

●Marcus Specht, Bernardo Tabuenca, Stefaan Ternier.  
(Netherlands)

# Tendencias del aprendizaje ubicuo en el internet de las cosas

Ubiquitous learning trends in the internet of  
things

## RESUMEN

Las tecnologías ubicuas y el Internet de las Cosas han sido identificados en varios reportes como tendencias a asimilar en los próximos años. El aprendizaje ubicuo es beneficiario directo de la rápida incorporación de los dispositivos móviles en tareas diarias de aprendizaje. Los dispositivos móviles están equipados con diferentes herramientas que proveen de buen soporte al estudiante permanente en su educación formal, informal y/o profesional. Este artículo presenta la evolución de las tecnologías ubicuas y el Internet de las Cosas en la última década. Se describe un modelo de representación de ecologías de aprendizaje ubicuo combinando mundo físico y digital. Se describen tecnologías relevantes y casos de aplicabilidad enfocando en el estudiante permanente como sujeto activo y en los dispositivos móviles como herramienta de aprendizaje. Finalmente, se presentan los resultados de una encuesta realizada a los directores de 21 repositorios de contenidos acerca de sus intenciones de soporte a tecnologías móviles en los próximos años.

## ABSTRACT

Ubiquitous technologies and the Internet of Things have been identified in several reports as tendencies to assimilate in the coming years. The ubiquitous learning is the direct beneficiary of the rapid incorporation of mobile learning into daily tasks. Mobile devices are equipped with different tools that provide good support to the student standing in formal, informal and / or professional. This paper presents the development of ubiquitous technologies and the Internet of Things in the past decade. We describe a representation model of ubiquitous learning ecologies combining physical and digital world. Relevant technologies are described and cases focusing on applicability lifelong learner as an active and on mobile devices as a learning tool. Finally, we present the results of a survey of 21 principals content repositories about their intentions to support mobile technologies in the coming years.

## PALABRAS CLAVE / KEYWORDS

Tecnologías ubicuas, Internet, Dispositivos móviles, Aprendizaje ubicuo, Herramienta de aprendizaje, Tecnologías móviles.  
Ubiquitous technologies, Internet, Mobile devices, Ubiquitous learning, Learning tool, Mobile technologies.

## 1. Introducción

Uno de los desafíos más críticos para la aplicación del aprendizaje permanente es integrar las actividades cotidianas del mundo real en el mismo proceso de aprendizaje. La comisión europea para la educación define aprendizaje permanente como: "Toda actividad de aprendizaje integrada en tareas de la vida cotidiana, llevada a cabo con el objetivo de mejorar conocimientos, habilidades y competencias, desde una perspectiva personal, social y/o relacionada con el empleo" (European, 2005). En este trabajo definiremos estudiante de formación permanente como una persona en edad adulta y con una predisposición intrínseca para efectuar tareas de aprendizaje formal, informal y/o no-formal. El estudiante de formación permanente está interesado en la adquisición de conocimientos y habilidades en cualquier lugar, para poner en práctica ciertas actitudes vocacionales o habilidades específicas.

Los dispositivos móviles desempeñan un papel esencial para que el estudiante pueda aprovechar oportunidades de aprendizaje en su entorno. Los dispositivos móviles no sólo favorecen la interacción con personas, también favorecen el andamiaje de ecologías ubicuas de aprendizaje con objetos físicos. Cada vez más, los dispositivos móviles vienen equipados con herramientas como lectores NFC, lectores de códigos visuales o aplicaciones de reconocimiento de texto o imagen que favorecen nuevas formas interacción y enriquecimiento de los objetos físicos de nuestro entorno. La adecuada combinación de dispositivo móvil, contenido, y la predisposición para aprender en el estudiante, son claves para que este pueda crear ecologías de aprendizaje sin esfuerzo.

El Internet de las Cosas se ha convertido en el medio más rápido para conectar objetos físicos e información digital. Cualquier objeto físico localizado en el rincón más remoto puede ser accedido y llevar un seguimiento continuado de él si este se encuentra en el radio de acción de una red de internet, y tiene asignado un identificador único dentro de ella. Asimismo, los objetos físicos que no forman parte Internet, son fácilmente enriquecidos con contenidos multimedia mediante el etiquetado con marcadores (códigos QR, códigos de barras, etiquetas NFC, etiquetas RFID, etc.). Los teléfonos inteligentes (smartphones) permiten escanear códigos y etiquetas, interpretar la información contenida en ellos, y servir un contenido asociado que pueda estar alojado en un servicio de internet o en el propio teléfono. En este artículo, definiremos Objeto Inteligente de Aprendizaje (OIA) como aquel objeto cuyo aspecto y funcionalidad original no se ve alterado por estar aumentados con etiquetas, códigos y/o estar identificado dentro de la red de internet, con el propósito de poder ser integrado en una actividad de aprendizaje.

### Tendencias

Desde que Weiser (1991) definiera por primera vez el aprendizaje ubicuo, han sido muchos los autores que han investigado sobre la visión un aprendizaje ubicuo soportado por tecnologías móviles. Este concepto de aprendizaje lleva el contexto educativo más allá de las paredes del aula tradicional. El aprendizaje sucede en cualquier parte y en cualquier momento a lo largo de la vida, esto es, no sólo en el periodo inicial de la vida en el que se estudia tradicionalmente. El aprendizaje ubicuo se produce en un contexto en el que el estudiante permanente interactúa con OIAs inherentes en los espacios inteligentes de una forma natural y sin esfuerzo.

El advenimiento de tecnologías sin fricción como NFC en dispositivos móviles están facilitando este tipo de interacciones entre nosotros y los objetos que nos rodean en actividades cotidianas. Este paradigma implica la posibilidad de una interacción más natural entre un usuario y un OIA, con el objetivo final de que el usuario ni siquiera se dará cuenta de estar interactuando con un sistema (Kwok et al., 2011) en lo que a esfuerzo de interacción tecnológica se refiere.

