

Implementación y aplicación de un entorno personalizado de aprendizaje móvil en el contexto de las asignaturas de Ingeniería del Software (ID2012/170)

Convocatoria de Innovación Docente – Curso 2012-2013

Universidad de Salamanca

Memoria de resultados

30 de junio de 2013

Dr. D. Francisco José García Peñalvo

Departamento de Informática y Automática

fgarcia@usal.es

Dr. D. Miguel Ángel Conde González

Departamento de Informática y Automática

mconde@usal.es

Dra. María N. Moreno García

Departamento de Informática y Automática

mmg@usal.es

Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos	<i>i</i>
1. Introducción	1
2. Objetivos del proyecto	2
3. Contexto de la investigación	4
3.1. Motivación de la experiencia	4
3.2. Contexto de la investigación	5
4. Resultados obtenidos	6
4.1. Descripción de las actividades realizadas	6
4.2. Resultados del estudio de las herramientas a utilizar	6
4.2. Adaptación del <i>framework</i> de servicios	8
4.3. Implementación de la adaptación del <i>framework</i> y el cliente móvil	10
4.4. Metodología de validación empleada	12
4.5. Cuestionarios	14
4.6. Resultados de la validación	15
5. Conclusiones	18
6. Referencias	19

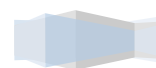


1. Introducción

En la convocatoria de Innovación Docente de la Universidad de Salamanca para realizar proyectos de esta índole en el curso 2012-2013, se presentó el proyecto que lleva por título “Implementación y aplicación de un entorno personalizado de aprendizaje móvil en el contexto de las asignaturas de Ingeniería del Software” cuyo objetivo fundamental era complementar las asignaturas relativas a la Ingeniería del Software con una aplicación móvil que permita la personalización del aprendizaje hacia las necesidades del alumno, facilitando que éste utilice, además de los recursos tradicionales, otras herramientas propias del dispositivo.

Para realizar dicho proyecto se conformó un equipo de trabajo que involucraba a todos los docentes relacionados con la materia de Ingeniería del Software en los planes de estudios de Ingeniería Informática que se imparte en la Facultad de Ciencias de nuestra Universidad (Profesores Francisco José García Peñalvo, Miguel Ángel Conde González y María N. Moreno García). El coordinador de este proyecto inicialmente fue el Dr. Miguel Ángel Conde, pero a partir de febrero de 2013 al dejar este la Universidad de Salamanca, la responsabilidad de coordinación ha recaído en el Dr. Francisco José García Peñalvo.

Una vez realizado este proyecto, se describe en esta memoria las principales conclusiones y resultados obtenidos. Para ello en la Sección 2 se recuerdan los objetivos planteados y se detalla el grado de consecución conseguido; en la Sección 3 se contextualiza la investigación; en la Sección 4 se presentan los resultados; y, finalmente, la Sección 5 aporta un conjunto de conclusiones de este proyecto de innovación docente.



2. Objetivos del proyecto

Como se anticipaba en la introducción de este documento, el objetivo principal de este proyecto de innovación era:

El objetivo principal de este proyecto es complementar las asignaturas relativas a la Ingeniería del Software con una aplicación móvil que permita la personalización del aprendizaje hacia las necesidades del alumno, facilitando que éste utilice, además de los recursos tradicionales, otras herramientas propias del dispositivo.

Este objetivo tenía una estrecha relación con el siguiente ámbito de actuación de dicha convocatoria:

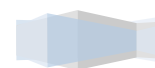
- III. Implantación de metodologías docentes y de evaluación. Subpartado III-1.2 Implantación de metodologías activas de enseñanza-aprendizaje

Para ello se enunciaron un conjunto de objetivos, que se recuerdan en la Tabla 1, conjuntamente con una estimación de su logro.

Objetivo	Grado de consecución	Comentarios
Estudiar las funcionalidades más utilizadas de la asignatura de cara a su exportación al dispositivo móvil.	Conseguido	Se ha llevado a cabo el estudio observando las asignaturas Ingeniería del Software, el uso de herramientas en la plataforma de aprendizaje y consultando a los alumnos acerca de sus hábitos en cuanto a las herramientas que utilizan para aprender más allá de ellas
Elaborar representaciones de las funcionalidades seleccionadas en el dispositivo móvil.	Conseguido	Se ha llevado a cabo una representación del entorno personalizado para dispositivos móviles Android.
Adaptar el <i>framework</i> de servicios existente para facilitar la exportación al dispositivo y la comunicación desde este a la plataforma.	Conseguido	Se ha adaptado el <i>framework</i> de servicios definido en el proyecto de innovación docente ID11/014 (Conde, García-Peñalvo, Alier, & Casany, 2011) para facilitar la personalización del aprendizaje desde el móvil.
Definir un aplicación móvil para alguno de los sistemas operativos móviles más utilizados que permita incorporar herramientas institucionales y herramientas del dispositivo.	Conseguido	Se define un cliente para sistemas operativos Android.
Establecer vías de comunicación de las herramientas exportadas al móvil con la plataforma de aprendizaje para poder facilitar su seguimiento.	Conseguido	Basada en la adaptación de las vías de comunicación del <i>framework</i> existente

Objetivo	Grado de consecución	Comentarios
Facilitar mecanismos que permitan tener en cuenta cuáles son las herramientas del dispositivos más utilizadas por los estudiantes.	Conseguido	Se ha desarrollado un sistema del <i>logs</i> para el dispositivo móvil de forma que pueda determinarse que herramientas se utilizan
Realizar experimentos que prueben la validez y el impacto de la aplicación del <i>framework</i> sobre la enseñanza de la asignatura.	Conseguido	Se han realizado experimentos con estudiantes de la asignatura de Ingeniería del Software

Tabla 1. Objetivos del proyecto y grado de consecución de los mismos



3. Contexto de la investigación

3.1. Motivación de la experiencia

La aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a los procesos de enseñanza/aprendizaje supone la aparición de multitud de herramientas *software* de carácter educativo (García-Peñalvo, 2005; García-Peñalvo, 2008). Una de las más relevantes son las plataformas de aprendizaje o LMS (*Learning Management Systems*) que van a centralizar varias de esas herramientas para facilitar a las instituciones la gestión de los procesos de aprendizaje. Entre otros aspectos facilita la organización y estructuración de los contenidos docentes a los profesores y sirve de punto de encuentro y desempeño de diferentes actividades formativas para los alumnos, así como en muchas ocasiones de repositorio de contenidos y conocimientos (Avgeriou, Papasalouros, Retalis, & Skordalakis, 2003).

