



resumen

En desarrollo de sus procesos de investigación formativa y aplicada, la universidad de San Buenaventura ejecuta proyectos soportados en las tecnologías de la información y comunicación (TICs), que generan impacto social y fortalecen la relación academia – sociedad.

# Diseño e implementación de un prototipo funcional de M-Learning

Jiménez C. Luis G. • Cortés Cristian A. •  
Martin S. Luis A. • Lozano G. Carlos A.

El presente artículo presenta un prototipo funcional de M-Learning que se diseñó para la realización de cursos virtuales, el cual posibilita el acceso a contenidos de aprendizaje desde dispositivos móviles en cualquier momento y en cualquier lugar.

introducción

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) juegan un papel decisivo en el desarrollo de estrategias de enseñanza a distancia. En particular, la red Internet ha permitido la distribución de información rica en contenidos de forma rápida y sencilla, como también el establecimiento de comunicaciones interactivas entre todos los agentes del proceso formativo. Los avances tecnológicos de los últimos años han permitido diversificar los dispositivos para acceder a Internet, que hasta hace poco era patrimonio exclusivo de los computadores personales, con el objetivo de llevar la información a todos los usuarios en cualquier momento y en cualquier lugar.

En este escenario, se puede afirmar sin lugar a dudas, que los teléfonos celulares se convirtieron en los dispositivos más populares y de mayor penetración en los diferentes segmentos de la población (30.113. 574 de teléfonos activados a marzo de 2007 [1]), lo cual los hace termina-





doce  
930b

les aptos para la apropiación de contenidos en el campo educativo. De tal suerte, es posible una traslación de parte de los contenidos y herramientas de e-learning diseñados en principio para ser utilizados desde un computador tradicional a los teléfonos móviles y, por lo tanto, la acción formativa puede ser llevada a cabo con ayuda de estos nuevos dispositivos. El término m(obile)-learning se emplea para denominar los procesos de enseñanza/aprendizaje con dispositivos móviles. Extrapolando la concepción de e-learning, se puede afirmar que m-learning es la intersección de la computación móvil (dispositivos) y el e-learning (contenido). Es decir, un e-learning independiente del lugar, del tiempo y del espacio.

Dentro de la gama de dispositivos que pueden colaborar en el objetivo del m-learning, además de los teléfonos celulares, se encuentran pequeños computadores de mano, llamados habitualmente PDA y/o Tablet PC, a los que se puede acoplar un módulo de telecomunicaciones inalámbricas. De esta forma, estos terminales, que ya disponen de software equivalente al de los PCs tradicionales, procesadores de textos, hojas de cálculo, entre otros, totalmente compatibles con las versiones de los programas para PC, se convierten también en dispositivos móviles convencionales que pueden acceder a los servicios de Internet como Web, correo electrónico, chats, entre otros.

El campo de aplicación del m-learning es amplio y se puede enfocar principalmente en los trabajadores móviles, que se comunican a sus oficinas por medio de teléfonos celulares, laptops y terminales de mano, para el desarrollo de su actividad en ventas, ingeniería, consultoría, medicina, aspectos legales y contables, por mencionar algunas de las áreas de acción, así como también para ciertos grupos de estudiantes, dada las necesidades de acceso a información específica y a contenidos especializados e individualizados.

Este artículo tiene como objetivo presentar el desarrollo de un prototipo funcional de M-learning para cursos virtuales en la Universidad de San Buenaventura - Bogotá, que posibilita el acceso a contenidos de aprendizaje que apoyan académicamente al estudiante, desde dispositivos móviles como pueden ser celulares o computadores de bolsillo. Dicho prototipo permite consultar, evaluar y guardar cursos virtuales para dispositivos móviles aprovechando la ventaja de movilidad que estos ofrecen.





## Avances en M-Learning

Actualmente el aprendizaje móvil (m-Learning) es objeto de múltiples investigaciones en diversas instituciones tanto en el ámbito nacional (casos de la División de Educación de la Fundación Santa Fe de Bogotá y de Unisanitas), como en el internacional (caso de la University of Art and Design, Helsinki, Finlandia). Adicionalmente, el interés de proveedores de contenidos y de operadores de telecomunicaciones por el despliegue de este tipo de aplicaciones es cada vez mayor. Entre las experiencias destacables se encuentran las alianzas de Knowledge Pool con Vodafone y de Epic Group Plc con Digital Bridge. También Isopia emprendió desarrollos soportados en J2ME. Las compañías líderes en la investigación y adopción de soluciones móviles, tales como Ericsson, Nokia, Motorola, Vodafone, DoCoMo, Deutsche Telekom cuentan con equipos de trabajo en este campo, aprovechando las potencialidades de tecnologías como GPRS e i-mode [2] y [3].