La tendencia en los últimos años en el contexto de la ubicuidad con dispositivos móviles ha sido reportado en el trabajo de Martin et al. (2011). Este trabajo resume gráficamente (Ver Figura 2) los reportes anuales de Horizon<sup>(1)</sup> entre 2004 y 2010, y agrupa conceptos referentes a diferentes tendencias, entre ellos los conceptos sobre ubicuidad computacional: interfaces multimodales; computación contextual; realidad aumentada; visua-

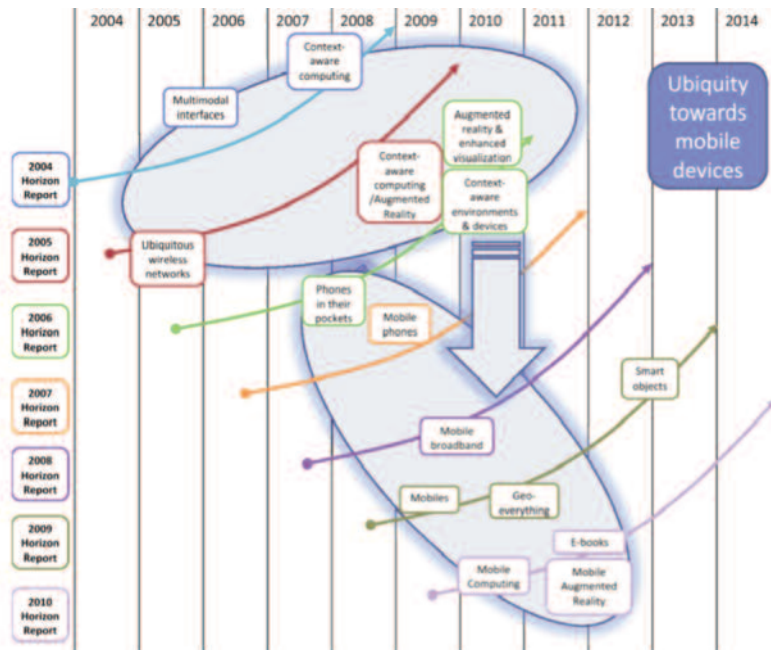


Figura 1. Las tecnologías móviles y ubicuas tendrán un impacto en la educación en los próximos años. Fuente: Horizon Reports 2004 a 2010. Martin et al. (2011)

lización aumentada; entornos y dispositivos contextualizados, dispositivos móviles, objetos inteligentes, realidad aumentada móvil; ancho de banda móvil; redes wi-fi ubicuas; libros electrónicos. Efectivamente la ubicuidad computacional no es una tecnología nueva sino que lleva años de desarrollo que en la última década se ven impulsados por la proliferación redes inalámbricas y teléfonos inteligentes.

El término “Internet de las cosas” (“Internet of Things”, IoT) fue forjado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) a finales de los años 90. La Comisión Europea define Internet de las Cosas como “Objetos que tienen identidad y personalidad virtual, y que funcionan en espacios inteligentes haciendo uso de interfaces inteligentes para conectar y comunicarse dentro de un contexto social, del usuario y de su entorno” (European, 2008). El término Internet de las cosas suele venir asociado con conceptos como “ubiquitous computing”, “ubiquitous network” o “pervasive computing”. En este artículo tratamos el Internet de las Cosas desde su asociación con el aprendizaje ubicuo.

El número de dispositivos con conexión a Internet en el mundo está alrededor de los 10.000 millones en el año 2012 (IMS, 2012). La ampliación del rango de direcciones IP a su versión IPv6 ha habilitado un campo mas amplio de asignación de identificadores a cualquier objeto que sea interesante hacer un seguimiento. Algunos ejemplos son: los autobuses equipados con GPS con el fin de realizar una estimación más fina sobre su hora de paso en las estaciones; los sensores meteorológicos (temperatura, lluvia, etc.) en los campos de cultivo que permiten activar el sistema de riego cuando se sobrepasen ciertos límites de humedad en el terreno; enchufes con medidores de energía por electrodoméstico; frigoríficos inteligentes que llevan el control de la caducidad de los alimentos y de las calorías que llevamos consumidas en un día. La creciente proliferación de servicios basados en internet (cloud services) ofrece una solución viable para integrar estos componentes en iniciativas de aprendizaje ubicuo. El hecho de que cualquier objeto pueda estar registrando información acerca de su contexto, y que esta pueda ser accedida a través de internet, facilitan una interesante vía hacia la construcción de ecologías de aprendizaje.

### Hacia la construcción de ecologías de aprendizaje ubicuo

La tecnología está habilitando nuevas interacciones entre nosotros y objetos de nuestro entorno. Este rango

de tecnologías abarca desde las más populares como los dispositivos móviles y redes sociales hasta las menos populares como los centenares de mini sensores colocados para ubicar cabezas de ganado, o los sensores en un campo de cultivo. El estudiante permanente deben seleccionar cuales de estos recursos son interesantes para la construcción de sus ecologías de aprendizaje.

Los autores de este artículo describen el aprendizaje ubicuo como un proceso en el que el estudiante permanente hace uso de sus dispositivos móviles para acceder a contenidos educativos, e interactúa con OIA integrados en actividades cotidianas. Este modelo de aprendizaje ubicuo se representa en la figura 2a. El estudiante permanente se encuentra en continuo movimiento en el mundo físico. Buena parte de los contenidos educativos, son distribuidos en formato digital. Los interfaces del mundo físico son etiquetas, códigos bidimensionales, GPS, cámaras, etcétera, que permiten mapear índices (identificadores, coordenadas, reconocimiento de texto, reconocimiento de voz, texto de los códigos bidimensionales, códigos NFC) a contenidos educativos. El estudiante permanente encuentra en su teléfono móvil al mejor socio para acceder a recursos digitales en cualquier momento y en cualquier sitio. Los repositorios de contenidos educativos deben ofrecer interfaces que habiliten el acceso a estos recursos mediante dispositivos móviles.