Sin embargo los LMS no satisfacen plenamente las necesidades de los estudiantes ya que: 1) Están muy centrados en la institución y el curso y no tanto en las necesidades de los alumnos (Attwell, 2007); 2) No facilitan la incorporación herramientas que los alumnos utilizan para aprender (Ajjan & Hartshorne, 2008; Casquero, Portillo, Ovelar, Benito, & Romo, 2010; Mott & Wiley, 2009); y 3) No dan soporte al concepto de aprendizaje a lo largo de la vida, sino que se ciñen a periodos de tiempo concretos como puede ser un curso académico (Attwell, 2007; Weigel, 2001). Ante esta situación es necesario otro tipo de entornos que son los entornos Personales de Aprendizaje o PLE (*Personal Learning Environments*). En ellos el estudiante es el responsable de su formación, puede determinar qué herramientas y servicios usar o qué contenidos consumir, sin una vinculación necesaria a una institución o a un período de tiempo determinado (Castañeda & Adell, 2013).

Sin embargo la aparición de los PLE no supone que los LMS dejen de utilizarse, ya que ambos consideran conceptos diferentes, y estos últimos están ampliamente extendidos (Arroway, Davenport, Guangning, & Updegrove, 2010; Browne et al., 2010; Prendes, 2009; Wexler et al., 2008). Ambos contextos deberían coexistir y ser capaces de intercambiar información e interacción entre sí.

En este sentido se ha definido un *framework* basado en servicios que facilitara el intercambio de información e interacción entre ambos entornos (García-Peñalvo, Conde, Alier, & Casany, 2011). Dicho *framework* ha sido probado en diferentes contextos y de estas experiencias se observa que los estudiantes no solamente utilizan distintas herramientas para aprender, sino también aprenden desde otros contextos como los dispositivos móviles (Conde, García-Peñalvo, Rodríguez-Conde, & Alier, 2012; Conde et al., In press; Conde, García-Peñalvo, Alier, Casany, & Piguillem, 2013; Conde, García-Peñalvo, Rodríguez-Conde, Alier, & García-Holgado, In press). No en vano se trata de una de las tecnologías con mayor aceptación con más de 6800 millones de suscripciones en 2013 y más de un teléfono por persona en los países desarrollados (ITU, 2012).

Dada esta circunstancia se ha decidido adaptar el *framework* de servicios y definir una versión móvil del entorno personalizado de aprendizaje. En este sentido existían algunas iniciativas, sin embargo adolecen de problemas como la falta de integración de herramientas (Downes, 2005), limitaciones relativas al *hardware* y *software* de los dispositivos (Cook, 2010), restricciones respecto a las herramientas a utilizar desde el contexto institucional (Jennings, 2011; Molly, 2010), etc. Lo

que se pretende es la definición de una solución flexible, escalable, portable a partir del *framework* de servicios previamente realizado.

3.2. Contexto de la investigación

El planteamiento de esta experiencia de innovación se basa en otras previas que se dan en el contexto del Grupo GRIAL (<http://grial.usal.es>) de la Universidad de Salamanca, con una clara apuesta por la filosofía 2.0 en el contexto universitario (Berlanga, García Peñalvo, & Sloep, 2010) y una apuesta decidida por el conocimiento en abierto (García-Peñalvo, García de Figuerola, & Merlo, 2010), (García-Peñalvo, García de Figuerola, & Merlo, 2010). En concreto el grupo de investigadores y profesores involucrados habían tenido experiencias de innovación educativa basadas en la adaptación del LMS de la institución. Concretamente se ha usado como herramienta de soporte a la parte práctica de la materia de Ingeniería del software (Proyecto ref ID09/156) con una aproximación de aprendizaje basado en problemas (García-Peñalvo, Moreno-García, Bravo-Martín, & Conde-González, 2010), se ha enriquecido con actividades y contenidos abiertos (Proyecto ref ID/0048) (García-Peñalvo, Bravo-Martín, & Conde-González, 2008), para lo cual se han desarrollado herramientas CASE de soporte (García & Álvarez, 2003; García, Bravo, Conde, & Barbosa, 2011), se ha evaluado la interacción del estudiante en las actividades de esta asignatura desplegadas en el campus virtual institucional (Proyecto ref ID10/017) (García Peñalvo, Moreno García, Bravo Martín, Conde González, & Sanchez Gómez, 2011), se han aplicado técnicas de analítica visual de información para conocer mejor la actividad del estudiante en el campus virtual (Proyecto ref. ID11/013) (Gómez-Aguilar, Theron, & García-Peñalvo, 2009), (García Peñalvo, Moreno García, Theron Sánchez, Bravo Martín, & Conde González, 2011), (Gómez, Conde, Theron, & García-Peñalvo, 2011) y se utilizan sus funcionalidades en otros contextos (Proyecto ref. ID11/014) (Conde, et al., 2011).