Una gama de proyectos de investigación y desarrollo en Europa se puede consultar en <http://www.mobilearn.org/>. Asimismo, cabe mencionar en particular, la iniciativa MobilED (<http://mlab.uiah.fi>) que comprende aplicaciones de audio-enciclopedia, servicios de información en audio (podcast), como la guía de turismo móvil, y producción de videos e imágenes, que hacen parte de la estrategia de aprendizaje colaborativo [4].

La proliferación de hardware para los móviles es muy grande y se percibe que no habrá una estandarización estable. Ahora bien, el software será uno de los elementos que más ayudará en el proceso de crear estados del arte, pues en él se basan los futuros desarrollos. Una prueba de esta aseveración es la manera como el lenguaje Python ha sido introducido por Nokia, sin demeritar la fortaleza de Java. Esto abre los ojos a las Universidades para que en sus Facultades de Ingeniería de Sistemas y afines se creen comunidades y grupos de investigación en esos lenguajes.

Sobre el futuro del m-learning se observa que a corto plazo aumentará el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje/capacitación independientes de los dispositivos. Por otra parte, las compañías de e-learning empezarán a proveer soluciones propietarias de m-learning. Con el tiempo, se prevé el desarrollo de soluciones abiertas. A largo plazo, se vislumbra un cambio en la metodología m-learning, en la cual las aplicaciones ya no serán solamente residentes en el servidor sino también en el dispositivo móvil. Así, el usuario no sabrá, ni le importará, dónde reside el contenido o cómo se lleva a cabo la comunicación. Detalles sobre las tendencias en m-Learning se encuentran en [5], [6], [7] y [8].

## Prototipo inicial de M-Learning para cursos virtuales

Para el diseño y posterior implementación se dividió el prototipo en dos etapas; la primera de ellas consistió en el diseño, implementación y pruebas de un administrador de contenidos que permita, de manera óptima, almacenar la información de los cursos





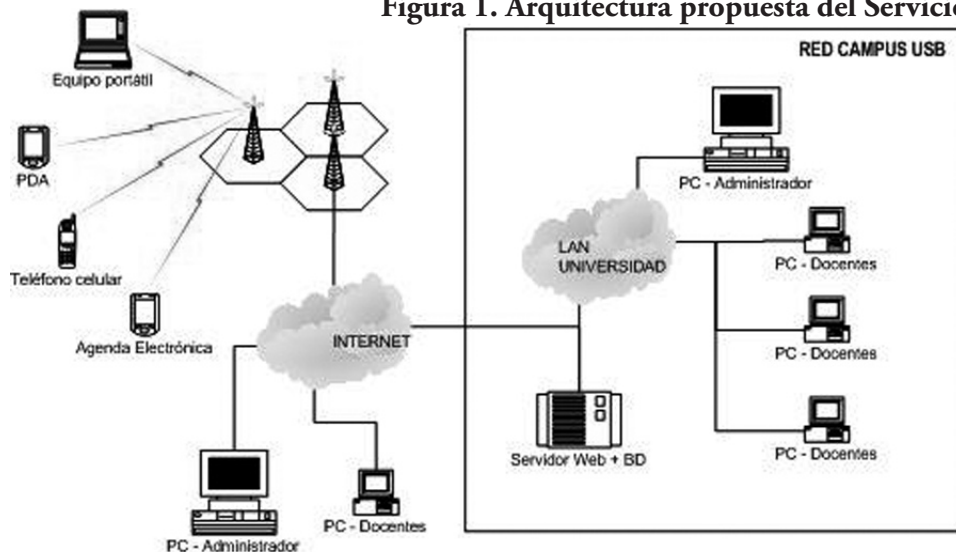
y sus respectivas evaluaciones, y así mismo, presentarla en los dispositivos móviles de manera amigable y sencilla, para que el usuario final acceda a un fácil aprendizaje; una vez diseñado el modelo de la base de datos a utilizar, se realizará -vía Web- un módulo de administrador amigable al docente para que pueda almacenar, tanto el contenido de los cursos como el contenido y esquema de las evaluaciones de los mismos.