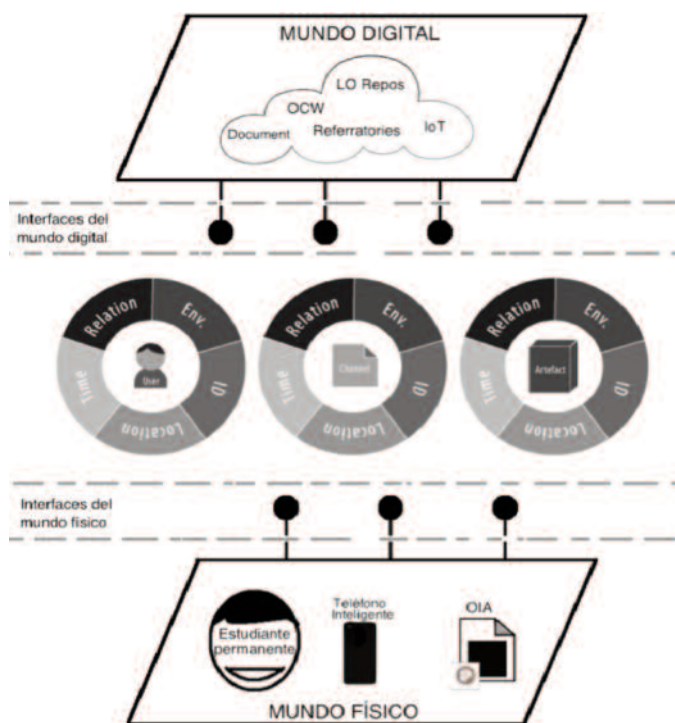


Figura 2a. Aprendizaje ubicuo. Enlazando mundos físico y digital.

El pegamento que permite enlazar interfaces del mundo físico con los interfaces del mundo digital viene definido por el contexto móvil. El contexto del aprendizaje con tecnología móvil es descrito por De Jong, Specht y Koper (2008) en el que se identifican sus cinco dimensiones. El modelo AICHE aborda estas dimensiones (ubicación, identidad, tiempo, relación, entorno) para combinarlas y aplicarlas a usuario, canales y artefactos (Specht, 2009).

La figura 3 ilustra una instancia de aprendizaje ubicuo en el que el usuario escanea un código QR incrustado en la página de un libro acerca de la obra de J.S. Bach, para enriquecerlo con un contenido multimedia asociado. El "User" representa al estudiante, el "Artefact" representa al código impreso en el libro, y los "Channel" representan al dispositivo móvil que mediante el identificador escaneado accede al contenido albergado en un repositorio multimedia, para reproducir el audio del compositor.



Figura 2b. Modelo AICHE. Una instancia de aprendizaje ubicuo. Specht (2009).

### El mundo físico

Los estudiantes se enfrentan a una amplia variedad de actividades que tienen que gestionar cada día. En la mayoría de los casos tienen que combinar la vida cotidiana, con el aprendizaje y el trabajo a lo largo del día. Los patrones de aprendizaje son importantes para el apoyo a estudiantes de formación continua y sus prácticas diarias. El reciente trabajo de (Tabuenca, Ternier & Specht, 2013) analiza actividades diarias de aprendizaje en estudiantes de formación permanente y reconoce patrones con el fin de arrojar luz sobre nuevas maneras de soporte con tecnología en diferentes espacios físicos. Son conclusiones relevantes para este artículo las siguientes:

- Las personas que poseen un teléfono inteligente reportaron estar más constantemente motivados a aprender durante el día que los usuarios que no lo tienen.
- Los individuos que poseen teléfono inteligente lo utilizan más constantemente durante toda la semana que los no-usuarios de Smartphone.
- Las actividades de aprendizaje asociadas a la acción de “escuchar” contenidos son más compatibles con cualquier actividad en multitarea. “Escuchar” es también la actividad de aprendizaje en la que adultos invierten más tiempo y en intervalos de tiempo más largo durante el día.
- Existe una asociación entre la actividad de aprendizaje que se realiza (leer, escuchar, escribir o ver) y el lugar concreto donde se lleva a cabo. Algunos patrones se encontraron en la manera de interactuar con dispositivos móviles dependiendo de la habitación donde se encontraban las personas. Los participantes estaban más dispuestos a realizar cualquier tipo de actividad con sus dispositivos móviles mientras están en la sala de estar o en la sala de trabajo-dormir. Sin embargo, los participantes informaron que la cocina y el baño eran lugares donde mayormente se realizan actividades de aprendizaje mediante la "escucha" de contenidos.
- Las actividades de aprendizaje se realizan principalmente cuando no estamos en movimiento. La "lectura" y "escribir" son actividades de aprendizaje que en su mayoría tienen lugar sentado (sofá, escritorio, tren, autobús y aseo) o acostado en algún lugar (cama). Sentado en el sofá es el lugar concreto donde adultos reportaron la mayor aceptación al realizar cualquier actividad de aprendizaje. Sin embargo, la actividad de aprendizaje "escuchar" toma parte más uniformemente en las diferentes ubicaciones e integrado en diferentes actividades diarias.

El estudiante permanente debe ser capaz de explorar y explotar los recursos de sus dispositivos para hacer el mejor uso de las oportunidades de aprendizaje latentes en los espacios inteligentes que están invadiendo nuestra actividad cotidiana.

### Interfaces del mundo físico

La tecnología permite una mayor interacción entre nosotros y los elementos de los recursos de nuestro entorno. El advenimiento de las tecnologías móviles ha impulsado nuevas formas de interacción, y nos ofrecen una mayor capacidad para recoger datos del mundo mediante la recuperación de la información suministrada por los objetos del mundo físico.

Las herramientas que nos proveen los dispositivos móviles (aplicaciones, cámara, micrófono, ancho de banda, GPS, lector NFC, etc.), amplían el número de oportunidades para construir iniciativas educativas e integrarlas en actividades de la vida cotidiana del estudiante de formación permanente.



Figura 3. La navaja suiza del aprendizaje ubicuo.

En esta sección se presenta una descripción de las tecnologías ubicuas al alcance del estudiante permanente gracias a los teléfonos inteligentes y cómo estas características pueden apoyar la construcción de actividades concretas de aprendizaje. Estos casos de aplicación son agrupados por utilidad del teléfono cual navaja suiza del aprendizaje ubicuo se tratara.

