



FRAMEWORK PARA APLICACIONES EDUCATIVAS MÓVILES (M-LEARNING): UN ENFOQUE TECNOLÓGICO-EDUCATIVO PARA ESCENARIOS DE APRENDIZAJE BASADOS EN DISPOSITIVOS MÓVILES

René Cruz-Flores, Gabriel López-Morteo
Instituto de Ingeniería
Universidad Autónoma de Baja California
Mexicali, B.C., México
renecruz@uabc.mx, galopez@iing.mxl.uabc.mx

Resumen

En este artículo, se presenta el trabajo en proceso del diseño a nivel conceptual de un marco de trabajo (Framework) para aplicaciones educativas móviles basadas en objetos de aprendizaje, como una alternativa para desarrollar programas reutilizables y extensibles que permitan sacar provecho de las ventajas que ofrecen los actuales dispositivos móviles y su adopción en el esquema educativo, como parte de un diseño instruccional basado en la tecnología.

Se muestran los resultados de algunos proyectos que reportan evidencias y resultados del proceso de implementación de la tecnología móvil para reforzar los procesos de aprendizaje y que han propuesto clasificaciones o agrupaciones que refuerzan la propuesta presentada.

También se incluyen aspectos que resaltan como inconvenientes en el proceso de desarrollo de aplicaciones de m-learning y que justifican la necesidad de crear un marco de trabajo que apoye al modelo educativo basado en tecnologías móviles.

Introducción

Las necesidades y los retos en la educación actualmente generan la necesidad de diseñar más y mejores estrategias, utilizando todos los recursos disponibles, ya sean humanos o tecnológicos. De esa manera, muchas estrategias educativas han adoptado modelos de aprendizaje que hacen uso de las tecnologías de la información (TI) para reforzar el proceso de generación del conocimiento. El uso de aplicaciones de software en éste ámbito, ha originado el desarrollo de múltiples herramientas computacionales en todos los niveles educativos, que van por ejemplo desde aplicaciones para comprobar conceptos o formulas matemáticas, hasta aplicaciones que dan seguimiento a todo un curso incluyendo etapas de evaluación del conocimiento, estos últimos sentaron las bases para lo que hoy se conoce como sistemas de administración del aprendizaje o LMS¹ por sus siglas en ingles.

Por otra parte, el desarrollo de software orientado al ámbito educativo ha extendido sus alcances, así, las aplicaciones tecnológicas y los medios para usarlas han evolucionado de tal forma que el uso de OA ya no esta limitado a una computadora personal (PC), si no que se ha extendido al uso de dispositivos móviles (PDA, teléfonos celulares, Smartphone² y TabletPC³) para lograr un mayor alcance de la

1 Learning Management System.

2 Dispositivos que mezclan las características de un teléfono celular y un PDA en el mismo equipo.



aplicación y obtener los beneficios que el cómputo móvil ofrece al sector educativo, dando como resultado la creación de un modelo tecnológico llamado m-learning o aprendizaje móvil.