Con el proyecto de innovación docente ref. ID11/014 se llevó a cabo la implementación de un PLE que, además de permitir que el estudiante gestionara sus herramientas, permitía incluir actividades presentes en el LMS institucional. Pero de esta experiencia se pudo observar que los estudiantes no solamente utilizan distintas herramientas de las provistas por la institución para formarse, sino también otros dispositivos distintos del mero contexto web. En concreto se pudo constatar que uno de los contextos que más atrae a los estudiantes es el empleo de dispositivos móviles.

Ante esto se opta por adaptar el *framework* de dicho proyecto hacia el contexto móvil, para definir un PLE que permita al estudiante incluir ciertas funcionalidades de LMS institucional, así como combinarlas con cualquier otra herramienta que tenga en el móvil para aprender (Wikipedia, Youtube, envío de SMS con compañeros, etc.).

El objetivo perseguido con dicha adaptación es complementar las asignaturas relativas a la Ingeniería del Software con una aplicación móvil que permita la personalización del aprendizaje hacia las necesidades del estudiante, de forma que este pueda utilizar, además de los recursos tradicionales, otras herramientas propias del dispositivo.

Esto supone que el público objetivo vaya a ser los estudiantes de la asignatura de Ingeniería del Software I, aunque si la experiencia es positiva puede extenderse a otros estudiantes del contexto universitario.

4. Resultados obtenidos

En cuanto a los resultados obtenidos en este proyecto en este apartado se van a describir en primer lugar las acciones realizadas. Después se comenta los resultados para el análisis de actividades existentes, en lo que respecta a *framework* de servicios utilizado y, posteriormente se describe el cliente móvil definido. A continuación se comenta la metodología utilizada para la validación del sistema, los cuestionarios empleados, y por último se ofrecerá un resumen de los resultados de dicha evaluación.

4.1. Descripción de las actividades realizadas

La experiencia llevada a cabo se aplica principalmente en 3 fases:

1. Análisis. En la fase de análisis se van a estudiar los resultados de las experiencias previas realizadas con el LMS y el PLE. Se hace especial énfasis en el estudio, a través de los ficheros de *log*, de las herramientas más utilizadas por los estudiantes en el LMS. De esta forma dichas herramientas pueden exportarse al PLE en el móvil. También se observa cuáles han sido, en otras experiencias, aquellas funcionalidades que los discentes echaban de menos en la plataforma.
2. Adaptación e Implementación. Se analiza el *framework* existente y se realiza una adaptación del mismo para su uso exclusivo desde el dispositivo móvil. A partir de este análisis se toman decisiones acerca de la forma en que se va a implementar y se lleva a cabo el desarrollo del sistema.
3. Experimentación. Se llevan a cabo varias experiencias piloto con estudiantes de la materia de Ingeniería del Software I. Estos pilotos consisten en poner a disposición de los estudiantes el entorno móvil personalizado con unos componentes instalados que exportan la funcionalidad más popular del LMS, los estudiantes pueden además añadir otras herramientas del dispositivo que usen. Para llevar a cabo esta tarea se emplean metodologías mixtas de evaluación; cuantitativa para evaluar la percepción de los estudiantes respecto al sistema y se selecciona una muestra para hacer una evaluación cualitativa mediante entrevistas semi-estructuradas en las que se consulta a los estudiantes al respecto de los aspectos a mejorar, las funcionalidades exportadas, qué les aporta el sistema, etc. También se va a considerar la opinión de los profesores respecto al sistema.

4.2. Resultados del estudio de las herramientas a utilizar

A lo largo de este proyecto se han considerado las diferentes asignaturas relacionadas con la materia de Ingeniería del Software. En concreto Ingeniería del Software I en segundo curso del Grado en Ingeniería Informática (ISGI), Ingeniería del Software II en tercer curso del Grado en Ingeniería Informática (ISGII) y Gestión de Proyectos del Curso de Adaptación al Grado en Ingeniería Informática (GP).

Para poder evaluar las herramientas utilizadas, se observan las de más común utilización en las asignaturas de estas carreras que van a ser Foros, Tareas, Cuestionarios, Wikis. También algunas asignaturas utilizan herramientas no incluidas en las plataformas de aprendizaje como Blogs y Twitter. En la tabla 1 se observa las principales herramientas que se incluyen

Herramienta/Asignatura	ISG	ISGII	GP
Foros	Sí	Sí	Sí
Tareas	Sí	Sí	Sí
Cuestionarios	En ocasiones	No	En ocasiones
Wikis	No	No	No

Otros	Twitter y herramientas de modelado	Herramientas case	Herramientas de estimación
-------	------------------------------------	-------------------	----------------------------

Tabla 2. Uso de herramientas de aprendizaje en las asignaturas de Ingeniería del Software

A partir del análisis de los *logs* ha sido posible el número de elementos de cada tipo y el número de accesos a los mismos. Se considera el número total de foros, tareas, cuestionarios, wikis y otras herramientas para las asignaturas y el número de accesos a las mismas.