#### *Códigos BiDi*

Los códigos bidimensionales proporcionan un procedimiento sencillo y barato a la hora de enriquecer espacios físicos. El método para aumentar objetos físicos con códigos BiDi consiste en posicionar un código visual sobre estos de modo que cuando el código es escaneado con el teléfono, una información extra (audio, vídeo, descripción de texto, lo que provocó la pregunta) es mostrada al usuario. Los códigos QR (Quick Response) y los códigos de barras son ejemplos de códigos BiDi. Asimismo y como consecuencia de la popularidad de estos códigos en los últimos años, también se ha visto incrementado el número de portales<sup>(2)</sup> que ofrecen libre de codificación/decodificación de textos a códigos BiDi. Además, cualquier aplicación móvil en los mercados de AppStore, Google Play, Blackberry, etc., ofrece aplicaciones gratuitas traducción de este tipo de códigos. El creciente desarrollo de aplicaciones equipadas con BiDi características lectores en los últimos años, se debe a la liberación gratuita de las bibliotecas en diferentes lenguajes de programación. ZXing<sup>(3)</sup> para Android-Java, Symbian, cpp, y, JsQR<sup>(4)</sup> para Javascript son ejemplos populares de bibliotecas gratuitas en distintos lenguajes de programación. El trabajo de Chen, Teng & Lee (2010) presenta un caso de estudio enriqueciendo libros de texto con contenidos multimedia almacenados en su propio repositorio de aprendizaje. El procedimiento utilizado consiste en posicionar un código QR al lado del texto que se pretende enriquecer.

#### *Reconocimiento de imagen*

La cámara del teléfono móvil ha sido utilizada en experimentos con el objeto de reconocer imágenes y lanzar un contenido acorde (Han, Yang y Jung, 2007). De forma similar y mediante realidad aumentada, Santana-Mancilla, García-Ruiz, Acosta-Díaz y Juárez, (2012) implementaron un iniciativa en el que se aumentan con contenidos multimedia las imágenes existentes en los libros de texto.

#### *Reconocimiento de texto*

De manera análoga pero reconociendo un marcador de texto es el experimento de Chao y Chen (2009).

Los marcadores son identificadores de texto impresos que pueden ser leídos y seguidos por un ordenador fácilmente. Algunas aplicaciones como Google Goggles<sup>(5)</sup> unen reconocimiento BiDi, texto y de imágenes para devolver los resultados de la consulta en su motor de búsqueda. Sin embargo, este portal no está ofreciendo un interfaz de programación de aplicaciones (API) abierta que permite la personalización de los contenidos con fines educativos.

#### *Reconocimiento del habla*

Cada vez más, los móviles están equipados con utilidades para realizar la traducción de palabras habladas a texto. Siri<sup>(6)</sup>, Nina<sup>(7)</sup>, Cloe<sup>(8)</sup>, Vita<sup>(9)</sup> o Sherpa<sup>(10)</sup> son algunos de las últimas incorporaciones a los mercados de aplicaciones de Apple y Android. Este componente representa una oportunidad de direccionamiento de contenidos mediante dispositivos móviles. Asimismo, también puede utilizarse para generar contenidos o responder a preguntas de texto libre de forma más rápida y sin tener que utilizar el teclado.

#### *Sistema de Posicionamiento Global*

El GPS proporciona las coordenadas de localización y hora actual en todas las condiciones climáticas. La ubicuidad de los receptores GPS en los dispositivos móviles hace que esta tecnología sea muy popular, sin embargo, tienen un alto consumo de batería. El GPS se ha utilizado con fines de aprendizaje sobre todo en el campo de excursiones educativas. ARLearn (Ternier et al., 2012) es una suite de herramientas para los educadores y los alumnos para darles soporte en diferentes fases y actividades de una excursión. Los estudiantes pueden utilizar la aplicación ARLearn para explorar y realizar anotaciones en el mundo real, en tanto que profesor puede monitorizar su progreso y su ubicación en tiempo real. Los experimentos con este conjunto de herramientas pusieron a la vista limitaciones de cobertura a la hora de implementar iniciativas educativas en ciudades con edificios altos y calles estrechas (ver ejemplo de Florencia figura 3).



Figura 4. ARLearn, un toolkit para la implementación de escenarios educativos.

#### *Brújula*

Muchos teléfonos inteligentes hoy en día están equipados con magnetómetro y aplicaciones que sirven de brújula. La proliferación de las brújulas en los teléfonos móviles se desató en el año 2009 como consecuencia del descenso drástico en el precio de los magnetómetros de tres ejes (por debajo de \$1). La brújula ha sido utilizada en escenarios educativos de realidad aumentada para versiones anteriores de ARLearn (Ternier et al. 2012), en el que se lleva a cabo un uso práctico de la brújula donde los alumnos recogen información relevante guiados por la orientación servida por su dispositivo móvil.

#### *Infrarrojos*

Los museos son escenarios habituales a la hora de implementar iniciativas ubicuas de aprendizaje. El trabajo de Emmanouilidis et al. (2012) clasifica estos casos prácticos.

Los infrarrojos han sido utilizados en diferentes experimentos para la entrega de contenidos contextualiza-

dos en museos. Oppermann y Specht (1999) realizaron el primer experimento relevante utilizando infrarrojos para la identificación de la ubicación y servir contenidos de audio acorde al contexto en el que se encuentra el estudiante.

#### *Identificación por radio frecuencia*

La interacción con objetos del mundo físico mediante radiofrecuencia (RFID o NFC) se caracteriza por ser intuitiva y natural (natural interfaces). Near Field Communication (NFC) es una extensión de la tecnología RFID. RFID es capaz de aceptar y transmitir información más allá de unos pocos metros, mientras que NFC se limita a una distancia de cuatro pulgadas. El primer teléfono inteligente<sup>(11)</sup> equipado con lector NFC salió al mercado en el año 2007. En este tiempo la proliferación de estas características ha ido creciendo hasta el punto en el que algunas estadísticas<sup>(12)</sup> indican que uno de cada cinco teléfonos inteligentes estará equipado con lector NFC en 2014. El trabajo de Kuflik et al., (2011) presenta cómo utilizar esta tecnología en un museo para personalizar los contenidos mostrados al usuario en función de su interés. También recientemente, esta tecnología ha sido experimentada en contextos de educación formales (Pérez-Sanagustín et al., 2012). En este caso, los estudiantes exploraban una serie de etiquetas NFC distribuidas en diferentes lugares para acceder a sus contenidos de audio, video o imagen.