Este modelo educativo basado en el uso de dispositivos móviles se ha desarrollado desde hace varios años, dando como resultado varios proyectos de investigación y algunos productos comerciales. De esta manera, existe evidencia de los beneficios que ofrece el m-learning como una extensión del aprendizaje electrónico (e-learning) y las dificultades asociadas por la integración de este modelo a los diferentes esquemas educativos, como sustentan Vavoula (2005), Ally et al. (2005) y Good (2006). Sin embargo, el esfuerzo por lograr un diseño instruccional que incluya en sus objetivos el uso de tecnologías móviles, ha generado el desarrollo de aplicaciones poco flexibles y con implementaciones diferentes. Esto ocurre debido a que cada desarrollo se realiza de manera única y aislada, en el sentido de que cada aplicación educativa móvil implementa sus propios mecanismos de comunicación, de adaptación de contenidos a presentar y de inclusión de aspectos pedagógicos. Aunado a lo anterior, existe una inversión de tiempo considerable en el desarrollo de aplicaciones educativas móviles, debido a que la disponibilidad limitada de herramientas de desarrollo y librerías especializadas que permitan hacer más ágil las implementaciones técnicas de la aplicación. Por ello, para construir aplicaciones educativas complejas, es necesario contar con personal muy especializado en el desarrollo de este tipo de aplicaciones, razón por la cual pudiera explicarse el porqué se evidencian claramente dos situaciones que se presentan en los trabajos relacionados con m-learning: la primera de ellas es cuando las propuestas están muy sesgadas a los aspectos tecnológicos sin sustentar sólidamente los aspectos educativos (Castellanos y Sánchez, 2003), (Davidyuk et al., 2004) y (Cao et al., 2006), y la segunda es cuando se le da un énfasis a los aspectos educativos pero tienen un pobre soporte tecnológico (Juniu, 2003) y (Mona Laroussi, 2004). Esta problemática, posiblemente esté generada por la falta de líneas guías y herramientas diseñadas específicamente para la creación de aplicaciones educativas móviles, por lo que quienes los desarrollan, lo hacen de manera única dependiendo de los intereses de su grupo de investigación, resultando en soluciones que tienen muy poco en común con otras. Aunque en sentido estricto esta suposición puede ser verdadera, es importante mencionar que las aplicaciones para móviles tienen ciertas características en común, en donde se comparten por ejemplo estándares de contenidos, hasta cuestiones de ergonomía y usabilidad asociadas a los dispositivos móviles.

Por otra parte, se han realizado esfuerzos para integrar los elementos educativos y los tecnológicos para auxiliar la construcción de aplicaciones educativas a través de desarrollos basados en patrones de diseño educativos (AFLF, 2006), hasta frameworks completos para aplicaciones educativas siguiendo diversos modelos de aprendizaje (Patten et al., 2006), y para el aprendizaje colaborativo (Zurita y Nussbaum, 2004). Estos trabajos tienen en común el interés de proporcionar herramientas tecnológicas, como lo son las librerías especializadas, con el objetivo de que las aplicaciones resultantes tengan un diseño sustentado en requerimientos educativos bien identificados, homogeneizar al menos parte del proceso de desarrollo de éstas aplicaciones, y ahorrar tiempo para su construcción. Sin embargo, es evidente la falta de un esfuerzo similar en el ámbito de las tecnologías móviles

3 Computadoras en formato de tableta digital.



aplicadas a la educación. De esta manera, en este trabajo se presenta la propuesta conceptual de un framework para crear aplicaciones educativas basadas en objetos de aprendizaje a través de dispositivos móviles desde un punto de vista integral, considerando simultáneamente los aspectos tecnológicos y pedagógicos que debe incluir como parte de su arquitectura, así como la interacción entre las partes del framework para lograr dar soporte al desarrollo de aplicaciones para m-learning.

El estado actual del m-learning

La tecnología móvil ha evolucionado en los últimos años, lo que ha llevado a un crecimiento en el mercado de dispositivos móviles personales a un costo menor del que tenían hace algún tiempo, permitiendo que llegue a más personas en donde los usos que les dan van desde el recreativo, medio de comunicación o cómputo empresarial. Por otro lado, los actuales dispositivos cuentan con capacidades ricas en recursos multimedia como audio, video, fotografías, conectividad y comunicación, lo que ha elevado las capacidades de cómputo y flexibilidad de los dispositivos. Así, de manera paralela el desarrollo de aplicaciones de software para este tipo de dispositivos también ha crecido. En ese sentido, existen en el mercado aplicaciones móviles empresariales como clientes de correo electrónico, bases de datos reducidas con contenido de un tópico en particular como recetas de cocina, horarios de trenes, mapas de ciudades, entre otras; aplicaciones de entretenimiento como juegos; reproductores de música o video y clientes de televisión portátil; además existen aplicaciones de uso general como agendas, calculadoras o planificadores de tareas.

