

# Integración y Experiencia de Internet de Objetos en E-Learning

Gustavo Ramírez-González, Mario Muñoz-Organero,  
Derick Leony Arreaga, Carlos Delgado Kloos,  
Departamento de Telemática  
Universidad Carlos III de Madrid  
Campus de Leganés, Madrid, España

Eleonora Palta Velasco, Mario Solarte Sarasty  
Departamento de Telemática  
Universidad del Cauca  
Popayán, Colombia

**Abstract—** La Internet de Objetos está evolucionando desde un concepto a una realidad. Desde la captura de un identificador para ubicar un objeto, a complejas infraestructuras de para gestionar la información de los objetos, la Internet de Objetos tendrá un impacto de diferentes aspectos del ser humano. Este artículo resume algunas de las primeras experiencias y estructuras propuestas para la integración de Internet de objetos con conceptos e infraestructuras de *E-Learning*.

**Keywords-** Internet de Objetos, E-learning, RFID, NFC, EPC aprendizaje móvil.

## I. INTRODUCCIÓN

La introducción de los ordenadores personales hace algunas décadas trajo nuevas oportunidades para la difusión electrónica de las actividades de aprendizaje. El continuo aumento de la capacidad de informática, las redes y la mejora de los recursos multimedia, propiciaron el concepto de hipermedia [1] como base para el aprendizaje electrónico. El *e-learning*, sin embargo, no es sólo la versión electrónica del tradicional cara a cara en el aprendizaje, sino que trata la necesidad de nuevos conceptos, metodologías y procesos para la formación y el aprendizaje. De la misma manera, el uso de dispositivos móviles (como teléfonos móviles [2], reproductores de mp3[3], iphones, table PC y otros) añade nuevas dimensiones como la movilidad y personalización. La evolución de los componentes de *e-learning* para el aprendizaje móvil o aprendizaje ubicuo [4 -6] abre el espacio conceptual y técnico para el desarrollo de la Internet de los objetos en el aprendizaje. Este proceso de evolución del *e-learning* tiene aun muchas preguntas abiertas, para este trabajo la más relevante es ¿cómo llevar a cabo actividades de aprendizaje utilizando Internet de Objetos en lugar (o en combinación) de la Internet tradicional?. Para ello se explorara el concepto de Internet de objetos y la alternativa tecnología seleccionada, se propone el modelo de interacción, se amplía la infraestructura desarrollada y algunos resultados preliminares de introducción es clases reales y parte de los trabajos futuros.

## II. VISION DE INTERNET DE OBJETOS

En el 2005, la Unión internacional de las telecomunicaciones UIT, describió el concepto de Internet de Objetos [7] como “una promesa de un mundo de dispositivos interconectados que proveen contenido relevante a los

usuarios”. Este contenido relevante puede ser información de un producto en un almacén, el contenido de una medicina o la localización de un dispositivo en particular. Todos estos usos de la Internet de Objetos están centrados en el usuario y dirigidos según el dominio de aplicación [8], pero de la misma forma que la Internet tradicional, la Internet de Objetos puede impactar todas las áreas de conocimiento y actividad humana [9].

El aprendizaje es una de las actividades más importantes de los seres humanos en torno a su vida y la Internet tradicional ha creado varias oportunidades para ello bajo el concepto general del *e-learning*. La visión que proponemos en este artículo es la de un mundo de dispositivos interconectados que ofrecen contenidos de aprendizaje y actividades para los usuarios.

Bajo esta visión se hace entonces necesario la introducción de tecnologías ubicuas relacionadas con la Internet de Objetos, el propósito es el habilitar diversos mecanismos para enriquecer la interacción, actualmente numerosos proyectos de investigación (bajo el área de aprendizaje móvil y ubicuo) están enfocados en proponer entornos con dispositivos especializados como en [10-14], pero la idea propuesta es la de ampliar la capacidad de los actuales sistemas gestores de aprendizaje LMS (de sus siglas en ingles) para lograr esta interacción. Sin embargo, previamente surgen algunas preguntas, como por ejemplo: ¿Cómo puede introducirse la información en los objetos?.