#### Mundo digital

La computación en la nube (cloud computing) libera al usuario final de pensar sobre el almacenamiento y el acceso a datos y servicios. Rao, Sasidhar y Satyendra Kumar (2010) enumeran las futuras ventajas de utilizar servicios en la nube mediante el aprendizaje móvil: costes, flexibilidad y accesibilidad. Los servicios de hoy en día nos permiten disponer de nuestra información distribuida, actualizada y accesible desde diferentes dispositivos. Las redes sociales han impulsado el uso web de este tipo de medios de comunicación, como fotos, vídeos, calendarios, documentos o notas. La computación en la nube permite el acceso a información personal con solo disponer de una conexión de red y sincronizar a través de una variedad de terminales móviles o el propio ordenador tradicional. Esta tendencia está claramente relacionada con el acceso transparente y ubicuo a la información. Su uso en escenarios educativos es limitado hasta ahora. La nube no solo ofrece un gran potencial para garantizar el acceso a los recursos e información importante como los datos de perfil del estudiante (por ejemplo, conocimientos previos, preferencias), sino también información relacionada con el proceso o vías de aprendizaje definidas por niveles.

La sección anterior describe qué utilidades de los dispositivos móviles facilitan el acceso ubicuo a contenidos educativos. Buena parte de los recursos educativos se encuentran alojados en repositorios de contenido. Los contenidos son tanto mas accesibles cuando se encuentran alojados en repositorios que proveen interfaces apropiados para ser localizados y consumidos en dispositivos móviles.

Esta sección presenta los resultados de una encuesta realizada sobre 23 repositorios de contenidos sobre su soporte móvil en el segundo y tercer trimestre del año 2012. Actualmente, estos repositorios albergan más de 1.583.000 recursos educativos y son partners del proyecto europeo Open Discovery Space<sup>(13)</sup>. Esta cifra de contenidos es una aproximación ya que algunos podrían estar albergados en más de un único repositorio. El objetivo de esta encuesta es el de inspeccionar qué soporte están dando los repositorios de contenidos para el acceso ubicuo desde dispositivos móviles, qué herramientas valoran más y cuáles son sus intenciones de futuro.

#### *Participantes*

La Tabla 1 lista los repositorios de contenidos, colecciones, y federaciones participantes en la encuesta.



Repositorio de contenidos	Ámbito	Escala
<a href="#">ARIADNE federation</a>	Internacional, profesores & estudiantes	~1,000,000 recursos educativos
<a href="#">Open Ciencias Resources repository</a>	Europeo, ciencias, profesores	~1,200 contenidos educativos
<a href="#">eduTubeplus video library</a>	Europeo, profesores & estudiantes	~5,000 recursos educativos video
<a href="#">COSMOS repository</a>	Internacional, ciencias, profesores	~100,000 contenidos educativos
<a href="#">I2G Intergeo repository</a>	Europeo, matemáticas, profesores & estudiantes	~3,500 recursos educativos
<a href="#">Key2Nature's Dryades repositories</a>	Europeo, biología, profesores & estudiantes	~400 proyectos en escuelas ~86,000 contenidos educativos
<a href="#">OpenScout federation</a>	Internacional, profesores & estudiantes	~ 53,000 recursos educativos
<a href="#">SIVECO's ASPECT repository</a>	Rumania, profesores	~1600 objetos de aprendizaje
<a href="#">EUNecole® Educational Content Repository</a>	Europeo, profesores & estudiantes	> 1,500 recursos educativos
<a href="#">LaProf educational content repository</a>	Europeo, idiomas, profesores & estudiantes	~800 recursos educativos
<a href="#">Miksike's LeFo repository</a>	Estonia, Lituania & Letonia, profesores,	~50,000 recursos educativos
<a href="#">Bulgarian national educational repository</a>	Bulgaria, profesores & estudiantes	~3,500 recursos educativos
<a href="#">Virtual Bulgaria educational portal repository</a>	Bulgaria, profesores, estudiantes	~7,000 recursos multimedia
<a href="#">Znam.bg collection</a>	Bulgaria profesores, estudiantes	~100,000 contenidos educativos ~15,000 visitas únicas al mes ~180 cursos online
<a href="#">BMU collection of eLearning content (including Diniš school repository)</a>	Serbia profesores & estudiantes	~180 cursos online
<a href="#">Croatian national school repository</a>	Croacia, profesores & estudiantes	~2,700 recursos educativos
<a href="#">Greek national school repository</a>	Grecia, profesores & estudiantes	~miles de recursos educativos
<a href="#">Bildung.at repository</a>	Austria, profesores	~500 recursos educativos
<a href="#">LMS.at repository</a>	Austria, profesores	~10,000 cursos, incluyendo >100,000 recursos educativos
<a href="#">Ambjørn's Naeye math repository</a>	Matemáticas, profesores	~300 of recursos educativos
<a href="#">Open Educational Resources Commons (OERCommons.org)</a>	Internacional, profesores	~70,000 recursos educativos

Tabla 1: Repositorios de contenidos participantes en la encuesta

### Método

Este cuestionario tiene como objetivo recoger información acerca de la accesibilidad de los contenidos albergados en repositorios de contenidos desde dispositivos móviles, potenciales aplicaciones móviles, y funcionalidades desde el punto de vista de los directores de los repositorios de contenidos. Los directores de los repositorios de contenidos recibieron un correo electrónico en el que se les propone responder seis preguntas acerca de la usabilidad móvil de sus repositorios. Además se incluyeron instrucciones para completarlo y definiciones sobre los principales conceptos utilizados en el cuestionario. Las respuestas fueron analizadas obteniendo los siguientes resultados.

### Resultados

Esta sección presenta los resultados del análisis realizado sobre las respuestas de los directores de los repositorios de contenidos.