Otro tipo de aplicaciones que comienza a ser explotado aunque en menor medida que los otros, son las aplicaciones educativas y de entrenamiento. Así, los modelos de aprendizaje basados en dispositivos móviles pretenden ampliar las ventajas ofrecidas por el e-learning como el uso de recursos multimedia, acceso vía Web, servicios de mensajería, pero partiendo del principio de movilidad, colaboración y capacidades de comunicación entre redes *ad-hoc*, características inherentes a la etapa contemporánea tecnológica (Totkov, 2003). Tratando de aprovechar estas características, se han desarrollado proyectos tomando como iniciativa el m-learning y usando diferentes tipos de dispositivos móviles como teléfonos celulares, PDA y Smartphone.

De esta manera, se han desarrollado aplicaciones sustentadas en un paradigma educativo e inmersas en diferentes modelos de aprendizaje. Partiendo de la clasificación propuesta por Naismith et al. (2005), se tiene un marco de referencia de la teoría del aprendizaje para cada tipo de aplicación:

1) Conductual. Las aplicaciones de m-learning se basan en la representación de problemas donde la solución este dirigida por elementos que aporten un valor para la solución, además de ofrecer reforzamiento del conocimiento presentado a través de retroalimentación.

2) Constructivista. El alumno construye su propio conocimiento basado en nuevas ideas y conocimientos previos, las aplicaciones móviles deberán de ofrecer esquemas de virtualización de contextos, y ofrecer herramientas que permitan administrar dicho conocimiento, así como métodos de búsqueda de información relevante al problema planteado.



3) Situacional. Tiene mucho de semejante con el constructivismo, sin embargo difieren principalmente en que los escenarios presentados al alumno, no son simulados si no reales. En ese sentido, las aplicaciones móviles deberán de ser capaces de detectar el contexto donde estén inmersos y presentar información *ad-hoc* dependiendo de la situación, lugar o tiempo donde se encuentre el alumno.

4) Colaborativo. Utiliza las tecnologías móviles para ofrecer mecanismos de interacciones entre los involucrados en el proceso, donde se resaltan los medios utilizados para comunicarse entre sí, y utilizando mecanismos de coordinación de tareas o grupos. En adición a esto, toda la teoría del cómputo colaborativo puede ser vertida en este modelo a través de las tecnologías móviles, sin implicar un sustituto a las interacciones hombre-maquina.

5) Informal. Las aplicaciones móviles deben ofrecer vías para adquirir el conocimiento en un esquema más libre, en donde las actividades no necesariamente dependen de un currículo y generalmente las experiencias se dan fuera del salón de clase. El hecho de que sea un aprendizaje libre no significa que carece de control, si no más bien que esta incrustado tanto en el espacio y las situaciones particulares a las que se enfrente el alumno.

6) Asistido. La tecnología móvil toma un papel fundamental principalmente en la coordinación del alumno y los recursos que se le proporcionan, así como ofrecer canales de retroalimentación y control para el profesor, permitiendo medir el grado de avance en las practicas realizadas o acceder a la información de un alumno para informar de su estatus en un curso específico, por poner un ejemplo. También en este esquema, las tecnologías móviles pueden ofrecer mecanismos para calendarización de eventos o tareas por parte de los alumnos, ayudándolos a controlar mejor sus actividades y agendas de trabajo.

Como se puede notar, la aplicación de las tecnologías móviles en los diferentes modelos de aprendizaje es muy variada al igual que el tipo de características en cada tipo. Sin embargo, no son excluyentes entre ellas, ya que se pueden mezclar y lograr así modelos mixtos que combinen lo mejor de cada tipo para crear uno más integral. Esta clasificación provee una visión general de como el m-learning puede estar asociado a una teoría del aprendizaje en especial, sin embargo, es solo una clasificación, un primer intento por caracterizar las aplicaciones móviles de acuerdo a su perfil pedagógico.

Alternativamente a esta clasificación, existe un proyecto que propone un framework funcional, como sustenta Patten et al. (2006), en el cual se ofrece una categorización de las aplicaciones basada en aspectos funcionales y pedagógicos, de esa manera, se cuenta con una referencia que permite agrupar las aplicaciones educativas móviles, dependiendo de su función y del diseño instruccional. Las categorías de aplicaciones propuestas son:

1) Administrativas. Aquí el m-learning integra poco los aspectos pedagógicos, ya que se las aplicaciones son orientadas más hacia aspectos de organización y logística, pero no están ligadas hacia algún tema en particular.



