).

5. Batería



Hacen parte del Equipo de Alimentación, normalmente están situadas en salas separadas, por seguridad y espacio. Actúan como unidad de energía de reserva en caso de fallo de la fuente de alimentación principal.

Figura B.19: Batería – Actividad Descubriendo la central AXE. (Fuente Propia).

6. Equipo de Alimentación



La central AXE utiliza componentes que exigen una alta calidad en el suministro y distribución, a continuación se listan los elementos principales:

- Rectificador: es una unidad de trifásico controlados por transistor, el sistema de control mantiene un voltaje de salida a nivel constante. Cuando la corriente excede el valor medio, el rectificador convierte para proporcionar corriente constante para evitar sobrecargas. Los rectificadores tienen 2 tamaños, 50A/48V y 100A/48V.
- El elevador: es un convertidor DC/DC con una tensión de entrada de 48V y una salida de 0-8V/100A. cuando el elevador esta pasivo, la distribución de corriente que fluye a través del circuito de salida, tiene una caída de 0.3-0.8 V.

Figura B.20: Equipo de Alimentación – Actividad Descubriendo la central AXE. (Fuente Propia).

7. TSM



Figura B.21: TSM – Actividad Descubriendo la central AXE. (Fuente Propia).

8. PCB



Figura B.22: PCB – Actividad Descubriendo la central AXE. (Fuente Propia).

B.5. Lista de chequeo – Experiencia 4**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
LISTA DE CHEQUEO DEL ADMINISTRADOR
SEPTIEMBRE 2011**Nombre: LUIS MIGUEL ZAMBRANO

Conteste las siguientes preguntas marcando con una equis (x).

1. NFC Contextual Learning versión 1.0, fue instalada y probada exitosamente en un ambiente de las siguientes características: SO Ubuntu 10.04, 32 Bits; .LRN 2.5.0-2; AOLServer 4.5; OpenACS 5.6.0 y PostgreSQL 8.4. Encontró problemas de compatibilidad con las versiones utilizadas en la plataforma EVA:

Sí No

Con cuáles versiones de estos programas trabajó: _____

Ubuntu 11.04 32 bits y 64 bits, debían 6 de 6 y 32 bits las versiones de openacs, postgresql y .LRN son las mismas que se citan arriba.

2. Encontró algún problema de compatibilidad de la aplicación con otras aplicaciones ya instaladas en la plataforma:

Sí No

3. Logró instalar los 3 paquetes de la aplicación:

Sí No

4. Verificó que se hubiera creado el modelo de datos de la aplicación:

Sí No

5. Logró agregar la aplicación NFC Contextual Learning desde la sección de gestión de Applets de las comunidades de la plataforma a un curso en particular:

Sí No

6. Fue de utilidad el manual de usuario que previamente se le suministro:

Sí No

7. Considera que el manual de usuario de administrador está completo:

Sí No

De no ser así por favor indique que paso adicional tuvo que realizar _____

Se debe tener en cuenta que el manual esta hecho teniendo previos conocimientos básicos sobre la instalación y configuración de openacs y .LRN

8. Considera usted que al migrar a nuevas versiones en la plataforma EVA la aplicación NFC Contextual Learning podría migrar sin ningún inconveniente

Sí No

¿Por qué? : _____

Porque las pruebas indican que es estable, sin embargo ya que la plataforma EVA es un servidor dedicado que debe permanecer activo por razones de uso, solo se aplicarían con pruebas previas más extensas

Observaciones, sugerencias y Comentarios: _____

Los felicito por el trabajo que realizaron, es muy útil e innovador!!.

Se debe tener en cuenta que las pruebas que realicé con la aplicación son las básicas, en modos avanzados requiere más tiempo para poder definirla como estable.