Para dar respuesta a ello y desde el punto de vista de la interacción es importante simplificar el nivel detalle o complejidad en la manipulación. La interfaz con el hombre, es habitualmente la base del éxito de cualquier aplicación. Para ello diferentes mecanismos fueron explorados dentro de lo que son las tecnologías ubicuas: RFID [15], códigos de barras [16], códigos bidimensionales [17] y reconocimiento de imágenes [18]. La alternativa seleccionada fue RFID por la cantidad de información que puede manejar, su carácter inalámbrico frente a las opciones ópticas y la libertad que ofrece el no tener que estar en línea de vista para leer la información y la variedad que ofrecen sus etiquetas en cuanto a tamaño y aplicaciones. Sin embargo, debido a sus altos costos a nivel de hardware de lectores y antenas se decidió explorar sus alternativas más económicas que fueran soportadas por dispositivos móviles. Es así como se eligieron los estándares EPC (Electronic Product

Code de sus siglas en ingles) [19] y NFC (Near Field Communication de sus siglas en ingles) [20].

Como opciones para aumentar o enriquecer electrónicamente la información del objeto en la etiqueta, se tienen: Manejo de una URI, esta puede enlazar a un recurso almacenado en un LMS o un servidor web, puede ser además una referencia a un servicio web, una descripción XML o un código de referencia.

Una vez seleccionada la tecnología de comunicación y las alternativas de formato para la información se debe analizar las opciones de introducir esta información en un sistema LMS, esto se detallara en la sección IV, sin embargo es importante previamente estudiar lo que sería el nuevo modelo de interacción usando la Internet de Objetos.

### III. MODELO DE INTERACCIÓN

El modelo de interacción responde a la pregunta ¿Qué se espera de la interacción con estos objetos reales?. Para ello se propone un modelo de interacción que comprende un entorno “in situ” para el desarrollo de actividades basadas en la interacción con objetos reales, para su mejor entendimiento es necesario introducir y puntualizar algunos conceptos: Espacio de Aprendizaje (EA), Objeto de Aprendizaje (OA) (Aumentado) y Actividad de Aprendizaje (AA).

#### A. Espacio de Aprendizaje

Un Espacio de Aprendizaje (EA) es el lugar físico donde se pueden encontrar los objetos que contienen información útil para aprender. Por ejemplo (ver figura 1): Un museo puede ser un EA donde los estudiantes pueden aprender de los cuadros, las esculturas o cualquier otra pieza. Otro ejemplo puede ser un laboratorio o sala de servidores, donde los estudiantes pueden interactuar con los ordenadores o con dispositivos especializados.



Figura 1. Diferentes espacios de Aprendizaje EA (Museo, sala de servidores o dispositivos especializados)

Las etiquetas NFC son programadas con teléfonos móviles o lectores de escritorio para ser ubicadas en los objetos a

explorar, para aumentarlos electrónicamente. Prácticamente cualquier lugar o situación puede llegar a ser un EA.

#### B. Objeto de Aprendizaje Aumentado

Un objeto de Aprendizaje Aumentado, proviene del concepto de objeto de aprendizaje del *e-learning*, es un recurso que contiene información que puede ser usado para propósitos de aprendizaje. En este caso este concepto es extendido al hablar de un objeto real con información embebida gracias a su realidad aumentada electrónicamente con la etiqueta. Como propiedades de este nuevo OA tenemos: es autocontenido, reusable, puede ser agregado y etiquetado con metadatos. De acuerdo al contexto puede poseer polimorfismo al tener diferente sentido en diferentes instancias. Por ejemplo: un cubo rojo puede ser útil en una instancia de un curso de formas como un cubo y ser útil en otra como un color (ver figura 2), entregando diferente información a diferentes usuarios.

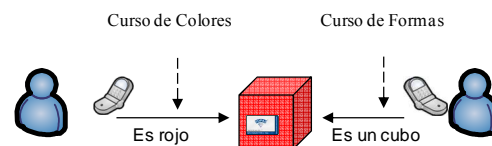


Figura 2. Objeto de Aprendizaje Aumentado – Propiedad de Polimorfismo

#### C. Actividades de Aprendizaje

Las actividades de aprendizaje (AA) son las acciones que se llevan a cabo por parte de los dos roles básicos del modelo: estudiantes y profesores. En una actividad de aprendizaje el profesor (de forma genérica incluye funciones de autoría y tutoría) define la información asociada que contendrían los objetos, esta información puede estar en formato multimedia o texto. Como se mencionó previamente en la sección II, el mecanismo seleccionado es etiquetar los objetos referenciado dicho contenido en un LMS (ver sección IV para detalles). Las primitivas básicas de interacción que un profesor puede definir para realizar por parte de sus estudiantes son: Exploración y Evaluación. La exploración es la forma básica de entrega y distribución de los OA, el profesor define la información referenciada en el objeto y los estudiantes examinan el EA tocando los objetos. La función de evaluación consiste en el diseño de test o actividades para evidenciar el aprendizaje bajo el mecanismo de tocar los objetos. En las próximas secciones se desarrollarán más puntualmente lo relacionado con la primitiva de Exploración, lo referente a la Evaluación se encuentra como parte del trabajo en curso.