2) Referenciales. Este tipo de aplicaciones se encarga básicamente de proveer mucha información (texto o datos) en dispositivos con capacidades limitadas. Entonces, su fin primordial es proveer un medio de acceso a los recursos que soporten el proceso de aprendizaje (manuales, diccionarios, sitios Web).

3) Interactivas. Las aplicaciones que proveen un alto grado de interactividad y retroalimentación al alumno, basándose en patrones de respuesta-interacción ofrecen una instrucción que permite la experimentación, con materiales acordes al contexto de aprendizaje.

4) Microworlds. En esta categoría adopta notablemente el modelo constructivista de los alumnos, en donde ellos son quienes fabrican su contexto permitiéndoles comprobar y evaluar sus ideas.

5) Recolectoras de datos. Este tipo de aplicaciones puede tener diferentes perspectivas pedagógicas dependiendo del contexto, para lo cual se han propuesto tres subcategorías: científica, reflectiva y multimedia. Dependiendo del objetivo, será el formato que tenga dicha información.

6) Situacionales. Aquí las aplicaciones de m-learning trabajan con un conjunto de sensores y puntos de acceso a información incrustada en el medio ambiente, de ahí, que la información entregada al alumno, esté en función del lugar o situación donde se este llevando a cabo la instrucción.

7) Colaborativas. En esta categoría, se agrupan aplicaciones que ofrecen características del modelo constructivista, contextuales y colaborativas, que permitan entre otras cosas la comunicación con otros alumnos para verificar algún concepto o solución y que también ofrecen medios de comunicación y organización para los equipos de trabajo. El uso de capacidades de mensajería se resalta en esta categoría.

Las tres primeras categorías básicamente replican aplicaciones disponibles para computadoras personales de escritorio, por otro lado, las últimas sacan más ventaja de las propiedades únicas que poseen los dispositivos móviles.

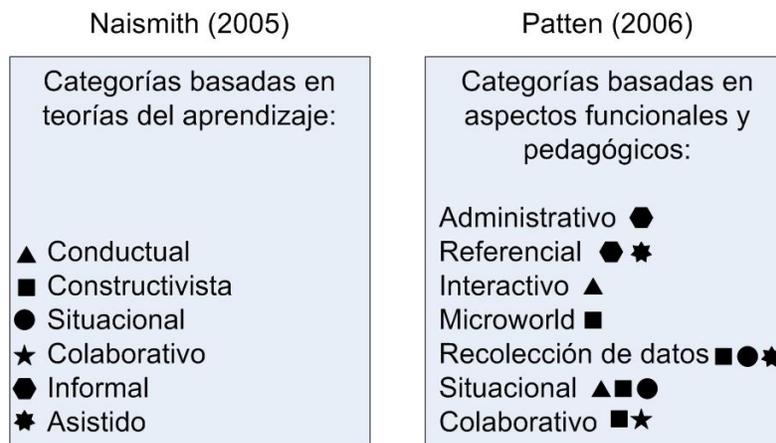


Figura 1.- Propuestas de clasificación en m-learning y sus relaciones.



Un punto a resaltar es que al analizar las propuestas y trabajos en esta materia, se observó que un porcentaje alto de aplicaciones orientadas a usar tecnologías móviles están centradas en alguno de los dos aspectos primordiales; pedagógicos y tecnológicos, y no en una combinación de ambos que permita enriquecer la instrucción. Aunque los dos proyectos proponen categorías asociadas a las aplicaciones de m-learning, y las propuestas ayudan a poder visualizar las necesidades de la aplicación dependiendo de su categoría, ninguno propone mecanismos o alternativas que integren a la tecnología móvil como parte del esquema de desarrollo. Como se observa, las diferentes teorías del aprendizaje clasificadas por Naishmith están incluidas en el framework funcional de Patten (Fig. 1), sin embargo, en ninguno de los dos aparece la tecnología móvil como parte de relevante, situándola más al nivel de herramienta o artefacto que como parte de un diseño integral. No obstante, esta relación y su asociación entre las dos propuestas permite visualizar una primera clasificación en términos de diseño, creando categorías basadas en las características funcionales de cada tipo de aplicación y las teorías del aprendizaje que están inmersas cada una de ellas, a fin de que el framework propuesto en este trabajo tome esta base para visualizar y agrupar los diferentes aspectos que lo integrarán.