#### ¿Está preparado su repositorio para ser accedido desde diferentes dispositivos móviles?

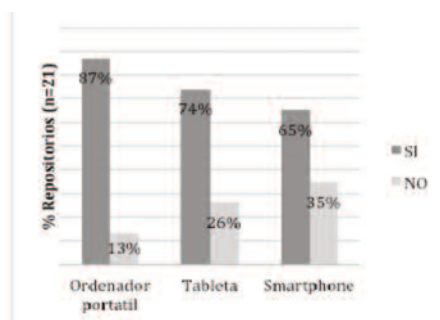


Figura 5

Como se muestra en la figura 5, la mayoría de los repositorios (87%) pueden ser accedidos desde ordenadores portátiles. Las tabletas quedan en segundo lugar ya que pueden acceder al 74% de los repositorios. El 65% de los repositorios puede ser accedido desde un teléfono inteligente. Más de la mitad de los repositorios puede ser accedido desde todos los dispositivos móviles incluyendo ordenadores portátiles, tabletas y smartphones.

#### ¿Ha considerado proveer una aplicación móvil para acceder los contenidos de su repositorio?

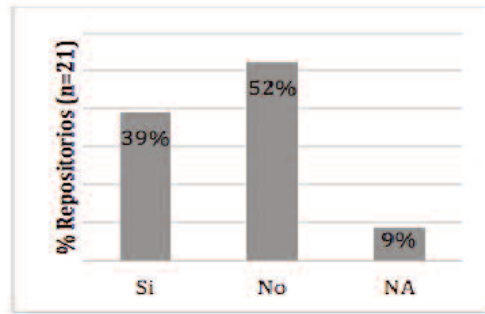


Figura 6

La figura 8 muestra que casi el 40% de los repositorios ha considerado la opción de ofrecer una aplicación móvil para habilitar el acceso a sus contenidos desde dispositivos móviles. El 52% restante no considera ofrecer una aplicación móvil.

#### ¿Conoce alguna aplicación móvil apropiada para acceder contenidos en repositorios?

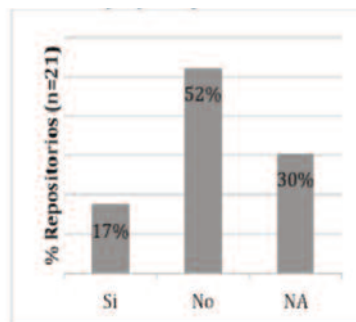


Figura 7

A pesar de que la mayoría de los repositorios ha reportado que una aplicación incrementaría la tasa de accesos a sus repositorio como muestran los resultados, solo el 17% de ellos conoce una aplicación apropiada para acceder los contenidos en repositorios, y más de un 50% de ellos no tiene idea de qué aplicación podría ser apropiada.

#### ¿Cree que una aplicación móvil incrementaría la tasa de accesos a su repositorio?

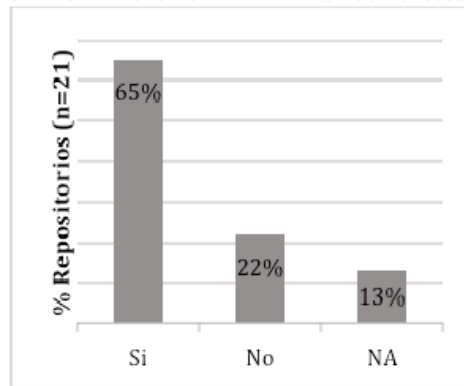


Figura 8

Más de un 65% de los repositorios ha reportado que disponer de una aplicación móvil incrementaría la tasa de accesos a su repositorio. Como muestra la figura, el 22% cree que no las incrementaría.

**¿Consideraría proveer un interfaz de aplicación (API) para acceder a los contenidos de su repositorio desde otros sitios web y aplicaciones móviles?**

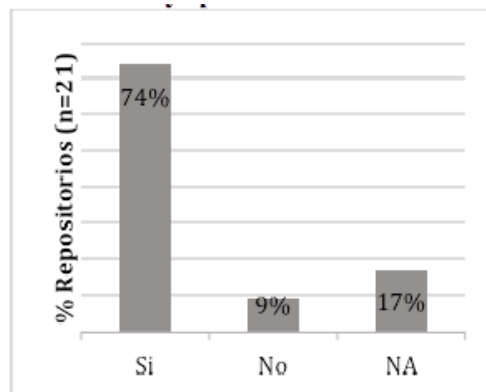


Figura 9

Esta figura ilustra que el 74% de los repositorios ha reportado que consideraría proveer un interfaz de aplicación (API) para acceder a sus contenidos desde otras aplicaciones. Sólo el 9% de los repositorios considera que un API incrementaría el número de accesos.

**¿Qué herramientas considera beneficiosas para el acceso a repositorios de contenidos?**

La figura 10 muestra que como media, el 60% de los repositorios ha reportado que el “ranking de contenidos”, “las redes sociales” y el “almacenamiento en la nube” como las funcionalidades más beneficiosas. Además, más del 30% de los repositorios ha reportado estar de acuerdo en que las siguientes funcionalidades beneficiarían el acceso a sus repositorios: “servicios basados en la localización”, “realidad aumentada”, “servicios de lectura”, “ayuda”, “control de versiones”, “búsqueda mediante servicios de voz” y “representación mediante esquemas”.

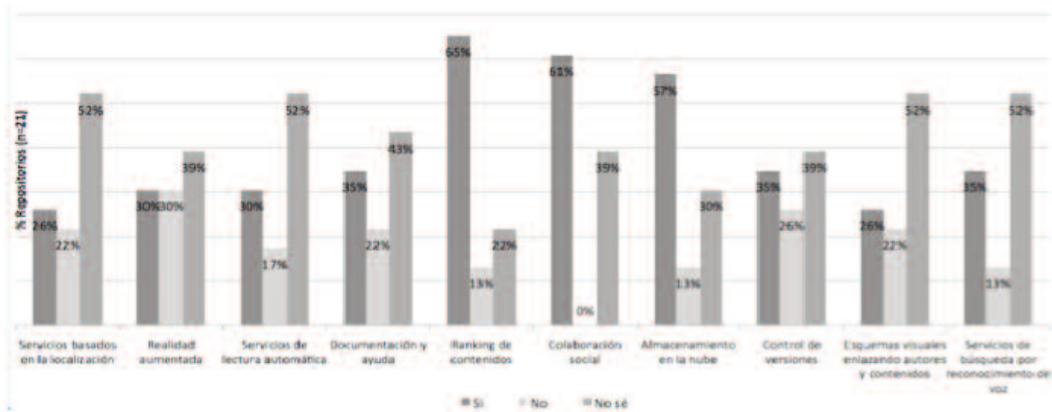


Figure 10

### Interfaces del mundo digital

#### APPS

MIT OCW y Khan Academy son los repositorios de contenidos con mayor número de aplicaciones en los diferentes mercados de Apple y Android.