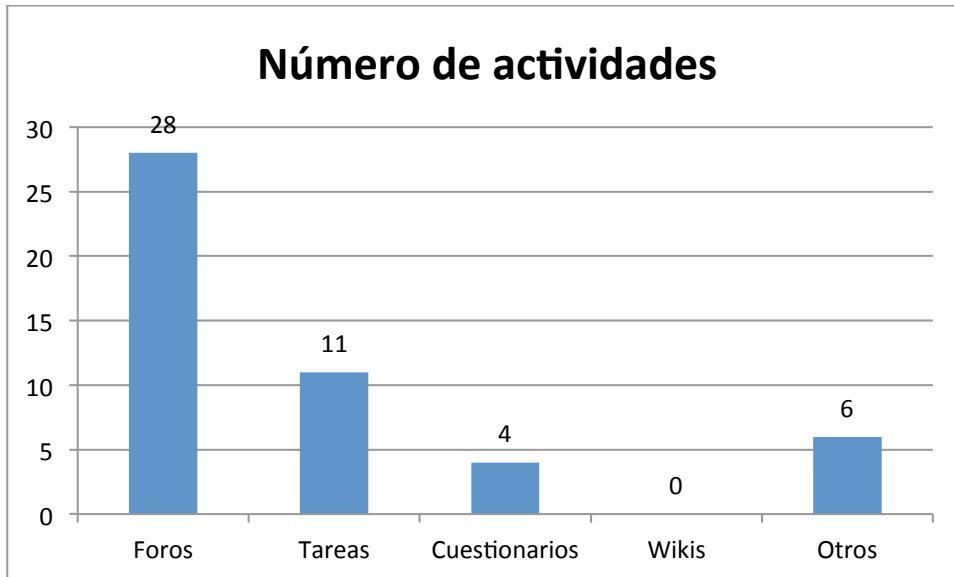


Figura 1. – Número total de actividades en las asignaturas

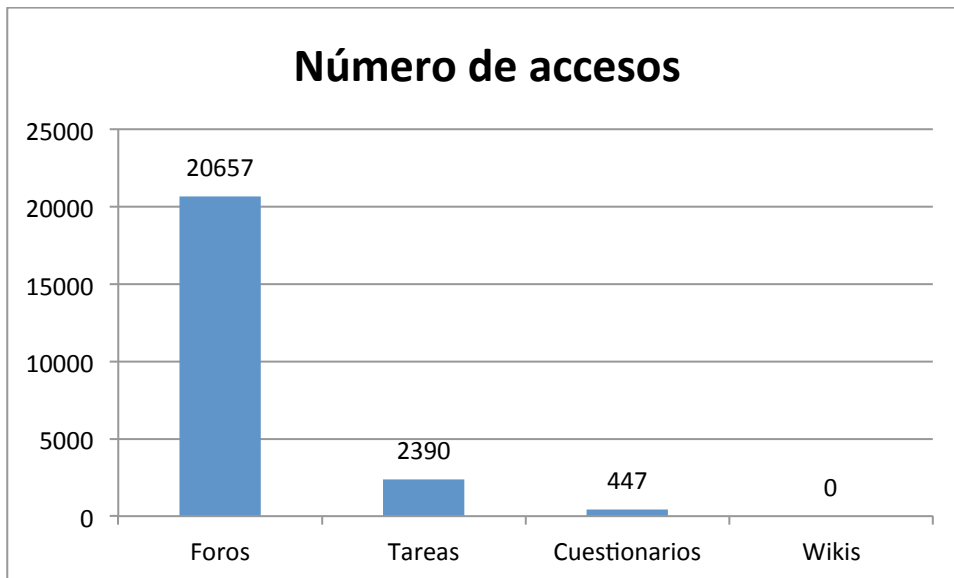


Figura 2. Número total de accesos a las actividades

Como resultado se puede observar que las herramientas más utilizadas son los foros y las tareas, también se utilizan en ocasiones los cuestionarios. Es significativo que también se utilizan herramientas de fuera de la plataforma de aprendizaje aunque como soporte, no se van a evaluar

los resultados obtenidos a partir de ellas. Con el conocimiento de las herramientas que más se emplean se va a adaptar el *framework* de servicios para facilitar la exportación de funcionalidades al dispositivo móvil.

4.2. Adaptación del *framework* de servicios

En el proyecto de innovación docente ref. ID11/014 se ha definido un *framework* de servicios llevado que permite la comunicación de dos tipos de contextos de aprendizaje. Por un lado se tiene el entorno institucional que puede incluir una o varias plataformas de aprendizaje. Por el otro el entorno personalizado que puede incluir diferente tipo de aplicaciones y puede representarse en distintos contextos como pueden ser los dispositivos móviles. Ambos contextos van a intercambiar información a través de interfaces y mediante el uso de servicios web y especificaciones de interoperabilidad. También pueden aparecer herramientas mediadoras que facilitan la incorporación de funcionalidades intermedias o el tratamiento de los datos (García-Peñalvo, et al., 2011). En la Figura 3. se observa un diagrama que describe estos elementos.

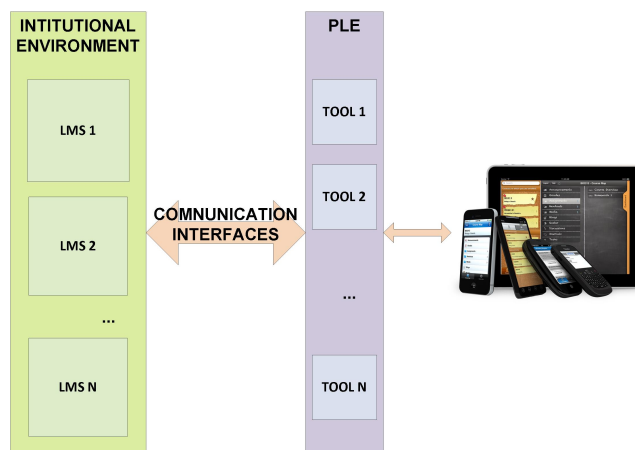


Figura 3. – Distribución de los componentes del framework

Sin embargo dado que en este caso el PLE se va a representar en el dispositivo móvil es necesario adaptar algunas de las herramientas para estos dispositivos, definir un contenedor de aplicaciones para los móviles e implementar interfaces que permitan la comunicación de esas herramientas con el LMS. En ese sentido el *framework* quedaría como se observa en el diagrama de despliegue de la Figura 4.