#### D. Alternativas según conectividad

Teniendo en cuenta lo expresado en la sección II, al decidir usar teléfonos móviles con soporte NFC, se debe tener en cuenta el elemento esencial de conectividad dadas las posibles limitaciones según cada caso. Es así como se define una alternativa de modelo “en línea” y “desconectado”.

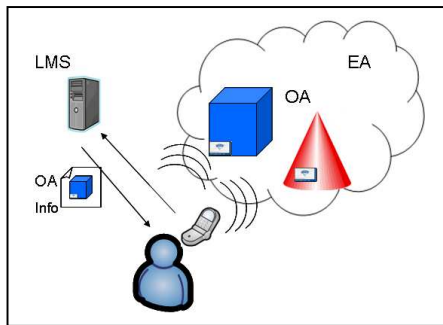


Figura 3. Modo en línea genérico

En el modo “en línea” los estudiantes el EA interactúan con los OA como parte de una AA. El móvil envía las peticiones al servidor y el LMS entrega la información cargada previamente y guarda los informes de la actividad del estudiante. En la figura 3 se puede ver este modo en línea identificando el intercambio de la información de los OA.

En un modo “desconectado”, los estudiantes descargan previamente los OA y los sincronizan con el móvil (Ver figura 4.). En este modo, la información de los OA se convierte en recursos locales del móvil. De esta manera, los estudiantes en el EA interactúan con los OA pero sin conexión al LMS.

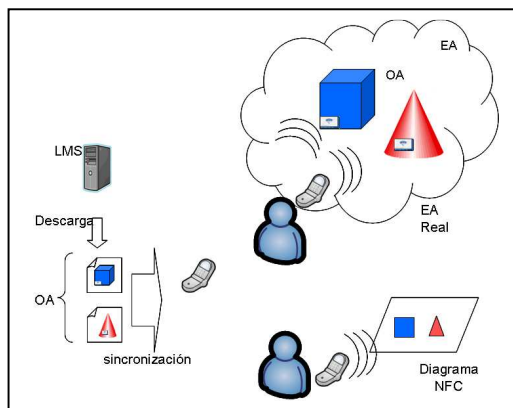


Figura 4. Modo desconectado (con EA real y con Diagrama NFC)

El modo desconectado tiene una variación. Esta es basada en los escenarios en que además de la conectividad hay restricciones de acceso al EA real. En estos casos, se propone una alternativa basada en un diagrama en papel aumentado electrónicamente. Es una superficie conformada por etiquetas NFC pero con diagrama superpuesto que representa el EA. La figura 5 representa este diagrama con sus dos caras y el conjunto de etiquetas. Con esta variación los estudiantes pueden interactuar con el diagrama tocando las diferentes partes del mismo que a su vez representan los OA.

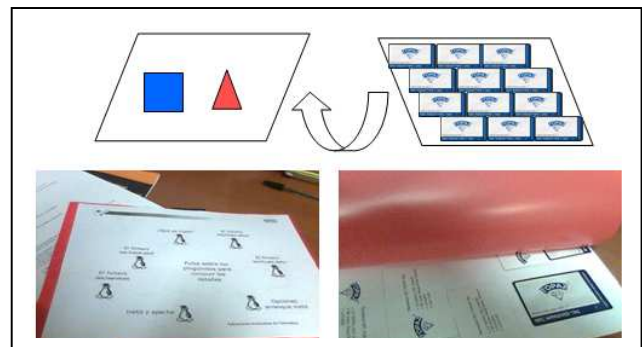


Figura 5. Diagrama NFC para soporte desconectado sin EA real.

#### IV. PROPUESTA TÉCNICA DE INTEGRACIÓN CON LMS

La propuesta consiste en la integración de un LMS con interacción basada en NFC. En este caso se ha seleccionado .LRN [21] dado sus condiciones de extensión y programación, y principalmente al ser el LMS de las posibles experiencias del equipo investigador.

La instancia de .LRN gestiona y almacena los cursos y recursos almacenados. Estos serían el producto de la generación de OA y AA por parte de los profesores. A ellos se puede acceder vía http ya sea desde ordenador o móvil. Los recursos se pueden descargar y sincronizar con el móvil. Este a su vez mediante el protocolo NFC se comunica con las etiquetas localizadas en los objetos del EA o en el diagrama NFC en el caso desconectado como se muestra en la figura 6.