El movimiento OpenCourseWare (OCW) se inició en Tübingen (Alemania) pero finalmente se puso en marcha en el Massachusetts Institute of Technology (MIT). OCW MIT es una publicación abierta basada en una web con todos los cursos y los contenidos que se imparten en el MIT. Esta iniciativa ha sido ampliamente extendida a varias universidades de todo el mundo. MIT OCW ha lanzado una aplicación para el iPhone en febrero de 2011 que permite acceder a los vídeos OCW almacenados en iTunes. Su experiencia de aprendizaje social hace de esta aplicación diferente de otras existentes en el mercado. Esta aplicación incluye un espacio virtual llamado "classmates" (compañeros) dónde los estudiantes pueden intercambiar conclusiones con sus colegas de clase.

Khan Academy es un sitio web que proporciona una colección on-line gratuita de más de 3.500 tutoriales en vídeo almacenados en YouTube de una amplia gama de temas educativos. Khan Academy tiene una mayor tasa de vídeos vistos en comparación con OCW del MIT.



Figura 11

## APIS

Los interfaces de aplicación son un camino esencial hacia el intercambio de contenidos en el paradigma de aprendizaje ubicuo. Actualmente existen dos iniciativas principales ofreciendo APIS abiertos para el direccionamiento de contenidos mediante las utilidades enumeradas más arriba en el apartado de “interfaces del mundo físico”.

OCWsearch<sup>(14)</sup> ofrece un motor de búsqueda con un API basado en JSON que permite acceder a los contenidos de diferentes universidades internacionales que ofrecen sus contenidos abiertamente (MIT, Stanford Engineering Everywhere, Open University LearningSpace, University of Massachusetts, Universidad Politécnica de Madrid, School of Public Health at Johns Hopkins, Notre Dame, Delft University of Technology, Yale University). Este API permite la búsqueda de contenidos con una simple consulta de http. Por ejemplo, en el caso de que queramos realizar una búsqueda sobre los contenidos sobre estadística, sólo hay que componer la URL con la palabra clave “statistics” (<http://www.ocwsearch.com/api/v1/search.json?q=statistics&contact=http%3a%2f%2fwww.ocwsearch.com%2fabout>) para obtener un fichero JSON estructurado con los contenidos educativos asociados a la consulta.

```

{
  "results": [
    {
      "id": "19.465-Topics-in-Statistics-Semiparametric-and-Robustness",
      "description": "This 600-level course focuses on one-dimensional semiparametric statistics centered mainly around 1995 era work with some statistics and data modeling and general classification. Also multidimensional semiparametric statistics. -- Semiparametric methods tend to be robust.",
      "title": "19.465 Topics in Statistics: Semiparametric and Robustness",
      "instructions": "Prof. Richard Berkson",
      "scheduleDate": "Spring 2005",
      "contactURL": "http://ocw.mit.edu/courses/mathematics/19-465-topics-in-statistics-semiparametric-and-robustness-spring-2005/",
      "inclusion": "MIT",
      "connection": "Mathematics",
      "downloadURL": "http://ocw.mit.edu/courses/mathematics/19-465-topics-in-statistics-semiparametric-and-robustness-spring-2005/download-course-materials/"
    },
    {
      "id": "14.30-Introduction-to-Statistical-Methods-in-Economics",
      "description": "This course will provide a solid foundation in probability and statistics for economists and other social scientists. We will emphasize topics needed for statistical estimation and hypothesis testing.",
      "title": "14.30 Introduction to Statistical Methods in Economics",
      "instructions": "Varian Hormal",
      "scheduleDate": "Spring 2009",
      "contactURL": "http://ocw.mit.edu/courses/economics/14-30-introduction-to-statistical-methods-in-economics-spring-2009/",
      "inclusion": "MIT",
      "connection": "Economics",
      "downloadURL": "http://ocw.mit.edu/courses/economics/14-30-introduction-to-statistical-methods-in-economics-spring-2009/download-course-materials/"
    }
  ]
}

```

Figura 12. Búsqueda en el API de OCW Search de contenidos de estadística.

El Khan Academy API explorer<sup>(15)</sup> ofrece otra interesante vía para la exploración de sus contenidos con dispositivos móviles. La siguiente URL ejemplifica de búsqueda de sus videos albergados en Youtube (<http://api-explorer.khanacademy.org/#/api/v1/videos/jxA8MffVvMps>)

## Conclusiones

El presente artículo sitúa el aprendizaje ubicuo en el contexto del estudiante permanente. La adecuada combinación de tecnología móvil, contenidos, y la predisposición para aprender en el estudiante, son claves para crear ecologías de aprendizaje sin que el usuario ni siquiera se dé cuenta de estar interactuando con un sistema en lo que a esfuerzo de interacción tecnológica se refiere. La proliferación de redes inalámbricas está facilitando conectar objetos físicos con información digital. Cualquier objeto físico localizado en el rincón más remoto puede ser accedido y llevar un seguimiento continuado de él si este se encuentra en el radio de acción de una red de internet, y tiene asignado un identificador único dentro de ella. AICHE (Specht, 2009) propone un modelo para sincronizar acciones del mundo físico con el digital en base a sus cinco dimensiones: localización, tiempo, relación, entorno e identidad.

Actualmente, las tecnologías móviles están integradas en actividades de aprendizaje de la vida cotidiana. Mundo físico y mundo digital deben ofrecer interfaces que sirvan de andamiaje hacia la construcción de ecologías de aprendizaje ubicuo. Los interfaces de aplicación (APIs), las aplicaciones móviles, o la identificación de artefactos por radiofrecuencia representan algunos de los desarrollos emergentes en los que se apoyará el

aprendizaje ubicuo en los próximos años.