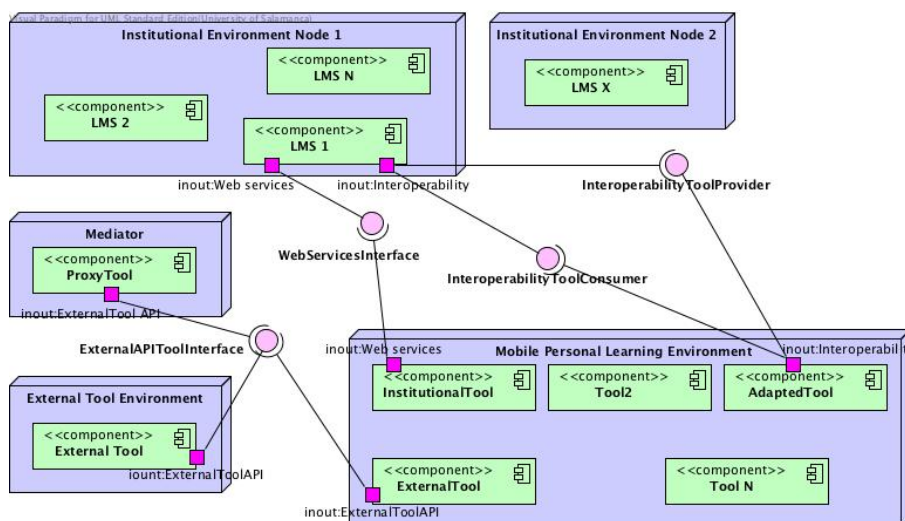


Figura 4. – Diagrama de despliegue del framework de servicios adaptado

Los LMS son la herramienta básica del entorno institucional. Cada nodo puede incluir uno o varios y el *framework* propuesto no determina que tenga que usarse un tipo específico de plataforma de aprendizaje o que puedan utilizarse varias durante una actividad de aprendizaje. Sin embargo, un requisito mínimo que deben satisfacer los LMS, es, que proporcionen soporte a servicios web y a especificaciones de interoperabilidad. En la Figura 4. se observa como el LMS implementa una interfaz de servicios web (*WebServicesInterface*) y una interfaz para la consumición de herramientas mediante especificaciones de interoperabilidad (*InteroperabilityToolConsumer*), también consumirá la interfaz provista por las herramientas a integrar (*InteroperabilityToolProvider*).

Las herramientas incluidas en el PLE. Se trata de las aplicaciones que el estudiante puede utilizar para aprender e incluir en su entorno personalizado móvil. Dentro de estas se consideran tres tipos de herramientas:

- Herramientas que no interactúan con el LMS. Muchas de las herramientas que se incluyen en el PLE no interactúan con el LMS, estas herramientas pueden utilizarse en actividades de aprendizaje pero, para tener en cuenta desde el entorno institucional lo que hace el usuario en dichas aplicaciones, el profesor debe abandonar el LMS y comprobarlo.
- Herramientas que hacen uso de los servicios web del LMS. Este tipo de herramientas utilizan los servicios web provistos por las plataformas de aprendizaje para acceder a información y funcionalidad desde fuera de ellas. Por tanto las herramientas de este tipo deben incluir un consumidor de servicios que haga uso de la interfaz de servicios web proporcionada por el LMS.
- Herramientas que pueden integrar la actividad del estudiante a través del uso de especificaciones de interoperabilidad. Estas aplicaciones, gracias a las especificaciones de interoperabilidad, se configuran e instancian como actividades de aprendizaje por el profesor desde el LMS, de forma que los estudiantes las utilizan en el PLE, y es posible además devolver la actividad del usuario al entorno institucional.



Debe mencionarse que una herramienta podría implementar el soporte para consumir servicios web del LMS y a su vez dar soporte al uso de especificaciones de interoperabilidad.

Otro tipo de componente que configura el *framework* son los elementos Mediadores, también denominados *ProxyTools*. Estos componentes facilitan la comunicación entre herramientas de aprendizaje y los entornos institucionales. Uno de sus principales cometidos es facilitar la integración de herramientas que no soporten la implementación de un proveedor de aplicaciones (*ToolProvider*), como pueden ser herramientas a cuyo código no se tiene acceso para su modificación. Además, este componente se encarga de interactuar con la herramienta externa a través de una interfaz que esta provee (*ExternaToolAPI*). En ocasiones el mediador puede incluir lógica de negocio para el acceso a la aplicación externa y/o para proveer otras funcionalidades, como pudiera ser una interfaz de evaluación de la actividad del estudiante para herramientas no concebidas con fines educativos.

4.3. Implementación de la adaptación del *framework* y el cliente móvil

De cara a poder validar el *framework* y su adecuación a los dispositivos móviles dos implementaciones han sido necesarias. Por un lado la de la adaptación del *framework* y por otro la definición del cliente móvil.

En cuanto a implementación de la adaptación del *framework* se definen una serie de restricciones de diseño sobre la propuesta:

- Uso de Moodle como entorno institucional. Aunque se han considerado diferentes LMS y se permite su integración en el *framework* se ha decidido utilizar instancias de Moodle en esta implementación. Hay varias razones para ello: 1) Es Open Source; 2) Está desarrollado y soportado por una comunidad de más de 1000000 de miembros (MoodleStats, 2012); se trata de un sistema instalado en más de 68000 servidores con más de 58 millones de usuarios; traducido a más de 75 idiomas (Cole & Foster, 2007); 5) tiene una gran aceptación entre las diferentes instituciones (Molist, 2008); incluye una capa de servicios web que facilita la integración de nuevas herramientas y la exportación de información (Casany, Alier, Conde, & García, 2009); y porque es el LMS empleado por la Universidad de Salamanca.
- Respecto los canales de comunicación a emplear se utilizan los servicios web proporcionados Moodle y BLTI como especificación de interoperabilidad. Los servicios web se emplean para exportar la funcionalidad de Moodle al entorno personalizado. El problema que presenta el hecho de que solo se utilicen servicios web es que la solución debe adaptarse a la capa de servicios de cada plataforma, lo que conduce, por tanto, a una solución por plataforma y herramienta. Esto se resuelve mediante el uso de BLTI, implementado por un número elevado de plataformas de aprendizaje (IMS-GLC, 2011) y que facilita la integración de aplicaciones con los LMS. Debe mencionarse además que ha sido necesario modificar alguno de esos canales de comunicación para que sean fácilmente accesibles desde los dispositivos móviles, especialmente se han definido nuevos conectores JSON-RPC y que es necesario definir un servicio web específico para recoger logs acerca del uso de aplicaciones en el PLE.
- En cuanto a la implementación del PLE móvil cabían diferentes posibilidades para llevar a cabo esta tarea. Podría ser implementada por ejemplo como un contenedor de *widgets*