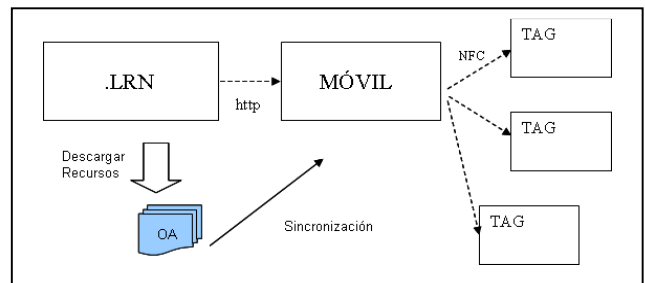


Figura 6. Arquitectura general.

Del lado del usuario (ver figura 7), esta es la posibilidad de comunicación del móvil con las etiquetas por medio de NFC y el enlace de los OA mediante el micro-navegador ya sea accediendo a ellos en línea o cuando están almacenados localmente.

Las etiquetas usadas son Topaz [22] de 13.56 MHz bajo el estándar ISO/IEC 14443A, con capacidad de 96 Bytes lectura/Escritura tipo 1 del formato de etiqueta especificado por el NFC Forum. El móvil usado es el Nokia 6131 NFC con lector NFC incorporado.

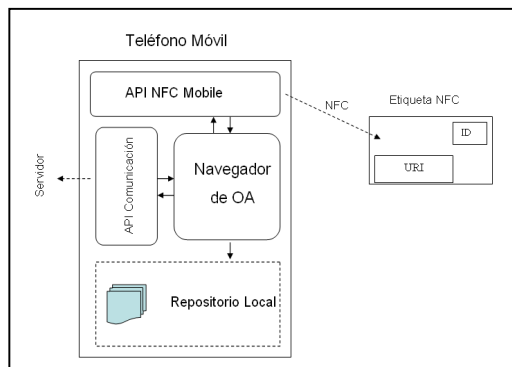


Figura 7. Arquitectura en el móvil

Del lado del servidor dado que es una instancia de .LRN, este a su vez es soportado en el servidor openACS y programado en TCL. En [21] se puede localizar la arquitectura de .LRN y sus diferentes capas. Un paquete para la integración de la interacción NFC se ha desarrollado en la “Capa de Aplicación”, localizado en el “módulo de Administración”. El paquete se ha denominado “Object Logger”, este actúa como colector de información y gestiona la conexión de objetos y su información a través de todo .LRN.

#### V. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Previamente en la sección II se presentó la visión de la aplicación de Internet de Objetos en *e-learning* como “un mundo de dispositivos interconectados que ofrecen contenidos de aprendizaje y actividades para los usuarios”. Como parte de la validación de esta visión, bajo el marco técnico desarrollado y el modelo de interacción presentado, se desarrollaron dos experiencias en cursos reales. Las experiencias se han llevado a cabo con un grupo de estudiantes de la asignatura “Aplicaciones Avanzadas Telemáticas”, de la Ingeniería Técnica de Telecomunicación de la Universidad Carlos III de Madrid.

En la primera experiencia, el curso estaba conformado por 31 alumnos, estos se dividieron en dos grupos, uno de 10 alumnos que denominaremos el grupo experiencia y el resto en otro grupo que llamaremos grupo de control. El grupo experiencia tiene ese tamaño dado el número de unidades de teléfonos móviles disponible para la experiencia de manera simultánea. La selección de los estudiantes, para el grupo experiencia fue de manera voluntaria por su parte y no correspondió a ninguna clasificación previa. El grupo de control recibió clases de manera presencial en la cual se contaba las generalidades de lo que se estudiaría durante el resto del curso. Esta sesión presencial se desarrolló con una diapositiva en pantalla que mostraba un diagrama con varios servidores, la cual era comentada por el profesor basado en un guión predeterminado. El grupo experiencia se trasladó a otro salón y con los teléfonos móviles, descargó del LMS (una instancia de .LRN) los Objetos de Aprendizaje OA relacionados con un Espacio de Aprendizaje que era una

hipotética sala de servidores donde la sala era representada por un diagrama NFC para operar en un modo desconectado. Los OA descargados eran videos y audio basados en el mismo guión que el profesor daba en clase y el diagrama NFC (EA) era la misma diapositiva para ambos grupos; como Actividad de Aprendizaje AA se usó la primitiva de exploración. Con esto se aseguraba que ambos grupos recibieran la misma información ya sea en clase o interactuando de manera autónoma e individual con el diagrama. Previamente en la sesión, cada estudiante de ambos grupos respondió un test (pre-test) con preguntas correspondientes a la temática que vería durante la sesión, con el fin de conocer si había conocimiento previo y el nivel del mismo. El test consistía en 7 preguntas que se calificaban en una escala de 0 a 7. Una vez terminada la sesión, a ambos grupos se aplicó el mismo test de nuevo (post-test) para saber si había presencia de conocimiento en la actividad desarrollada por el grupo de experiencia y compararlo con el del grupo de control (Ver Tabla I).

