

## APRENDIZAJE UBICUO EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

*Héctor Antonio Villa Martínez*<sup>8</sup>  
*Francisco Javier Tapia Moreno*<sup>9</sup>  
*Claudio Alfredo López Miranda*<sup>10</sup>

### RESUMEN

El aprendizaje ubicuo o u-learning beneficia a los estudiantes porque les permite recibir instrucción personalizada a cualquier hora y en cualquier lugar donde puedan llevar una computadora. A pesar de estos beneficios existe una carencia de plataformas de aprendizaje ubicuo. En este artículo presentamos un panorama del aprendizaje ubicuo y los principales retos que hay que resolver para su implementación. Proponemos que se pueden resolver esos retos utilizando una red bayesiana y presentamos una de las escasas implementaciones de aprendizaje ubicuo en matemáticas que se encuentra en la literatura. Finalmente, concluimos con nuestras futuras líneas de investigación.

**Palabras clave:** U-Learning, Interfaces Adaptativas, Redes Bayesianas, Enseñanza de las Matemáticas.

## UBIQUITOUS LEARNING IN THE TEACHING OF MATHEMATICS

### ABSTRACT

Ubiquitous learning (u-learning) benefits students because it allows them to receive personalized instruction anytime and anywhere they can take a computer with them. In spite of these benefits, there is a lack of ubiquitous learning platforms. In this article we present a panorama of ubiquitous learning and the main challenges to be resolved for its implementations. We propose that these challenges can be solved by using a Bayesian Network, and we present one of the few implementations of ubiquitous learning in mathematics that can be found in the related literature. Finally, we conclude with our future lines of research.

**Keywords:** U-Learning, Adaptive Interfaces, Bayesian Networks, Teaching of Mathematics.

## 1. Introducción

El aprendizaje ubicuo permite a un estudiante recibir instrucción personalizada en cualquier lugar y a cualquier hora. Como tal, el aprendizaje ubicuo es la unión de dos sistemas de enseñanza. El primer sistema es el aprendizaje en línea personalizado, que permite al estudiante recibir instrucción individualizada y que típicamente se lleva a cabo en una computadora de escritorio a través de Internet. El segundo sistema es el aprendizaje móvil que permite al estudiante recibir instrucción a cualquier hora y en cualquier lugar mediante una computadora portátil y tecnologías de comunicaciones como Wi-Fi y GSM.

Típicamente, la implementación de una plataforma de aprendizaje ubicuo se lleva a cabo mediante una interface hombre-máquina que se adapte al nivel de conocimientos, habilidades informáticas, preferencias y a la plataforma computacional que esté siendo empleada por el estudiante. Adicionalmente, la interface puede ayudar al estudiante realizando tareas como generar un plan de estudios apropiado, recomendaciones de material relevante, búsquedas inteligentes y ayuda personalizada. A esta clase de interfaces hombre-máquina se les conoce como *interfaces adaptativas* o *interfaces inteligentes*.

El uso de una interface adaptativa en un ambiente de aprendizaje ubicuo incide positivamente en el aprendizaje del alumno porque le permite estudiar a cualquier hora, en cualquier lugar y desde cualquier computadora en un ambiente personalizado. Así el estudiante puede concentrarse en el estudio de la asignatura, sin tener que perder tiempo buscando material relevante ni depender de sus habilidades informáticas para utilizar la interface.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer los principales retos de implementar una plataforma de aprendizaje ubicuo y los ejemplos disponibles en la literatura para la enseñanza de las matemáticas. Para cumplir este objetivo, el resto de este trabajo está organizado como sigue. La sección 2 define los conceptos básicos del aprendizaje ubicuo. La sección 3 discute los problemas que hay que resolver para

implementar una plataforma de aprendizaje ubicuo. La sección 4 describe algunas iniciativas de organismos gubernamentales que buscan promover el cómputo ubicuo. La sección 5 presenta un caso de estudio de la utilización del aprendizaje ubicuo en la enseñanza de las matemáticas. Finalmente, la sección 6 presenta las conclusiones obtenidas de la presente investigación.

## **2. Antecedentes**

Esta sección define los conceptos de aprendizaje en línea personalizado (subsección 2.1), aprendizaje móvil (subsección 2.2) y aprendizaje ubicuo (subsección 2.3).