(mini-aplicaciones), pero no todos los dispositivos móviles soportaban bien esta opción. El mayor problema residía en que los contenedores de *widgets* para móviles estaban en versión beta y vinculados a un determinado sistema operativo. Otra posibilidad es el uso de soluciones basadas en HTML5.0 (W3C, 2011). De esta forma es posible representar las aplicaciones de forma independiente al dispositivo. Sin embargo esta solución tampoco es factible debido a que debe estar vinculada a un contexto web y el discente puede utilizar herramientas del propio dispositivo para aprender. Esto supone que para la presente implementación se haya tomado la decisión de utilizar una solución basada en un sistema operativo móvil específico como es Android. Este es uno (Google-Android, 2013) de los sistemas operativos para móviles más populares y va a facilitar la definición de un entorno personalizado móvil gratuito, abierto y fácilmente escalable.

El PLE móvil debe, en primer lugar, facilitar un contenedor de aplicaciones (Figura 5). Este contenedor da acceso al usuario a diferentes aplicaciones que se puedan utilizar para aprender. Estas aplicaciones pueden ser: aplicaciones instaladas en el móvil o que se pueda descargar, aplicaciones que representen funcionalidades del LMS (como puede ser el foro Fig 3.) o actividades educativas que se adaptan para su uso en dispositivos móviles (por ejemplo una herramienta case online).

Este contenedor facilita la personalización del entorno de aprendizaje por parte del usuario y que sea él quien decida las herramientas que utiliza para aprender. Además, las herramientas educativas adaptadas y las funcionalidades exportadas del LMS (durante la implementación Moodle) deben ser capaces de retornar los resultados de la actividad del estudiante al entorno institucional, con lo que aprendizaje no vinculado con el contexto académico pueda también tenerse en cuenta.

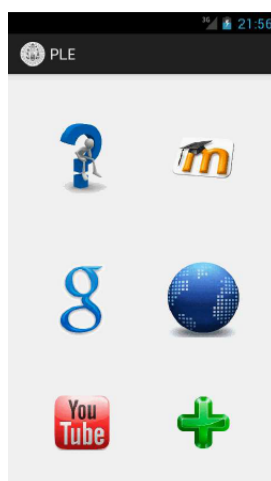


Figura 5. – Contenedor de aplicaciones en el PLE móvil

En la Figura 6. se observa una herramienta institucional adaptada al dispositivo móvil, en este caso el foro, que los alumnos pueden utilizar en combinación con otras herramientas de las que dispongan en su dispositivo móvil.





Figura 6. – Adaptación del Foro al dispositivo móvil

También pueden adaptarse otras herramientas utilizadas en las asignaturas para su correcto uso desde el dispositivo, como una herramienta de cuestionarios (Figura 7). Estas herramientas reportarían la información correspondiente a su uso a la plataforma de aprendizaje.

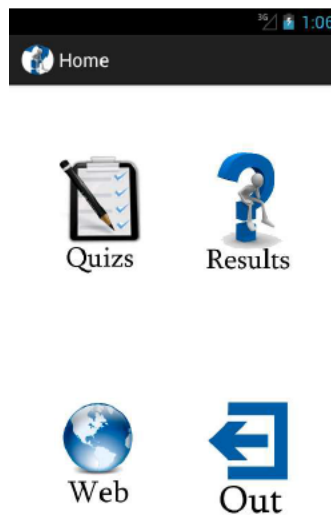


Figura 7. – Herramientas adicionales adaptadas para el móvil

Dada esta implementación se realiza la evaluación del sistema a través de varias experiencias piloto.

4.4. Metodología de validación empleada

De cara a llevar a cabo la validación del entorno personalizado móvil se van a considerar varios factores a partir de diferentes experiencias piloto. En ellos se tiene en cuenta la percepción del usuario acerca de cómo el sistema colabora a su aprendizaje (piloto 1), la evaluación de su opinión acerca del sistema y su usabilidad (piloto 2) y la evaluación de la opinión de los profesores de la asignatura al respecto del mismo (piloto 3).

Para la evaluación de la percepción del alumno con respecto a cómo el sistema (piloto 1) facilita su aprendizaje se lleva a cabo una validación cuantitativa mediante un diseño cuasi-experimental (Campbell & Stanley, 1963). Esta metodología experimentación se basa en relaciones de causalidad entre variables dependientes e independientes. Es especialmente aplicable en contextos en los

falta algo para satisfacer las necesidades de los verdaderos experimentos. En esta experiencia los grupos de individuos a los que se aplican los experimentos no son aleatorios (son grupos de estudiantes de clase) con lo que no podría aplicarse un diseño estrictamente experimental. En cada experiencia se emplean dos grupos de estudiantes uno como grupo experimental y otro como grupo de control, en lo que se denomina “diseño entre grupos con grupo de control no equivalente”. En este caso se trata de grupos de sujetos en los que se mide un conjunto de variables en un momento inicial, se realiza un experimento con uno de los grupos (grupo experimental), mientras que el otro sigue trabajando de la forma habitual (grupo de control) y, finalmente, se evalúa el rendimiento de ambos grupos, para lo que se comprueba si el grupo experimental presenta resultados diferentes a los del grupo de control.