La segunda etapa se centró en el desarrollo de la interfaz para el usuario final (aplicación para los dispositivos móviles). Previo al mismo, se realizó una pequeña investigación de ventajas y desventajas de cada uno de los grupos de dispositivos móviles existentes en el mercado y el sector de dispositivos al que se orientará el desarrollo de la herramienta. Posteriormente se diseñó la herramienta y se realizaron las pruebas de concurrencia respectivas, en cuanto a conectividad y navegabilidad del mismo, antes de la implementación final. Un diagrama completo de la arquitectura propuesta para la prestación del servicio de aprendizaje móvil se ilustra en la Figura 1.

## Etapa de análisis

En esta etapa se reunieron y estudiaron en detalle los datos del sistema en operación y la especificación de los requerimientos del sistema a desarrollar, siguiendo las directrices de IEEE Guide to Software Requirements Specifications [9].

Figura 1. Arquitectura propuesta del Servicio



## Ámbito

El prototipo que se desarrolló se piensa integrar al conjunto de aplicaciones educativas virtuales de la universidad; está orientado a dispositivos móviles con el fin de fomentar el aprendizaje y la relación estudiante-docente sin importar el factor distancia. Esta aplicación está restringida a las funciones mencionadas a continuación:





- **Registro:** este apartado cubre el registro del estudiante desde el dispositivo móvil para poder autenticarse e inscribirse en cualquier curso deseado y disponible.
- **Inscripción:** esta es la facultad que se da al estudiante para poder participar de los cursos publicados.
- **Vista del curso:** acción del estudiante para ver y participar del curso en el que se inscribió.
- **Guardar Curso:** acción que permite al estudiante guardar el curso en el dispositivo móvil para un fácil y rápido acceso a el reduciendo costos de conexión.
- **Evaluación:** permite al estudiante evaluarse con respecto a los temas vistos en el curso, obteniendo una nota para medir su conocimiento.
- **Vista de Curso guardado:** acción que permite al estudiante tener acceso a los cursos guardados sin necesidad de establecer conexión con el servidor.

## Perspectiva del Prototipo

Desde cada uno de los módulos a realizar para el desarrollo del prototipo se tienen las siguientes perspectivas:

- **Aplicativo móvil:** el prototipo deberá ser capaz de funcionar correctamente en cualquier institución educativa e interactuar con la red que tenga cada una de ellas. Se trata de una aplicación completamente independiente y destinada para ejecutarse en dispositivos móviles como teléfonos celulares y PDAs que tengan los requerimientos mínimos para su funcionamiento como son: Tecnología Midp 2.0, configuración CDLC 1.1 y 3MB Memoria como mínimo. Su razón de ser viene determinada por la necesidad de que el rendimiento y la eficiencia del software sean óptimos para el fin propuesto.
- **Administrador de Contenidos:** es una aplicación Web que se ejecutará desde cualquier explorador como Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera. Con el fin de tener acceso a él desde la Internet y que el uso no sea única y exclusivamente dentro de la red interna de la Universidad. El objetivo primordial es que la administración de los cursos virtuales sea óptima por parte de los docentes y administradores del sistema.

1) **Funciones del Prototipo.** las funciones que debe realizar el prototipo se pueden clasificar en varios bloques:

- **Aplicativo móvil**  
**Funciones del estudiante:**
  - ◇ Registro en base de datos
  - ◇ Buscar cursos Disponibles
  - ◇ Inscripción en cursos





- ◇ Visualizar cursos
- ◇ Guardar curso
- ◇ Visualizar curso offline

• **Administrador de contenidos**

**Funciones del docente:**

- ◇ Crear curso
- ◇ Modificar curso
- ◇ Actualizar curso
- ◇ Ver curso
- ◇ Ver estudiantes inscritos en los cursos
- ◇ Ingresar temas
- ◇ Modificar temas
- ◇ Ingresar subtemas
- ◇ Modificar subtemas
- ◇ Ingresar evaluación
- ◇ Modificar evaluación
- ◇ Ver reporte estadístico