TABLA I. PROMEDIOS DE RESULTADOS EN TEST EN PRIMERA EXPERIENCIA

Grupo	Pre-Test	Pos-test
Grupo Experiencia	1.7	3.6
Grupo de Control	2,14	4.57

Posteriormente en otra sesión con el mismo curso, pero en este caso con una población total menor de 24 alumnos (asistencia del día en que se realizó el experimento), se desarrollo el mismo tipo de experiencia, bajo la misma metodología con nueve alumnos en el grupo experiencia, pero con un grupo diferente de estudiantes a la primera vez. En esta ocasión el EA de aprendizaje que se usó bajo un diagrama NFC, fue un espacio conceptual de la organización de directorios de un servidor web. La tabla II muestra las medias de los resultados de los test aplicados para esta experiencia. Al final del total de las experiencias, se aplico una encuesta para conocer el grado de satisfacción que experimentaron los alumnos al usar esta alternativa y su grado de facilidad en la utilización.

TABLA II. PROMEDIOS DE RESULTADOS EN TEST EN SEGUNDA EXPERIENCIA

Grupo	Pre-Test	Pos-test
Grupo Experiencia	2,33	5,56
Grupo de Control	3	5,93

Como se mencionó, el objetivo de la experiencia era encontrar y reportar si había evidencia de aprendizaje para el grupo de control en ambas experiencias. El análisis se hace sin prejuicio de las muestras poblacionales totales dado que se mantiene prácticamente un mismo número de alumnos del grupo experiencia. La tabla III muestra los resultados de las medias de la diferencia de incremento de conocimiento representado por la diferencia entre post-test y pre-test, para ambos grupos y ambas experiencias, mas un promedio final para el total de las experiencias tratando de sacar resultados para todo un mismo curso.

TABLA III. PROMEDIO DE INCREMENTO DE RESULTADOS SEGÚN EXPERIENCIA Y TOTAL PROMEDIO

Grupo	Experiencia 1	Experiencia 2	Total
Grupo Experiencia	1.9	3.1	2.5
Grupo de Control	2.42	3.02	2.72

Esto indica que según el análisis de medias, respecto al incremento de conocimiento, basado en la diferencia entre post-test y el pre-test, el grupo experiencia, reporta presencia de conocimiento gracias al incremento mayor a cero (valor >0) de la diferencia de sus test. Sin embargo esta media es más baja para la experiencia 1 y más alta para la experiencia 2, manteniendo una diferencia a la baja al hacer un total de las experiencias. Traducido esto en porcentajes podemos afirmar que el grupo experiencia incrementa al menos en un 27% sus resultados al usar el diagrama NFC. Adicionalmente en la encuesta de satisfacción, un 80% de los estudiantes reporto estar satisfecho con usar esta alternativa, cerca del 92% declaro que el uso del diagrama NFC como herramienta (que se basa en modelo de interacción planteado), es fácil de usar y cerca del 50% considero que es una alternativa de aprendizaje igual o mejor que el método de clase tradicional.

Si bien este análisis estadístico descriptivo, revela posibles bondades del uso de esta alternativa, dados los tamaños de la población, se debe realizar un análisis más complejo a nivel de estadística inferencial para aproximarnos en la fiabilidad de los resultados y evaluar el posible fallo en estos resultados basados por posible error aleatorio de muestras.

Para este caso analizaremos el espacio de muestras generadas por el grupo experiencia para el incremento de conocimiento (producto de la diferencia de los resultados del post-test con el pre-test), que se muestra en la figura 8. Primero se procede a un análisis de normalidad de la muestra y un análisis de hipótesis nula basado en una prueba t.