## Notas

- 1.- Horizon reports sobre innovación y creatividad educativa <http://www.nmc.org/horizon-project>.
- 2.- Portales de codificación/decodificación de códigos QR <http://createqr.com/>, <http://goqr.me/>, <http://www.patrick-wied.at/static/qrngen/>, <http://qr.com/>. Fuente 22 Abril 2013.
- 3.- Zxing, librería para escanear códigos QR. <http://code.google.com/p/zxing/>
- 4.- JSQR, librería para escanear códigos QR. <http://www.jsqr.de/>
- 5.- Google goggles. <https://www.youtube.com/watch?v=ezc108DTaug>
- 6.- Siri. <http://www.apple.com/ios/siri/>
- 7.- Nina. <http://www.nuance.com/landing-pages/enterprise/meet-nina/default.asp>
- 8.- Cloe. [https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai\\_misael\\_moreno.Cloe&hl=en](https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_misael_moreno.Cloe&hl=en)
- 9.- Vita. [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aridev.vita&feature=nav\\_result](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aridev.vita&feature=nav_result)
- 10.- Sherpa. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sherpa.asistentesharpa&hl=en>
- 11.- Primer teléfono equipado con lector NFC <http://bit.ly/1stNFC>
- 12.- Uno de cada 5 teléfonos inteligentes estará equipado con NFC. <http://nfcimes.com/news/one-five-smartphones-support-nfc-2014-forecasts-firm>
- 13.- Open Discovery Space. A collaborative and multilingual open learning infrastructure designed to boost demand for Europe-wide eLearning Resources. <http://www.opendiscoveryspace.eu/>
- 14.- OCW Search. <http://www.ocwsearch.com/api/search>
- 15.- Khan Academy API explorer. <http://api-explorer.khanacademy.org/>

## Referencias bibliográficas

- Chao, P.Y. & Chen, G-D. (2009). Augmenting paper-based learning with mobile phones. *Interacting with Computers* 21. 173–185
- Chen, N-S., Teng, D. C-E., Lee C-H. (2010). Augmenting Paper-based Reading Activities with Mobile Technology to Enhance Reading Comprehension. 6th IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technologies in Education
- De Jong, T., Specht, M., & Koper R., (2008). A Reference Model for Mobile Social Software for Learning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning (IJCEELL)*. 18(1), 118-138.
- Emmanouilidis C., et al. (2012). Mobile guides: Taxonomy of architectures, context awareness, technologies and applications. *Journal of Network and Computer Applications*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnca.2012.04.007>
- European (2008). Internet of Things in 2020 - Roadmap for the Future. May 2008, European Commission for Information Society. Recuperado de [ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ftp7/ict/docs/enet/internet-of-things-in-2020-ec-eposs-workshop-report-2008-v3\\_en.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ftp7/ict/docs/enet/internet-of-things-in-2020-ec-eposs-workshop-report-2008-v3_en.pdf)
- European (2005). What is Lifelong Learning? The view from the European Commission. Report. European Society of Association Education. Recuperado de [http://www.esae.org/articles/2007\\_08\\_005.pdf](http://www.esae.org/articles/2007_08_005.pdf)
- Han, E., Yang, H. & Jung, K. (2007). Mobile Education through Camera-Equipped Mobile Phones. IEEE. International Conference on Convergence Information Technology.
- IMS (2012). Internet Connected Devices Approaching 10 Billion, to exceed 28 Billion by 2020. Press release. October 2012. Recuperado de [http://www.imsresearch.com/press-release/Internet\\_Connected\\_Devices\\_Approaching\\_10\\_Billion\\_to\\_exceed\\_28\\_Billion\\_by\\_2020](http://www.imsresearch.com/press-release/Internet_Connected_Devices_Approaching_10_Billion_to_exceed_28_Billion_by_2020)
- Kwok, R. C.-W., Cheng, S. H., Ho-Shing Ip, H., & Siu-Lung Kong, J. (January 2011). Design of affectively evocative smart ambient media for learning. *Computers & Education*. ISSN: 0360-1315, 56
- Kuflik, T., Stock, O., Zancanaro, M., Gorfinkel, A., Jbara, S., Kats, S., Sheidin, J., et al. (2011). A visitor's guide in an active museum. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 3(3), 1–25. doi:10.1145/1921614.1921618
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M. & Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education* 57 (2011) 1893–1906
- Oppermann R, Specht M. (1999). Adaptive mobile museum guide for information and learning on demand. Proceedings of the HCI International '99, the 8th International Conference on Human-Computer Interaction. Munich, Germany; pp. 642–646.

Pérez-Sanagustín, M., Ramírez-Gonzalez, G., Hernández- Leo, D., Muñoz-Organero, M., Santos, P., Blat, J. & Delgado- Kloos, C. (2012). Discovering the campus together: A mobile and computer-based learning experience. *Journal of Network and Computer Applications* 35 (2012) 176–188

Rao, N., Sasidhar, C., & Satyendra Kumar, V. (2010). Cloud Computing through mobile-learning. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 1(6), 42-47.

Santana-Mancilla, P.C., García-Ruiz, M.A., Acosta-Díaz, R. & Juárez C.U. (2012). Service Oriented Architecture to Support Mexican Secondary Education through Mobile Augmented Reality. *ScienceDirect. The 9th International Conference on Mobile Web Information Systems (MobiWIS)*.

Specht, M., (2009). Learning in a Technology Enhanced World: Context in Ubiquitous Learning Support. Inaugural Address. September, 11, 2009, Heerlen, The Netherlands: Open University of the Netherlands

Tabuenca, B., Ternier, S. & Specht, M. (2013). Patrones cotidianos en estudiantes de formación continúa para la creación de ecologías de aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/37/>

Ternier, S., Klemke, R., Kalz, M., Van Ulzen, P., & Specht, M. (2012). ARLearn: augmented reality meets augmented virtuality [Special issue]. *Journal of Universal Computer Science - Technology for learning across physical and virtual spaces*.

Weiser, M. (1991). The computer for the twenty-first century. *Scientific American*, 265(3), 94–104.