### **2.1. Aprendizaje en línea personalizado**

El *aprendizaje en línea* (*e-learning* en inglés) se define como la instrucción recibida en una computadora por medio de un CD-ROM, Internet o intranet. Clark y Mayer (2002: 10) afirman que el aprendizaje en línea puede ser síncrono o asíncrono. El aprendizaje en línea síncrono se realiza en tiempo real en un aula virtual y es conducido por el instructor. El asíncrono, por otra parte, está diseñado para que el individuo estudie a su propio paso. Ambos formatos permiten el uso de aprendizaje colaborativo tales como wikis, grupos de discusión y correo electrónico.

El aprendizaje en línea tradicional ofrece a todos los estudiantes el mismo servicio sin tomar en cuenta sus conocimientos previos, metas, habilidades de comunicación e intereses. Según Shute y Towle (2003) desde la década de los setentas se reconoció el impacto de las diferencias humanas en la educación. Es decir, que una instrucción unitalla no satisface a todos los estudiantes y es necesario buscar nuevos paradigmas de enseñanza tales como el aprendizaje en línea personalizado.

El *aprendizaje en línea personalizado* (*adaptive e-learning*) ofrece una solución a este problema mediante la adaptación a las necesidades particulares de cada estudiante. Más formalmente, el aprendizaje en línea personalizado se define como un sistema de enseñanza en línea

que “adapta la selección y presentación de contenidos de una manera individual al estudiante basándose en su nivel de estudios, sus necesidades, su estilo de aprendizaje, sus conocimientos previos y sus preferencias” (Tapia, 2007: 24).

## **2.2. Aprendizaje móvil**

El *aprendizaje móvil (m-learning)* es la adquisición de conocimiento por medio de alguna tecnología de cómputo móvil (Traxler, 2005). Por computadoras móviles se entiende teléfonos celulares, agendas personales digitales (PDAs), *netbooks*, *tablet PCs* y tal vez, dependiendo del tamaño, *laptops*.

Las diferencias del aprendizaje móvil con otros tipos de aprendizaje, en particular el aprendizaje en línea tradicional, se pueden estudiar desde dos puntos de vista: el tecnológico y el de la experiencia educacional. Respecto a la tecnología, el aprendizaje móvil se distingue por el uso de equipo portátil que permite al estudiante acceder los objetos de aprendizaje a cualquier hora y desde cualquier lugar. Con respecto a la experiencia educacional, Traxler (2007) compara el aprendizaje móvil y el aprendizaje en línea usando palabras clave. De esta forma, el aprendizaje móvil es “personal”, “espontáneo”, “oportunista”, “informal”, “ubicuo”, “privado”, “sensible al contexto”, “segmentado” y “portátil”, mientras que el aprendizaje en línea es “estructurado”, “multimedia”, “ancho de banda amplia”, “interactivo”, “inteligente” y “usable”. El mismo autor remarca que algunas de estas distinciones pueden desaparecer conforme la tecnología móvil avance, pero propiedades como informalidad, movilidad y contexto permanecerán.

## **2.3. Aprendizaje ubicuo**

El *aprendizaje ubicuo (u-learning)* es un sistema de aprendizaje en línea personalizado que permite al individuo estudiar a cualquier hora y en cualquier lado del mundo donde pueda llevar una computadora (Jones y Jo, 2004). En otras palabras, el aprendizaje ubicuo es la combinación del aprendizaje en línea personalizado con el aprendizaje móvil. Fraser

(2005), Ramón (2007) y Wheeler (2006) definen el aprendizaje ubicuo usando la fórmula: *aprendizaje ubicuo* = *aprendizaje en línea* + *aprendizaje móvil*. Para hacer énfasis en que el aprendizaje ubicuo involucra no el aprendizaje en línea tradicional, sino el aprendizaje en línea personalizado, preferimos usar la siguiente fórmula:

$$\text{APRENDIZAJE UBICUO} = \text{APRENDIZAJE EN LÍNEA} \\ \text{PERSONALIZADO} + \text{APRENDIZAJE MÓVIL}$$

Las ventajas del aprendizaje ubicuo son evidentes. Tiene las mismas que el aprendizaje en línea personalizado, es decir, permite a los alumnos seleccionar los objetivos de aprendizaje y aplicar su estilo de aprendizaje propio (Tapia *et al.*, 2005; Tapia, 2007; Tapia *et al.*, 2008). Además permite al estudiante utilizar cualquier plataforma a su alcance y situarse en casi cualquier parte del mundo. La principal desventaja, por el momento, es el alto costo relativo de los equipos y de la conexión, sobre todo en teléfonos celulares. Sin embargo, conforme la tecnología avanza es previsible que los precios se reduzcan.