**Funciones del Administrador:s**

- ◇ Crear cursos
- ◇ Modificar cursos
- ◇ Actualizar cursos
- ◇ Borrar cursos
- ◇ Ver cursos
- ◇ Ver estudiantes inscritos en los cursos
- ◇ Ingresar temas
- ◇ Modificar temas
- ◇ Ingresar subtemas
- ◇ Modificar subtemas
- ◇ Ingresar evaluaciones
- ◇ Modificar evaluación
- ◇ Ingresar Usuarios (Docentes, Estudiantes, Administradores)
- ◇ Modificar usuarios
- ◇ Eliminar Usuarios
- ◇ Ver reporte estadístico





## Vista de casos de uso

En el desarrollo del prototipo se encuentran 2 actores fundamentales: el docente, quien será el usuario encargado del manejo del administrador de contenidos con cierta cantidad de privilegios y, el estudiante, quien será el partícipe de los contenidos publicados a través de su dispositivo móvil. También existirá un usuario administrador, persona encargada de manipular el administrador de contenidos en su totalidad.

## Elección de la plataforma para aprendizaje electrónico

Dadas las anteriores especificaciones se procedió a la selección de la plataforma virtual para la administración de los cursos, considerando entre otros: *Moodle*, *Blackboard* y otras plataformas tradicionales para móviles. Sin embargo, se llegó a la conclusión de descartar estas herramientas, toda vez que los contenidos allí manejados son demasiado extensos y las formas de almacenarlos muy diversas y, en ese sentido, resulta imposible ver cursos virtuales tan extensos en la pantalla de un teléfono celular, lo que resultaría en una gran cantidad de secuencia de pantallas.

Por lo anterior, se decidió desarrollar la plataforma a la medida para este proyecto, mediante la utilización de un sistema de base de datos en donde se almacenen contenidos concisos, no muy largos, con información clara y evitando detalles extra. Se planteó entonces la manera de desarrollar el sistema con una metodología propia para los cursos, buscando al máximo enfocar los mismos más a contenidos de ayuda que a temarios extensos, teniendo en cuenta que uno de las metas más importantes de ésta herramienta es permitir que el usuario final pueda almacenar cursos en el dispositivo con el fin de tenerlos a la mano en caso de necesitarlos.

## Elección de los dispositivos móviles a utilizar

Se seleccionaron dispositivos con los requerimientos mínimos para el uso de aplicaciones Java. Móviles que cuentan con la suficiente capacidad en memoria para almacenar los cursos y datos generales con respecto al aplicativo.

Estos aplicativos de tipo RMS le permiten al usuario acceder a los contenidos o consultas realizadas anteriormente y que son de gran necesidad, sin tener que establecer una conexión para ver la información. Los dispositivos poseen las siguientes características que serían óptimas para la ejecución del programa en el móvil: Midp 2.0, CDLC 1.1 y como mínimo 3Mb de memoria.

## Etapa de diseño

Para lograr lo anteriormente expuesto en el análisis, se hace necesario implementar un sistema que contendrá los datos correspondientes almacenados en una base de datos para el manejo de registro de usuarios, autenticación e ingreso de contenidos en general, como se muestra en la Figura 1.





## Diseño base de datos

Para el desarrollo del administrador de contenido y con mayor importancia para el aplicativo móvil se hace necesaria la implementación de una base de datos que permitirá la administración completa de usuarios y cursos. La Figura 2 presenta el Modelo Entidad Relación de la base de datos.

## Diseño aplicativo móvil

Con el objeto de lograr la interacción del dispositivo móvil con el administrador de contenido, según los requerimientos anteriormente enunciados, se optó por trabajar con el lenguaje JAVA Micro Edición (J2ME), debido a que la gran mayoría de dispositivos celulares cuentan con esta tecnología, lo que permite la ejecución de sus aplicaciones sin ningún inconveniente. Además, puede ser usado en dispositivos PDA, lo que brinda una mayor cobertura, toda vez que no se limita a un solo tipo de equipo. Por lo tanto, se realizó un diseño del aplicativo compuesto por 44 clases, cuyos diagramas de transición de de interacción se muestran en la Figura 3.