Dicha aplicación supone el planteamiento de una hipótesis por escenario a validar. A partir de ella se deduce una variable dependiente (el factor derivado de la hipótesis, que varía en función de la experimentación) y una variable independiente (el tratamiento que se da a cada grupo de individuos que participan en el piloto). Para poder evaluar como varía la variable dependiente, y por tanto si hay diferencia entre el grupo de experimental y de control, se han planteado una serie de cuestiones a los sujetos de ambos grupos que se valoran mediante una escala ordinal del 1 al 5 (en este caso: 1=Totalmente en desacuerdo; 2=Desacuerdo; 3=Indiferente; 4=De acuerdo; 5=Totalmente de acuerdo). Después se lleva a cabo la experiencia con la implementación del *framework* en el grupo experimental, mientras que el grupo de control continua trabajando como acostumbra. Posteriormente se plantean otro conjunto de cuestiones a los miembros de ambos grupos evaluados según la misma escala. De cara a que se pueda considerar correcta la hipótesis planteada los resultados anteriores al experimento (pretest) deben ser similares en ambos grupos (lo que sugiere un contexto similar) y los resultados posteriores (postest) diferentes.

Para comprobar si existen o no diferencias entre el grupo de control y experimental se utiliza la prueba estadística la T de Student. Esta consiste en el contraste de diferencia de medias en muestras independientes y permite la comparación de resultados diferentes en grupos pequeños, en este caso, un grupo experimental con respecto a un grupo control. Por cada una de las cuestiones se plantea una hipótesis nula que sería $H_0: \mu_E = \mu_C$ que supone que ambos grupos (experimental y control) tienen una media similar para la cuestión considerada. La hipótesis nula es aceptada si la significación bilateral es superior a 0,05, siendo rechazada en cualquier otro caso.

En cuanto a la evaluación de la opinión de profesores y alumnos (pilotos 2 y 3) se ha utilizado una validación utiliza una aproximación cualitativa. Se llevan a cabo entrevistas semi-estructuradas con una muestra de 15 estudiantes del grupo experimental y con el grupo de profesores de la asignatura. Las respuestas a dichas entrevistas se analizan, se definen una serie de categorías temáticas y posteriormente se sintetizan los resultados y se agrupan de acuerdo a esas categorías (Miles & Huberman, 1994). En este caso se consideran las categorías de funcionamiento, aprendizaje y problemas para profesores y estudiantes.

En cuanto a la metodología utilizada para evaluar la usabilidad, de entre los posibles factores a contemplar, se decide tener en cuenta la satisfacción del usuario final. Para ello se utiliza un formulario SUS (*System Usability Scale*). Se trata de un cuestionario de 10 ítems que facilita una medida de la evaluación subjetiva de la usabilidad (Brooke, 1996). Dicho cuestionario se aplica tanto al grupo experimental como al de control y se comparan los resultados.

A continuación se muestran los cuestionarios utilizados y un resumen de los resultados por escenario.

4.5 Cuestionarios

4.5.1. CUESTIONARIO PARA PILOTO 1

C1. Sexo: hombre Mujer

C2. Edad: Años

Responde a continuación en el siguiente sentido:

1=Totalmente en desacuerdo;

2= Desacuerdo;

3= Indiferente;

4= De acuerdo,

5= Totalmente de acuerdo

C3. Estoy familiarizado con las nuevas tecnologías1 2 3 4 5

14. En ocasiones utilizo mi smartphone para acceder a Moodle y consumir los recursos de esta plataforma1 2 3 4 5

15. Utilizo mi dispositivo móvil para aprender tanto a través de herramientas online como otras incluidas en el dispositivo móvil1 2 3 4 5

4.5.2. CUESTIONARIO POSTTEST PARA PILOTO 1

16. Poder combinar en mi dispositivo móvil herramientas online, con herramientas propias del dispositivo y funcionalidades de Moodle me facilita el aprendizaje1 2 3 4 5

4.5.1. CUESTIONARIO SUS PARA EL PILOTO 2

Responde a continuación al siguiente formulario mediante la siguiente escala en el siguiente sentido:

1=Totalmente en desacuerdo;

2= Desacuerdo;

3= Indiferente;

4= De acuerdo,

5= Totalmente de acuerdo

1. Me gustaría utilizar el sistema con frecuencia1 2 3 4 5

2. Encuentro el sistema innecesariamente complejo1 2 3 4 5

3. *Pensaba que el sistema era más fácil de usar*1 2 3 4 5
4. *Creo que necesito soporte técnico para poder utilizar el sistema*1 2 3 4 5
5. *Considero que las funcionalidades del sistema están bien integradas*.....1 2 3 4 5
6. *Considero que el sistema no es consistente*.....1 2 3 4 5
7. *Creo que la gente puede aprender a usar el sistema rápidamente*1 2 3 4 5
8. *Creo que el sistema es confuso*.....1 2 3 4 5
9. *Me resulto sencillo utilizar el sistema*1 2 3 4 5
10. *Necesito aprender muchas cosas para poder utilizar el sistema*.....1 2 3 4 5

4.5.3. ENTREVISTAS SEMI-ESTRUCTURADAS

Para las entrevistas semi-estructuradas a las que se someten tanto a profesores como a alumnos durante los pilotos 2 y 3 los criterios se plantean una serie de preguntas que pueden ser adaptadas en cada entrevista:

1. Respecto al uso del sistema en su opinión:
 - ¿Cómo funciona el sistema?
 - ¿Qué le aporta?
 - ¿Satisface sus necesidades?
 - ¿Se puede usar correctamente desde el dispositivo móvil?
2. ¿Qué le aporta para su aprendizaje / de cara al aprendizaje de sus alumnos?
3. ¿Qué problemas ha encontrado?