### 3. Implementación de una plataforma de aprendizaje ubicuo

Para implementar una plataforma de aprendizaje ubicuo hemos identificado que se necesitan resolver varios problemas agrupados en dos áreas: infraestructura y *software*. En el área de infraestructura se debe contar con un servidor de Internet y equipo de cómputo, tanto de escritorio como portátil, con acceso a Internet. En el área de *software*, el diseño e implementación de una interface adaptativa plantea cuatro problemas principales: la creación del modelo del estudiante, la generación del contenido, la adaptación del contenido y la evaluación de la interface.

Consideramos que los problemas de infraestructura se pueden resolver mediante recursos financieros y algunas iniciativas oficiales en este rubro se presentan en la sección 4. Por otra parte, los problemas de *software* requieren especial atención puesto que su solución involucra aspectos de ciencias de la computación. Por ese motivo en esta sección detallaremos los mencionados problemas de *software*.

El modelo del estudiante captura información relevante sobre el estudiante, por ejemplo, el nivel de conocimientos previos, metas de aprendizaje, estilo de aprendizaje y tiempo disponible para el aprendizaje. El modelo debe realizar una evaluación inicial del estudiante, tanto de sus conocimientos en la materia de estudio como de sus habilidades informáticas, y luego evolucionar conforme estos conocimientos y habilidades cambian. Algunos problemas que identificamos para que el modelo funcione de manera adecuada son los siguientes: 1) el modelo debe aprender rápido para ser útil desde el primer momento, 2) el modelo debe trabajar con información incompleta, y posiblemente contradictoria, que reciba del estudiante y 3) el modelo debe poder evaluar los conocimientos y habilidades del estudiante para así poder evolucionar.

La generación del contenido consiste en producir una interface personalizada para cada estudiante con la capacidad de realizar tareas inteligentes, como búsquedas y recomendaciones, que redunden en un aprendizaje más efectivo por parte del alumno. Los problemas más importantes que hay que resolver son: 1) establecer un criterio de relevancia para ordenar los objetos de aprendizaje, 2) generar una trayectoria de aprendizaje de acuerdo a la meta del estudiante y el tiempo disponible para el estudio, 3) mantener una base de datos con los objetos de aprendizaje que el alumno haya encontrado relevantes con el fin de recomendarlos a otros estudiantes con metas semejantes y 4) descubrir y recomendar objetos de aprendizaje que puedan ser de interés para el alumno.

La adaptación del contenido implica cambiar la interface conforme evoluciona el conocimiento del estudiante y presentar una interface consistente en cualquier computadora sin importar el tamaño de la pantalla. Para lograr estos objetivos es necesario 1) contar con una base de datos con las capacidades (por ejemplo, tamaño de pantalla) de cada plataforma computacional y 2) adecuar el contenido a las capacidades de la computadora que esté siendo utilizada.

Finalmente, es necesario medir el desempeño de la interface adaptativa, lo que implica encontrar métricas que permitan cuantificar

el comportamiento de la interface adaptativa, comparar entre varias alternativas de diseño y evaluar la satisfacción del estudiante con la interface.

Un método para implementar una interface adaptativa es utilizar una *red bayesiana*. Neapolitan (2003: ix), define una red bayesiana como «una estructura gráfica para representar las relaciones probabilísticas entre un gran número de variables y hacer inferencia probabilística con esas variables.» Esa estructura gráfica es en forma de un grafo dirigido acíclico, donde los nodos representan los estados de las variables y los arcos se interpretan como relaciones causales (Charniak, 1991). Una vez establecidas las relaciones causales entre cada variable y sus padres, existen algoritmos establecidos para hacer inferencias. Charniak, (1991) y Russell y Norvig (2002) presentan una introducción a las redes bayesianas. Para un tratamiento más extenso, se puede consultar a Neapolitan (2003).