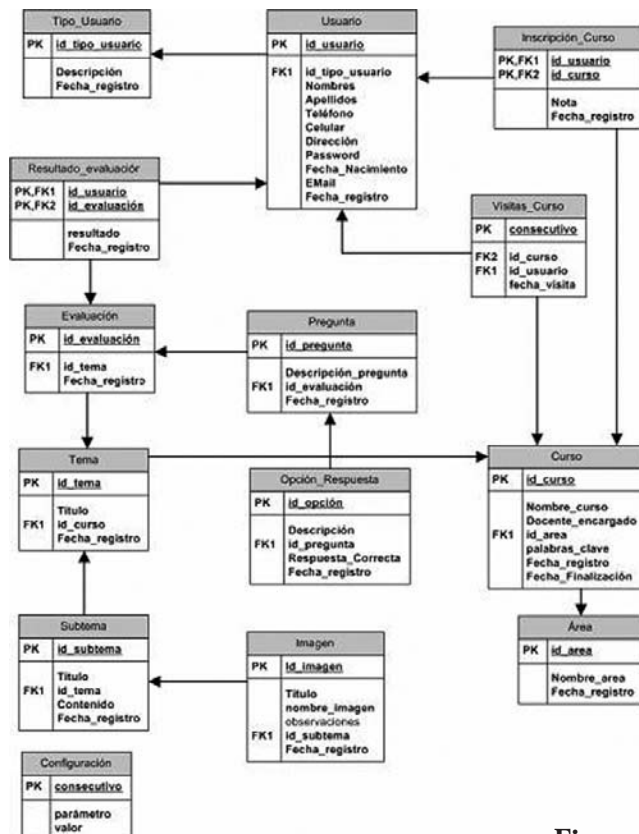


Figura 2. Modelo entidad relación





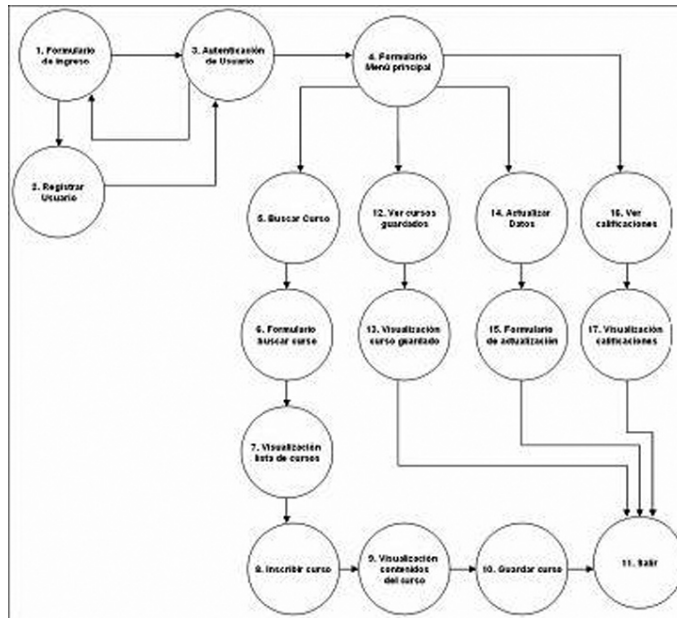


Figura 3.  
Diagrama de Transición de Estados aplicativo dispositivo móvil

## Diseño del administrador de contenidos

En cuanto al diseño del administrador de contenidos, se determinaron 33 clases en Java entre applets y servlets, logrando dar cumplimiento a todos los requerimientos anteriormente enunciados en la etapa de análisis. La Figura 4 muestra el diagrama de transición e interacción del sistema propuesto.