De esta manera, la inclusión de tecnología móvil en los diferentes modelos, ha generado que el desarrollo de aplicaciones específicas para m-learning aumente paulatinamente, dando como resultado varias implementaciones diferentes, ya que cada desarrollo se realiza de manera única y específica para una situación determinada (espacio físico, tipo de equipo usado o grado académico seleccionado), por lo que cada aplicación implementa sus propios mecanismos de comunicación, de adaptación de contenidos y de inclusión de aspectos pedagógicos. De esa manera se encuentra que la tendencia en los proyectos analizados comparte la característica de que, dada la complejidad que representan las aplicaciones para m-learning, gran parte del tiempo de desarrollo está inmerso en los siguientes escenarios:

- 1) Implementar cuestiones técnicas de adecuación de contenidos o mecanismos de comunicación entre los dispositivos, dejando la parte educativa en segundo término y dedicándole poco tiempo a los aspectos pedagógicos de la aplicación.
- 2) Centrar el desarrollo en los contenidos pedagógicos, dejando de lado las cuestiones técnicas que ofrecen robustez, portabilidad, confiabilidad y flexibilidad en la aplicación final.

En cualquiera de los dos escenarios, se considera que la pérdida de tiempo y recursos es evidente debido en gran parte a la falta de herramientas que permitan, por un lado desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles heterogéneos a través de esquemas simples y reproducibles, y por otro lado, la falta de políticas o procedimientos de planeación necesarios que orienten el perfil de las aplicaciones desarrolladas hacia el ámbito educativo y en concreto con características de objetos de aprendizaje.

Framework para m-learning

Debido a las dificultades asociadas al m-learning, se hace evidente la necesidad de crear un marco de trabajo (Framework) que permita por un lado agilizar el proceso de desarrollo de aplicaciones educativas móviles, y por otro la inclusión de los aspectos pedagógicos necesarios como parte del proceso de desarrollo.



Como se observa, existe una necesidad de contar con marcos de trabajo conceptuales, funcionales y técnicos para las aplicaciones de m-learning, que permitan equilibrar los aspectos técnicos o funcionales y los pedagógicos en las aplicaciones educativas basadas en OA móviles. El framework funcional visto anteriormente ofrece categorías que permite ubicar el contexto de la aplicación, pero no ofrece apoyo tecnológico para el desarrollo de las aplicaciones. Existen actualmente, frameworks tecnológicos para aplicaciones móviles, sin embargo, dada su naturaleza están orientados a cubrir aspectos técnicos, un ejemplo de ello son los proyectos de Davidyuk et al. (2004) y Lemlouma y Laya (2003), en donde proponen mecanismos robustos de adecuación de contenidos para dispositivos móviles, pero sin tomar en cuenta los aspectos pedagógicos.

Así, en este trabajo se presenta la propuesta conceptual de un framework (Fig. 2), cuyo diseño y arquitectura contiene una orientación tecnológica y pedagógica. Dicho framework tiene como objetivo principal el proveer un conjunto de herramientas, componentes y especificaciones basadas en las mejores practicas, experiencias y estándares, en donde la estructura, contenido y la aplicación misma este basado en OA (con todos los beneficios asociados a esto), centrándose en los aspectos educativos de la aplicación móvil, más que en la implementación de mecanismos de adaptación, comunicación o presentación de los medios, debido a que el framework ofrecerá mecanismos que faciliten éstas tareas.

La estructura general del framework propuesto, esta basado en elementos extensibles para facilitar la integración con características que se puedan agregar posteriormente. Cada componente estará representando a una característica o funcionalidad del framework lo que permite, además, que las partes sean utilizadas de manera independiente si así se requiere, es decir ocupar solo una parte del framework. Esta característica de los componentes del framework permitirá a su vez, la reutilización o integración en otro framework, ya sea tecnológico o funcional.