Las redes bayesianas han probado ser populares en aplicaciones de inteligencia artificial por su capacidad de representar relaciones causales y de razonar con incertidumbre. Charniak (1991) relata varias aplicaciones de las redes bayesianas a principios de la década de los noventa y escribe que “las redes bayesianas son para un gran segmento de la comunidad de incertidumbre en inteligencia artificial lo que la demostración con el teorema de resolución es para la comunidad de lógica en inteligencia artificial.” Neapolitan (2003: 649) presenta una lista mas moderna de aplicaciones de redes bayesianas en distintas disciplinas.

En aprendizaje ubicuo, las redes bayesianas también tienen aplicación. Tapia (2007) presenta un modelo basado en redes bayesianas para determinar el tipo de personalización del alumno, con el propósito de ofrecerle un plan que optimice su proceso de aprendizaje en línea. Conejo *et al.* (2001) utilizaron redes bayesianas para medir el conocimiento del alumno como parte de su diagnóstico. Bunt y Conati (2002) emplean redes bayesianas para definir un modelo del alumno capaz de detectar cuando el estudiante tiene problemas explorando y de ofrecer los tipos de evaluación que el sistema necesita para guiar y mejorar la exploración, por parte del alumno, del material de estudio.

#### **4. Iniciativas oficiales**

Como se mencionó en la Sección 3, el aprendizaje ubicuo requiere contar con equipo de cómputo con acceso a Internet a cualquier hora del día y desde cualquier lugar. Con esta idea, esta sección presenta las iniciativas más relevantes que caen en una de las dos siguientes áreas: facilitar equipo de cómputo o facilitar el acceso a Internet.

Dentro de la primera área, encontramos algunas organizaciones sin afán de lucro que promueven la política de “uno a uno” (una computadora por alumno). Dos de estos organismos que operan en Estados Unidos son el One-To-One Institute y AALF (*Anytime Anywhere Learning Foundation* – Fundación de aprendizaje a cualquier hora en cualquier lugar). La misión de One-To-One es “incrementar los logros del estudiante mediante el desarrollo de programas uno-a-uno centrados en el aprendizaje que involucren tecnología personal y portable” (One-to-One Institute, s.f.). La meta de AALF, por otro lado, es “asegurar que todos los niños tengan acceso a oportunidades ilimitadas de aprender a cualquier hora y donde sea” (Anytime Anywhere Learning Foundation, s.f.).

Dentro de la segunda área, la de facilitar el acceso a Internet, podemos destacar las políticas nacionales de dos gobiernos de Asia oriental: Japón y Corea del Sur llamadas, respectivamente, u-Japan y u-Korea. El objetivo de u-Japan es lograr para el año 2010 que “cualquiera pueda acceder y usar una red a cualquier hora, desde cualquier lugar y desde cualquier equipo” (u-Japan Police, s.f.). De manera semejante, la meta de u-Korea es “lograr la primera sociedad ubicua del mundo” (Ministry of Information and Communication, Republic of Korea, 2007).

#### **5. Caso de estudio: enseñanza de las matemáticas**

Son escasas las aplicaciones reportadas del aprendizaje ubicuo, tal y como se define en la Sección 2.3, a la enseñanza de las matemáticas. Esta situación contrasta con los reportes de aplicaciones en matemáticas del aprendizaje en línea (Gonçalvez y Kaldeich, 2007), del aprendizaje en línea personalizado (Panjawaranonda y Srivihok, 2005) y del

aprendizaje móvil utilizando calculadoras (Burrill *et al.*, 2002), PDAs (Dieterle y Dede, 2006) y teléfonos celulares (Yerushalmy y Ben-Zaken, 2004).

Dentro de este panorama destaca MoreMaths (Bull y Reid, 2004), un medio ambiente de aprendizaje diseñado para apoyar cursos universitarios de matemáticas. MoreMaths consta de dos componentes desarrollados en Java. Un componente corre en una computadora personal (PC) de escritorio, mientras que el otro corre en una PDA Compaq iPAQ. El aprendizaje toma lugar en la PC, donde el estudiante consulta el material de la clase y recibe retroalimentación personalizada. Después de esta interacción el estudiante puede llevarse en su PDA material a la medida para su posterior revisión. Una vez finalizada la revisión, el componente en la PC administra un examen sobre dicho material y actualiza el modelo del estudiante.