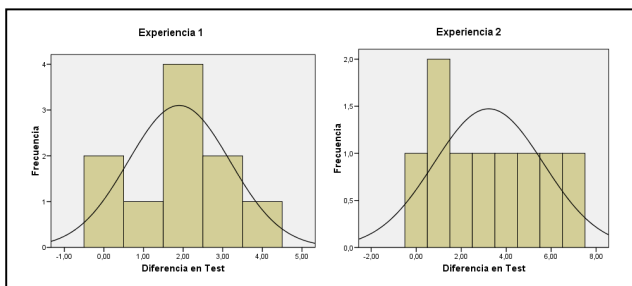


Figura 8. Incremento de conocimiento basado en diferencia de test

Para la muestra de incremento de conocimiento en la primera experiencia tenemos que dado que el índice de asimetría esta cerca de cero (-0.164) y la curtosis próxima a cero (-0.43), se asume que la distribución esta cerca de una normal. Adicionalmente para las pruebas Kolmogorov-Smirnov (Sig = 0,139) y Shapiro-Wilk (Sig=0,392) se tienen niveles de significación (Sig) mayores a 0.05 se concluyéndose que la distribución es normal. Una vez comprobado que es normal se plantea un análisis de hipótesis nula teniendo  $H_0: \mu(d) = 0$  que significa una diferencia nula de aprendizaje nula (la diferencia entre el post-test y pre-test) para el grupo de experiencia con  $N=10$  con media de 1.9. La prueba T-test

muestra un valor  $p=0.01$ , significando que la probabilidad que en una población de 10 elementos con una media de 1.9, de obtener una muestra por azar con una media de por debajo de 0 es cercana al 0% con un intervalo de confianza del 95%. Dado que el valor de p es menor que 0.05 (margen de error) consideramos que el resultado es altamente significativo y se rechaza la hipótesis nula.

Ahora bien, ya hemos detectado que el incremento existe, pero no podremos saber si es en realidad mayor al grupo control, lo más cercano sería un análisis de las tendencias de las medias de ambos grupos para ver si su comportamiento es similar, por que lo que el aprendizaje del grupo experiencia sería similar al del grupo de control. Para ello se hace un análisis de muestras independientes usando las muestras del incremento de conocimiento para ambos grupos. Se analiza el contraste de Levene F (tabla IV) sobre homogeneidad o igualdad de varianzas. El resultado de este contraste es el que nos permite decidir si podemos o no suponer que las varianzas poblacionales son iguales: si la probabilidad asociada al estadístico de Levene es mayor de 0,05 podemos suponer que las varianzas poblacionales son iguales. Si la probabilidad asociada al estadístico de Levene es menor a 0,05 entonces rechazamos la hipótesis de igualdad de varianzas y supondremos que son distintas. El estadístico es el que nos informa sobre el grado de compatibilidad existente entre la diferencia observada entre las medias muestrales de los grupos comparados y la hipótesis nula de que las medias poblacionales son iguales. Puesto que el valor 0.284 es mayor a 0.05 no podemos rechazar la igualdad de medias. Las columnas siguientes contienen estadístico t, sus grados de libertad (gl), el nivel crítico bilateral (significación bilateral), la diferencia entre el valor medio de cada grupo, el error típico de esa diferencia y los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95%.

TABLA IV. PRUEBA DE LEVENE PARA AMBAS MUESTRAS

Incremento	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
Se han asumido varianzas iguales	,018	,894	1,092	29	,284	,52857	,48412	-,46157	1,51871
No se han asumido varianzas iguales			1,080	17,305	,285	,52857	,48960	-,50300	1,58014

Igualmente haciendo un análisis de ANOVA (ver tabla V) encontramos que el cociente entre dos estimadores diferentes de la varianza poblacional F es cercano a la unidad (1), uno de los estimadores se obtiene a partir de la variación existente entre las medias de los grupos (variación Inter-grupos). El otro estimador se obtiene a partir de la variación existente entre las puntuaciones dentro de cada grupo (variación Intra-grupos). La tabla recoge una cuantificación de ambas fuentes de variación (sumas de cuadrados), los grados de libertad asociados (gl) y el valor concreto adoptado para estimador de la varianza poblacional (medias cuadráticas que se obtienen dividiendo las sumas de los cuadrados entre sus correspondientes grados de libertad). El cociente entre dos medias cuadráticas nos proporciona el valor del estadístico F, el cual aparece acompañado de su correspondiente nivel de significación (Sig), es decir, de la probabilidad de obtener valores como el

obtenido o mayores bajo la hipótesis de igualdad de medias. Dado que el valor del nivel crítico es Sig 0.284, que es mayor a 0.05, podemos afirmar con un 95% de certeza que las medias entre las muestras son equivalentes y por lo tanto el incremento en ambos grupos promedio es similar.