Figura 2.- Framework para aplicaciones educativas móviles



Framework

Ofrece una integración de todas las partes, a partir de un esquema basado en contextos, en donde dependiendo del tipo de aplicación serán la funcionalidad del framework utilizada, basadas en especificaciones predeterminadas que permitan un desarrollo de la aplicación con todos los aspectos requeridos, tanto funcionales como pedagógicos. Un conjunto de librerías y especificaciones estarán disponibles para cubrir los requerimientos del diseño instruccional de una forma ágil, robusta y reproducible. De esta forma, una aplicación de m-learning únicamente utilizará las partes que se requieran del framework, pudiendo agregar o cambiar funcionalidad posterior si así se requiere.

Aspectos técnicos

Esta parte del framework estará construida a partir de la aplicación de patrones de diseño a diferentes niveles, abarcando aspectos de ingeniería del software, diseño arquitectónico de aplicaciones (componentes o servicios) y requerimientos a nivel de instrucción educativa. En este sentido, las librerías contenidas en este paquete aportarán a la aplicación final características de flexibilidad y escalabilidad necesaria para que se acople en un esquema de diseño más complejo. Las librerías de diseño técnico aplicarán el uso de patrones de diseño de software utilizando las mejores prácticas en este ámbito. El diseño arquitectónico permitirá especificar que tipo de hardware y/o software se requiere para soportar a la aplicación educativa, así mismo, las librerías encargadas del diseño instruccional permitirán especificar cual será el mejor camino (a partir de la tecnología) para lograr el objetivo educativo.

Aspectos pedagógicos

Este paquete contendrá las librerías necesarias para dotar a las aplicaciones de aspectos asociados a las principales teorías del aprendizaje. En este sentido, las librerías enmarcarán a la aplicación dentro del contexto adecuado ofreciendo diferentes niveles tanto de interactividad como de control. Se podrá especificar el modelo de aprendizaje necesario especificado en el diseño instruccional y el framework aportará elementos para auxiliar a que la aplicación ofrezca al usuario final la experiencia de aprendizaje necesaria. Los aspectos que controlan este paquete, son el tiempo, tipo de actividades, control de etapas, tipo de información presentada, así como especificación de los resultados esperados.

Aspectos tecnológicos

Dada la naturaleza de las aplicaciones educativas móviles (acceso a diversas fuentes de información, portabilidad y comunicación inalámbrica), es necesario ofrecer las librerías para cubrir estos aspectos. Así, este paquete del framework ofrece mecanismos específicos para comunicación inalámbrica e intercambio de mensajes por diferentes protocolos (Bluetooth, IrDa y Wi-Fi), librerías de adecuación de contenidos (imágenes, video y audio), mecanismos para manejos de perfiles de usuario y administración de sesiones, además de ofrecer alternativas para crear diferentes interfaces de usuario de acuerdo al modelo de aprendizaje seleccionado.

Sumario



Se presenta el modelo conceptual de un framework para m-learning, a fin de visualizar el alcance que tiene desde el punto de vista pedagógico y tecnológico para la creación de aplicaciones educativas móviles con una orientación pedagógica específica, contando con el soporte tecnológico necesario para mejorar la experiencia de aprendizaje del alumno a fin de que se alcancen los objetivos planteados en el diseño instruccional.

Trabajo futuro

La propuesta del framework presentado en este trabajo esta actualmente a nivel conceptual, donde se ha identificado principalmente las brechas que faltan por cubrir en proyectos similares anteriores, como es la inclusión de la tecnología móvil como elemento del framework con igual importancia que los aspectos pedagógicos. Por otra parte, se pretende incluir también los aspectos del diseño instruccional para lograr hacer una representación adecuada de los requerimientos, como funcionalidades de la aplicación final. Para desarrollar las características planteadas en el framework, es necesario realizar y evaluar los siguientes aspectos:

- ¿Existe actualmente alguna tecnología que permita integrar los aspectos pedagógicos en las aplicaciones móviles?
- ¿Que herramientas del diseño instruccional y pedagógicas se pueden representar como requerimientos funcionales de una aplicación? ¿Es posible lograr esa equivalencia?
- ¿Existe alguna herramienta tecnológica que permita cubrir todos los aspectos necesarios que requieren las diferentes teorías del aprendizaje en términos de comunicación, retroalimentación y representación de la información?
- ¿Que tipo de dispositivo es el más adecuado para adoptar una aplicación de m-learning que integre el diseño instruccional, aspectos pedagógicos y tecnológicos?
- ¿Cual es el tipo de dispositivos móviles que más utilizan los alumnos actualmente?
- ¿Existe herramientas de diseño, tecnológicas o pedagógicas en términos de proyectos o productos que sirvan como base para lograr cubrir todas las características contempladas en el framework?

Con estos planteamientos, se exponen las tareas que se deben cubrir para obtener así una visión más clara de que elementos estará compuesto el framework, así como lograr acotar el alcance del mismo, en términos de a que nivel se puede representar e incluir de manera real, los aspectos de diseño instruccional y teorías pedagógicas.

Referencias



AFLF (2006). Framework 2007 business plan. Final, Australian Flexible Learning Framework. Australian Government. Department of Education, Science and Training, Australia. Consultado en Abril 2007, disponible en: http://www.flexiblelearning.net.au/flx/webdav/site/flxsite/shared/Secretariat/2007_Framework_Business_Plan_Final061214.doc.

Ally, M., Lin, F., McGreal, R., Woo, B., and Li, Q. (2005). An intelligent agent for adapting and delivering electronic course materials to mobile learners. Proceedings of the Mobile Learning 2005 International Conference. Capetown, South Africa.

Cao, Y., Tin, T., McGreal, R., Ally, M., and Coffey, S. (2006). The athabasca university mobile library project: increasing the boundaries of anytime and anywhere learning for students. In IWCMC '06: Proceedings of the 2006 international conference on Communications and mobile computing, páginas 1289–1294, New York, NY, USA. ACM Press.

Castellanos, N. and Sánchez, J. A. (2003). Pops: mobile access to digital library resources. In JCDL '03: Proceedings of the 3rd ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries, páginas 184–185, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.

Davidyuk, O., Riekk, J., Rautio, V.-M., and Sun, J. (2004). Context-aware middleware for mobile multimedia applications. In MUM '04: Proceedings of the 3rd international conference on Mobile and ubiquitous multimedia, páginas 213–220, New York, NY, USA. ACM Press.

Good, R. (2006). Learning on the move: Mlearning is next. MasterNewMedia. Consultado en Abril 2007, disponible en: http://www.masternewmedia.org/news/2006/01/17/learning_on_the_move_mlearning.htm.

Juniu, S. (2003). Implementing wireless technology in the classroom: the ipaq project. College Planning and Management, 6(10), 38–40.

Laroussi, M. (2004). New e-learning services based on mobile and ubiquitous computing: Ubi-learn project. Proceedings of CALIE04, International Conference on Computer Aided Learning in Engineering education. Grenoble, France.

Lemlouma, T. and Laya, N. (2003). Adapted content delivery for different contexts. In SAINT '03: Proceedings of the 2003 Symposium on Applications and the Internet, página 190, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.

Naismith, L., Lonsdale, P., Vavoula, G., and Sharples, M. (2005). Report 11: Literature review in mobile technologies and learning. In Future Series. Nesta Futures Lab, Birmingham, UK.

Patten, B., Arnedillo-Sánchez, I., and Tangney, B. (2006). Designing collaborative, constructionist and contextual applications for handheld devices. Computers & Education, 46, 294–308.

Totkov, G. (2003). Virtual learning environments: towards new generation. In CompSysTech '03: Proceedings of the 4th international conference on Computer systems and technologies, páginas 8–16, New York, NY, USA. ACM Press.



Vavoula, G. N. (2005). A study of mobile learning practices. Technical report, MOBIlearn. Consultado en Abril 2007, disponible en: http://www.mobilelearn.org/download/results/public_deliverables/MOBIlearn_D4.4_Final.pdf.

Zurita, G. and Nussbaum, M. (2004). Mcscl: Mobile computer supported collaborative learning. *Computers & Education*, 42, 289–314. Elsevier.