MoreMaths fue probado en un grupo piloto con 9 estudiantes, 8 de los cuales evaluaron la revisión individualizada en la PDA como “útil” o “muy útil”. Los autores concluyen que los sistemas combinados, computadora de escritorio y móvil, son potencialmente provechosos. Sin embargo, tienen la desventaja de que cada estudiante debe contar con los dos equipos.

## **6. Conclusiones**

El aprendizaje ubicuo beneficia a los estudiantes porque les permite estudiar a cualquier hora y en cualquier lugar de una manera personalizada e independiente de la plataforma utilizada. A pesar de estas ventajas no existen muchas implementaciones de plataformas de aprendizaje ubicuo y esto es notable en la enseñanza de las matemáticas, donde también resalta la falta de carencia de objetos de aprendizaje adecuados. Consideramos que esta carencia es debido al costo de la infraestructura necesaria. Sin embargo, es previsible que el costo de la tecnología se abarate con el tiempo.

Por último, dentro de nuestro trabajo futuro de investigación está investigar la aplicación de las redes bayesianas en la implementación

de una interface adaptativa en un ambiente de aprendizaje ubicuo y la creación de objetos de aprendizaje para la enseñanza de matemáticas y ciencias de la computación.

### (Footnotes)

<sup>8</sup> **Héctor Antonio Villa Martínez** es Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica, opción Computación por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (1989). Sus líneas de investigación son: Cómputo Científico, Visualización Científica y Aprendizaje Ubicuo (u-learning). Sus dos últimas publicaciones son “Manual de Prácticas del Laboratorio de Mecánica”, versiones del profesor y del alumno, editadas por la Universidad de Sonora, México. Correo electrónico: hvilla@gauss.mat.uson.mx

<sup>9</sup> **Francisco Javier Tapia Moreno** es Doctor en Tecnologías de la Información y sus Aplicaciones por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España (2007). Sus líneas de investigación son: Estadística Bayesiana, Redes Bayesianas y Optimización y Aprendizaje Ubicuo (u-learning). Sus dos últimos artículos son “Optimización del Proceso de Aprendizaje en Línea Personalizado usando Redes Bayesianas”. Congreso EDUQ2008 en Buenos Aires, Argentina y “Aprendizaje de la estadística a través de la simulación de variables aleatorias” en el XI Evento Internacional “MATECOMPU 2009” en Varadero, Cuba. Correo electrónico: ftapia@gauss.mat.uson.mx

<sup>10</sup> **Claudio Alfredo López Miranda** es Licenciado en Matemáticas por la Universidad de Sonora, México (1987). Maestro en Investigación de Operaciones por la UNAM (1995) y Doctor en Ciencias por CICESE (2006). Sus áreas incluyen el uso de nuevas tecnologías aplicada a la educación y minería de datos para investigación de mercados. Sus últimas publicaciones son en la International Journal on Emerging Technologies (iJET); y se presentó en Austria en la Int. Conference ICL'07 y en el evento MATECOMPU 2009 en Varadero, Cuba. Correo electrónico: claudio@gauss.mat.uson.mx

## REFERENCIAS

- Anytime Anywhere Learning Foundation (s.f.). [Página Web en línea].  
Disponible: <http://www.aalf.org/> [Consulta: 2009, Diciembre 10].
- Bull, S. y Reid, E. (2004). “Learning with Mobile Devices Research and Development”. En: *Individualised revision material for use on a handheld computer*, 35 – 42. Londres, Inglaterra: Learning and Skills Development Agency.
- Bunt, A. y Conati, C. (2002). “Probabilistic Student Modelling to Improve Exploratory Behaviour”. *Journal of User Modeling and User-Adapted Interaction*, 13, 3, 269 – 309.
- Burrill, G., Allison, J., Breaux, G., Kastberg, S., Leatham, K. y Sanchez, W. (2002). *Handheld Graphing Technology in Secondary Mathematics: Research Findings and Implications for Classroom Practice. Reporte Técnico CL2872*. Dallas, Estados Unidos: Texas Instruments.
- Charniak, E. (1991). “Bayesian networks without tears”. *AI Magazine*, Winter, 50–63.
- Clark, R. y Mayer, R. (2002). *e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. San Francisco, Estados Unidos: Pfeiffer.
- Conejo, R., Millán E., Pérez de la Cruz, J. L. y Trella, M. (2001). Modelado del alumno: un enfoque bayesiano. *Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 12, 50 – 58.
- Dieterle, E. y Dede, C. (2006). *Straightforward and Deep Effects of Wireless Handheld Devices for Teaching and Learning in University Settings* [Documento en línea]. Disponible: <http://gseacademic.harvard.edu/~hdul/ubicomp-in-ed-dieterle-dede-final.pdf> [Consulta: 2009, Diciembre 10].