TABLA V. ANÁLISIS DE ANOVA PARA AMBAS MUESTRAS

Incremento * Grupo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos (Combinadas)	1,893	1	1,893	1,192	,284
Intra-grupos	46,043	29	1,588		
Total	47,935	30			

Estos mismos análisis se replican para la muestra de la experiencia dos y encontramos que para una muestra con N=9 con media de 3.22 La prueba T-test indica un valor p cercano a cero, significando que la probabilidad de una población de 9 elementos con una media de (3.22), de obtener una muestra por azar con una media de por debajo de 0 (0.004) es muy baja, con un intervalo de confianza del 95%. Las muestras igualmente presentan comportamiento de normalidad con índice de asimetría (0.130), desviación típica (1.94) y curtosis próxima a cero (-0.88) por lo que se asume que la distribución esta cerca de una normal. Confirmándose con las pruebas Kolmogorov-Smirnov (Sig=0,200) y Shapiro-Wilk (Sig=0,701) que tienen niveles de significación (Sig) mayores a 0.05 concluyéndose que la distribución es normal. Para este caso el comportamiento de las medias es similar al caso de la experiencia 1.

## VI. EXPERIMENTACIÓN CON EA REAL Y PRIMITIVA DE EVALUACIÓN

Actualmente está en curso una experimentación adicional explorando un EA especializado y la primitiva de evaluación indicada en el modelo de interacción como actividad de aprendizaje. El EA seleccionado es una maqueta a escala real de un central de conmutación que sirve para entrenamiento de futuros ingenieros en Electrónica y Telecomunicaciones y tecnólogos en Telemática localizada en la Universidad del Cauca (Popayán - Colombia). Es una Central Digital AXE-10 de Ericsson en la que los estudiantes reciben capacitación en actividades de instalación, operación y mantenimiento. Esta central es un equipo especializado que constituirá un EA real en el que se pueden desarrollar prácticas, estudios de casos, y evaluaciones grupales, al final según las asignaturas que se tiene.

AXE es una tecnología de centrales telefónicas digitales de conmutación de circuitos fabricada por Ericsson. Estas centrales pueden conectar líneas telefónicas fijas, comunicaciones inalámbricas de operadores móviles, así como tráfico internacional y señalización. Es la central mas vendida hasta el momento en el mundo y maneja cerca del 40% del tráfico de líneas tanto para telefonía fija como móvil. La figura 9 muestra sus partes y una visión general del mismo.



Figura 9. Vista general y partes de la central de entrenamiento

Para efectos de las experiencias se han etiquetado sus partes (ver figura 10): Procesador central, Grupo de entradas salidas IOG, el conmutador, reloj (clock), y subsistema de abonado. Las etiquetas contienen en memoria el nombre de cada componente y el ID único es tomado como referencia interna para ser usada en actividades de evaluación. La primera prueba diseñada es descargar un test desde el LMS, donde se tiene una instancia más de .LRN[23], este test es un programa que actúa en local en el móvil para responder a preguntas de las partes de la central. En este caso cada parte o módulo se constituye en un OA.



Figura 10. Partes de la central de entrenamiento etiquetadas

## VII. CONCLUSIONES

La propuesta aquí presentada contiene un modelo de interacción con Internet de Objetos, que se basa en tocar objetos del mundo real para obtener información de los mismos con fines de aprendizaje, se ha propuesto un conjunto de escenarios para los cuales es aplicable y se ha desarrollado y analizado un par de experiencias al respecto. Las experiencias planteadas bajo un riguroso análisis estadístico descriptivo e inferencial, nos muestran que hay existencia de aprendizaje usando la alternativa elegida de Internet de Objetos. Dadas las

muestras dispares con que se contó, no se puede concluir de manera absoluta que haya mejora del aprendizaje con respecto a la forma tradicional. Sin embargo cabe anotar que en líneas generales el desempeño del grupo de control fue mejor desde el inicio de la experiencia.

La propuesta tecnológica involucra la selección de NFC como alternativa para el aumento electrónico de los objetos reales y su manejo mediante dispositivos móviles permite ampliar el rango de posibilidades de llegar en el futuro a más personas dado su amplia penetración en la vida diaria. Por otra parte se ha presentado la integración de la información que se manejaría con esta tecnología de identificación, teniendo a .LRN como LMS de soporte a las actividades de *e-Learning*.

Actualmente esta en desarrollo la creación de nuevas alternativas de interacción que permitan ampliar el modelo propuesto, más puntualmente se propone el desarrollo de una experiencia con un espacio de aprendizaje basado en una maqueta de una central para explorar nuevas experiencias para los diferentes escenarios en clases reales.

El posible éxito de la Internet de objetos estará dado en gran medida por las opciones de integración e interacción que se dispongan y que a su vez estén integradas con los escenarios e infraestructuras actuales de *e-Learning*.