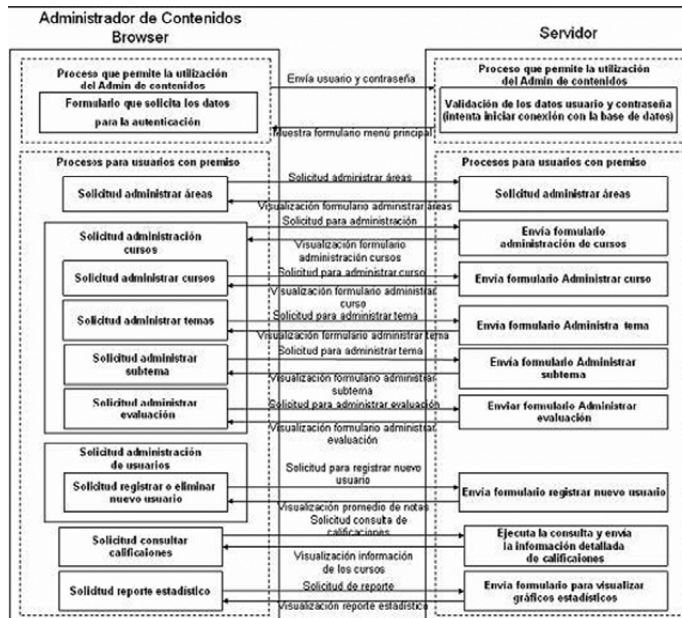


Figura 4.  
Diagrama de Interacción Administrador de contenidos





## Etapa de implementación

Como se mencionó anteriormente, el lenguaje seleccionado para los desarrollos fue Java y el motor de base de datos seleccionado para la implementación fue MySQL.

## Administrador de contenidos

Para la administración de la plataforma se cuenta con una interfaz Web que ayudará a los docentes y usuarios administrativos del sistema para la actualización, inserción y consultas a realizar en los cursos.

## Aplicativo dispositivo móvil

Se implementaron interfaces fáciles y amigables para el usuario final dentro del dispositivo móvil, reduciendo la cantidad de clics para la ejecución de cualquier proceso, ya sea registrarse, autenticarse o evaluarse, donde la última actividad sería la más extensa y de mayor interés para el usuario al finalizar el curso. Las siguientes son vistas de pantalla de la interfaz gráfica del móvil para el usuario (Estudiante) como se puede observar en la Figura 5.

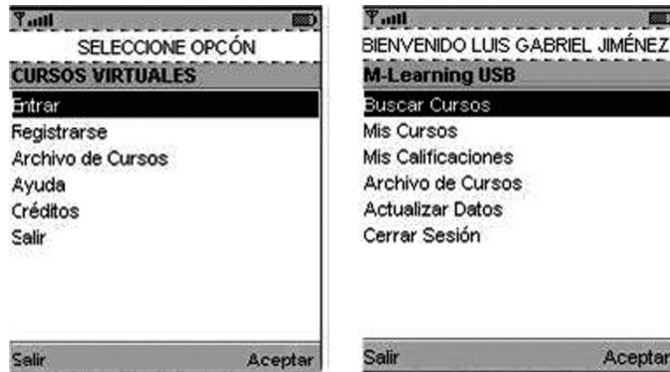


Figura 5.  
Ventana del Menú  
Inicial en el  
Dispositivo Móvil

## Conclusiones

Aunque ya existe en el mercado un sinnúmero de plataformas virtuales, estas en su gran mayoría se diseñaron para dar soporte a contenidos muy extensos, que en un dispositivo móvil sería imposible visualizar. Por tal razón, el desarrollo de un prototipo de plataforma virtual como el presentado en este proyecto, pretende determinar unas características suficientes para asegurar el correcto funcionamiento y el rendimiento del aplicativo.





La aplicación móvil desarrollada es lo suficientemente dinámica para que el usuario interactúe con ella en forma cómoda, sin tener que controlar contenidos extensos y aburridos que lo obliguen a desistir del manejo de la misma.

Aunque la herramienta es 100% funcional, existe una variable que puede afectar el funcionamiento completo de la misma, y es la memoria interna de los dispositivos móviles, ya que esta varía con cada marca y modelo. Con el aumento en las capacidades de memoria de los terminales, esta limitante se reducirá.

Las pruebas de concurrencia realizadas desde dispositivos móviles simulados evidencia que los tiempos aumentan significativamente en el proceso de autenticación del dispositivo en la base de usuarios, pero para los procesos de consulta y modificación los tiempos son satisfactorios y oscilan entre 2 y 3 segundos.

Las pruebas realizadas desde dispositivos móviles evidencian un correcto funcionamiento de la aplicación sin distinción del equipo a utilizar, pero se presentan variaciones significativas en la presentación del entorno gráfico dadas las configuraciones básicas del equipo, lo cuál puede presentar dificultades al momento de realizar la navegación por los contenidos presentados.