Fraser, J. (2005). *u-Learning = e-Learning + m-Learning*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.infotech.monash.edu.au/promotion/coolcampus/workshop/3rdworkshop/walkaboutlearning.pdf> [Consulta: 2009, Diciembre 9].

Gonçalves, M. J. y Kaldeich, C. (2007). *E-Learning in the School: Applied to Teaching Mathematics in Portugal*. Proceedings of the 2007 Informing Science and IT Education Joint Conference, 23 – 47.

Jones, V. y Jo J. H. (2004). *Ubiquitous learning environment: An adaptive teaching system using ubiquitous technology*. Proceedings of the 21st ASCILITE Conference, 468 – 474.

Ministry of Information and Communication, Republic of Korea (2007). *u-Korea Master Plan: To Achieve the World First Ubiquitous Society* [Documento en línea]. Asian and Pacific Training Centre for Information and Communication Technology for Development. Disponible: <http://www.unapcict.org/ecohub/resources/u-korea> [Consulta: 2009, Diciembre 9].

Neapolitan, R. E. (2003). *Learning Bayesian Networks*. Englewood Cliffs, Estados Unidos: Prentice-Hall.

One-to-One Institute (s.f.). [Página Web en línea]. Disponible: <http://one-to-oneinstitute.org/> [Consulta: 2009, Diciembre 10].

Panjawaranonda, A. y Srivihok, A. (2005). *Individualized e-Learning System: Agent for Learning Mathematics in Primary Education in Thailand*. Proceedings of the Pacific Asia Conference on Information Systems, 1160 – 1167.

Ramón, O. (2007). *Del e-Learning al u-Learning: la liberación del aprendizaje* [Documento en línea]. Disponible: <http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/jsp/articulos/detalle.jsp?elem=5162>. [Consulta: 2009, Diciembre 9].

Russell, S. y Norvig, P. (2002). *Artificial Intelligence* (2a. ed.). Estados Unidos: Prentice-Hall.

- Shute, V. y Towle, B. (2003). “Adaptive E-Learning”. *Educational Psychologist*, 38, 2, 105 – 114.
- Tapia Moreno, F. J. (2007). *Modelo Bayesiano para la Optimización y Personalización del Proceso de Aprendizaje en Línea: Estudio Casuístico*. Tesis doctoral. Las Palmas de Gran Canaria, España. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Tapia, F., Galán, M., Ocón, A. y Rubio, E. (2005). *Using Bayesian Networks in the Global Adaptive e-Learning Process*. EUNIS 2005.
- Tapia, F. J., López, C.A., Galán, M. y Rubio, E. (2008). “Bayesian Model for Optimization Adaptive e-Learning Process”. *Journal of Emerging Technologies in Learning*, 3, 2, 38 – 52.
- Traxler, J. (2005). “Defining mobile learning”. *International Conference Mobile Learning 2005*. Malta. 261 – 266.
- Traxler J. (2007). “Defining, Discussing, and Evaluating Mobile Learning: The moving finger writes and having writ...”. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8, 2, 1 – 12.
- u-Japan Police (s.f.). [Página Web en línea]. Disponible: [http://www.soumu.go.jp/menu\\_seisaku/ict/u-japan\\_en/index.html](http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ict/u-japan_en/index.html) [Consulta: 2009, Diciembre 10].
- Wheeler, S. (2006). *U-Learning: Education for a Mobile Generation* [Documento en línea]. Disponible: <http://www2.plymouth.ac.uk/distancelearning/U-Learning.ppt>. [Consulta: 2010, Enero 6].
- Yerushalmy, M. y Ben-Zaken, O. (2004). *Mobile phones in Education: the case of mathematics* [Documento en línea]. Disponible: <http://construct.haifa.ac.il/~michalyr/celularreport.pdf> [Consulta: 2009, Diciembre 10].

|

|