#### AGRADECIMIENTOS

Gracias a INNOVISION por proveer las etiquetas usadas para este proyecto. Gustavo Ramírez es profesor de la Universidad del Cauca en Colombia y está patrocinado en su labor de investigación en la Universidad Carlos III por el programa Alban de la UE con beca No. E06D101768CO y por la propia Universidad del Cauca (Colombia). Este trabajo ha sido posible gracias a la contribución de: Learn3: "Hacia el Aprendizaje en la Tercera Fase" con código TIN2008-05163/TSI del Plan Nacional de I+D+I (España) y la Acción de Coordinación del Programa CYTED 508AC0341 SOLITE "Software Libre en Tele-educación".

#### REFERENCIAS

- [1] J. Conklin, "Hypertext: An Introduction and Survey". IEEE Computer Volume 20, Issue 9, Sept. 1987 Page(s):17 – 41.
- [2] A. Holzinger, A. Nischelwitzer and M. Meisenberger. "Mobile Phones as a Challenge for m-Learning: Examples for Mobile Interactive Learning Objects (MILOs)," IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, pp. 307-311, Third IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOMW'05), 2005.
- [3] A. Moura and A.A Carvalho, "Mobile Learning: Teaching and Learning with Mobile Phones and Podcasts". Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT '08. ICALT 08, pp. 631-633, IEEE, 2008.
- [4] Ken Sakamura, Noboru Koshizuka, "Ubiquitous Computing Technologies for Ubiquitous Learning," pp.11-20, IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05), 2005
- [5] Gwo-Jen Hwang, "Criteria and Strategies of Ubiquitous Learning," sutc, pp.72-77, IEEE International Conference on Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing - Vol 2 - Workshops, 2006
- [6] Jaesoon An, "Activity Theory for Designing Ubiquitous Learning Scenarios". Innovative Techniques in Instruction Technology, E-learning, E-assessment, and Education, pp. 205-209, Springer, 2008.
- [7] International Telecommunication Union ITU "ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things". 2005
- [8] T. Wiechert, F. Thiesse, F. Michahelles, P. Schmitt and E. Fleisch. "Connecting Mobile Phones to the Internet of Things: A Discussion of Compatibility Issues between EPC and NFC". Americas Conference on Information Systems (AMCIS), 2007, Keystone, Colorado, USA.
- [9] International Telecommunication Union. ITU Internet Reports 2006: "Digital Life", Geneva, Switzerland, December 2006.
- [10] S. Fallahkhair, L. Pemberton and R. Griffiths, "Dual Device User Interface Design for Ubiquitous Language Learning: Mobile Phone and Interactive Television (iTV)," *International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, IEEE*, pp. 85-92, IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05), 2005.
- [11] P. Zhang, B. Li and Q. Bai, "The Design of E-learning Platform Based on 3G Mobile Phone," csse, pp.725-728, 2008 International Conference on Computer Science and Software Engineering, 2008
- [12] W. Shudong, and M. Higgins, "Limitations of Mobile Phone Learning," wmtc, pp.179-181, IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05), 2005
- [13] E. Teye, R. Sharp, A. Madhavapeddy, D. Scott, E. Upton and Alan Blackwell, "Interacting with mobile services: an evaluation of camera-phones and visual tags", *Journal of Personal and Ubiquitous Computing*, Vol 11, Num 2. Springer-Verlag, 2007.
- [14] Hiroaki Ogata, "Computer Supported Ubiquitous Learning: Augmenting Learning Experiences in the Real World," wmtc, pp.3-10, Fifth IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education (wmtc 2008), 2008
- [15] Manish Bhuptani, Shahram Moradpour. RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems. Pearson Education. 2005
- [16] International Organization for Standardization. Information Technology – Automatic Identification and Data Capture. Techniques – Bar Code Symbolology – QR Code. ISO/IEC 18004, 2000.
- [17] M. Rohs, "Visual Code Widgets for Marker-Based Interaction," in ICDCS Workshops, pp. 506–513, IEEE Computer Society, 2005.
- [18] J. Rekimoto and Y. Ayatsuka. "CyberCode: Designing augmented reality environments with visual tags". In Proceedings of DARE, Designing Augmented Reality Environments. Springer-Verlag, 2000.
- [19] Standars EPC Global <http://www.epcglobalinc.org/standards>
- [20] NFC Forum Specifications <http://www.nfc-forum.org/specs/>
- [21] LRN Sitio web <http://www.dotlrn.org/>
- [22] Hoja de datos de etiquetas TOPAZ <http://www.innovision-group.com/products.php>
- [23] Entorno Virtual de Aprendizaje de la Universidad del Cauca (EVA) <http://eva.unicauca.edu.co>