## Referencias

- [1] ASOCEL-Asociación de la Industria Celular de Colombia- (2007). Crecimiento de móviles en Colombia. Extraído de [http://www.asocel.org.co/pdf/crecimiento\\_moviles\\_colombia8.pdf](http://www.asocel.org.co/pdf/crecimiento_moviles_colombia8.pdf).
- [2] QUINN, Clark (2000), m-Learning: Mobile, Wireless, In-your-pocket learning. Extraído de: <http://www.linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm>
- [3] ERICSSON, From e-learning to m-Learning. Extraído de: <http://learning.ericsson.net/leonardo>
- [4] LEINONEN, Teemu (2006). Conceptos, estado del arte y experiencias de M-learning, Foro académico “Estado del arte y perspectivas de M-LEARNING - Aplicaciones educativas y requerimientos tecnológicos”, Universidad de San Buenaventura, Bogotá.
- [5] BERETTA L., Marcelo F (2007). M-learning: aprendizaje a través de dispositivos móviles. En Revista digital de e-learning de América Latina. [www.elearningamericalatina.com/edicion/septiembre2/na\\_2.php](http://www.elearningamericalatina.com/edicion/septiembre2/na_2.php)
- [6] FLEISCHMAN, J. (2001). Going Mobile: New Technologies in Education. Extraído de <http://www.convergemag.com/magazine/story.phtml?id=253000000001969>,
- [7] MACHUCA, A. M-Learning. Centro de Formación, investigación y desarrollo de soluciones de e-learning, Extraído de <http://es.catholic.net/comunicadorescatolicos/579/928/articulo.php?id=14376>,





- [8] MALINEN, J., Kari, H. & Tiusanen, M. (1999). Wireless networks and their impact on network-based learning content. Enabling network-based learning. Helsinki University of Technology.
- [9] IEEE Std 830-IEEE Guide to Software Requirements Specifications. IEEE Standards Board.

### **Otras referencias bibliográficas utilizadas para el desarrollo del proyecto:**

- [10] Advanced Distributed Learning. The SCORM Overview and Content Aggregation Model. Version 1.2. Extraído en febrero de 2007 de <http://www.adlnet.org>.
- [11] FROUFE, A. (2003). J2ME: Manual de Usuario y Tutorial. México: Editorial. Alfaomega.
- [12] GARCÍA, S. (2001). Instrucción basada en la Web. Vistazo general del aprendizaje móvil. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Extraído de [http://www.unesr.edu.ve/Publicaciones/Articulo\\_2.htm](http://www.unesr.edu.ve/Publicaciones/Articulo_2.htm).



**Luis Gabriel Jiménez Caballero.** Ingeniero de Sistemas de la Universidad de San Buenaventura, Bogotá. Se desempeña actualmente como Ingeniero de Desarrollo para el Área de Servicios Móviles y trabajó también como Ingeniero de los proyectos de los sitios Web de Movistar ([www.movistar.com.co](http://www.movistar.com.co)) y Telefónica - Telecom ([www.telefonica.com.co](http://www.telefonica.com.co)) para la empresa Terra Networks Colombia.

**Cristián Alejandro Cortés Angulo.** Ingeniero de Sistemas de la Universidad de San Buenaventura, Bogotá. Analista-Consultor de la empresa Business Technologies. Anteriormente desempeñó el cargo de Consultor en el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, para el proyecto SIIFNacion.

**Luis Alejandro Martín Siachica.** Ingeniero de Sistemas de la Universidad de San Buenaventura, Bogotá - Colombia. Consultor de la empresa Business Technologies. Ingeniero de Soporte en la empresa TMC & CIA en proyectos de implementación de Servidores de Correo, Firewall y VPN sobre tecnologías de Software libre.

**Carlos Andrés Lozano Garzón.** Ingeniero de Sistemas y Master Candidato en Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Colombia. Docente en las Universidades de San Buenaventura, donde se desempeña como Coordinador de Investigación del Programa de Ingeniería de Telecomunicaciones, Nacional de Colombia y Católica de Colombia. Participe de los grupos de investigación GITUN (Grupo de Investigación en Teleinformática de la Universidad Nacional de Colombia) y Director del Grupo de Investigación en Bioingeniería de la Universidad de San Buenaventura. GSMIEEE Member, Presidente (e) del Capítulo Colombiano de Comunicaciones – ComSoc, IEEE - Colombia.