4.6. Resultados de la validación

En este apartado se muestra para cada escenario los resultados y se discute acerca de los mismos

4.6.1. Piloto 1

Como se ha comentado este piloto considera la percepción de los alumnos acerca de cómo el uso de PLE móvil facilita su aprendizaje. Los alumnos se dividen en un grupo de control y un grupo experimental. En concreto para este piloto se ha contado con 52 estudiantes de la asignatura de Ingeniería del Software I. Dichos estudiantes tuvieron que configurar su PLE móvil, introducir las herramientas que usan para aprender y utilizar el foro de Moodle desde el dispositivo. Para aquellos que no disponían de dispositivos Android se le ha proporcionado acceso a alguno para realizar la experiencia. Estos estudiantes van a dividirse en un grupo de 26 individuos, que van a probar el sistema (grupo experimental), y otro grupo (de tamaño similar) que tratan de realizar estas acciones sin utilizar el PLE móvil, mediante el uso simplemente del móvil y de los navegadores que este incluye (grupo de control).

La hipótesis a validar ha sido “Los alumnos consideran que el hecho de utilizar un entorno personalizado de aprendizaje en sus dispositivos móviles les ayuda a aprender”. De esta hipótesis se deriva la siguiente variable dependiente: “Impacto en el aprendizaje del uso de un entorno personalizado de aprendizaje desde un dispositivo móvil”.

Esta variable se operativiza en las cuestiones I4, I5 e I6 de los cuestionarios de los apartados 4.5.1 y 4.5.2. Los resultados para la prueba T de Student se observan en la tabla 3.

Resultados del pretest para la T de Student						
VD	\bar{X}_E	S_{X_E}	\bar{X}_C	S_{X_C}	t	ρ
I.4	2,90	1,081	2,80	1,348	-0,393	0,700
I.5	3,10	0,960	2,80	1,239	1,193	0,449
Resultados del postest para la T de Student						
I.6	4,25	0,749	3,27	0,978	2,315	0,021

Tabla 3. – Resultados de la aplicación de la T de Student para el piloto 1.

Al observar estos resultados es posible ver que para los ítems que operativizan la variable dependiente de este experimento se puede afirmar que los grupos de control y experimenta (con una significación bilateral de 0,700 y 0,499 mayor que 0,05) tienen un conocimiento similar antes del experimento y diferente después de él (significación de 0,021 menor de 0,05) luego se cumple la hipótesis científica propuesta. Además en la tabla 3 se observa que para los grupos experimentales y de control la media de los ítems 4 y 5 es cercana a 3 lo que significa que no utilizan demasiado los dispositivos móviles para acceder a Moodle u otras herramientas de aprendizaje. También debe mencionarse que después de probar el sistema, para el grupo experimental, el PLE móvil resulta bastante útil y les facilita su aprendizaje (con una media de un 4,25 sobre 5).

4.6.2. Piloto 2

En este piloto se busca de evaluar la usabilidad desde el punto de vista de la satisfacción del usuario final y la percepción de los estudiantes mediante un análisis cualitativo. Para ello se prueba el sistema con los alumnos de Gestión de Proyectos, 56 alumnos divididos en un grupo de control y otro experimental.

Los resultados respecto a la evaluación de la satisfacción del usuario final del sistema mediante el formulario SUS ha sido de un 82 sobre 100 para los estudiantes del grupo experimental y de un 58 sobre 100 para los del grupo de control. Dado que según Sauro el nivel de satisfacción aceptable para un sistema debería estar por encima de un 68 sobre 100 (Sauro, 2011), se puede concluir que la usabilidad del PLE móvil es aceptable y que hay una diferencia significativa con respecto a los alumnos que no lo utilizan. Esta diferencia es debida principalmente a las adaptaciones de los LMS a dispositivos móviles no son plenamente funcionales, lo que hace que tanto la consulta de información como la interacción con los mismos sea bastante compleja. Por otro lado, el PLE móvil permite centralizar el conjunto de herramientas usadas para aprender, mientras que en caso de no utilizarse la selección de herramientas dependería del dispositivo a utilizar y sería descentralizada (lo que complica su uso) lo que puede conducir a índices menores de usabilidad.

En cuanto al análisis cualitativo de los resultados, se realizan entrevistas a una muestra de 15 alumnos del grupo experimental. Los resultados de las mismas pueden observarse en la Tabla 4.

	Funcionamiento	Aprendizaje	Problemas
E1	Correcto	Mejora por la flexibilidad	Versión otros dispositivos
E2	Muchas posibilidades	Me motiva más usar el móvil	Ninguno
E3	Todo a mano	Mejor poder usar lo que quiero	No todos tenemos Smartphone
E4	Ok	Siempre Aprendiendo	Ninguno

E5	Varias herramientas	-	Poder trabajar offline
E6	Interacción perfecta	Lo que hago fuera se tiene en cuenta	Versión iOS y Windows phone
E7	-	No afecta	Dos contextos a los que acceder
E8	Bien para un móvil	Más posibilidades	-
E9	Correcto	No afecta	-
E10	Consulta e interacción bien	Puedo elegir	Versiones para otros dispositivos
E11	Correcto	Mejor por usar el móvil	Ninguno
E12	Integración	Interacción inmediata	Trabajo sin conexión
E13	Adecuado	-	Del móvil no del sistema
E14	Información legible	Imagen más completa de lo que aprendo	-
E15	Fácil de usar	-	Siempre conectado

Tabla 4. - Categorización de los resultados de la entrevista con la muestra de estudiantes

De los resultados agrupados en esta tabla se puede observar que desde el punto de vista de funcionamiento para los estudiantes el sistema funciona correctamente; aporta nuevas y diferentes posibilidades para aprender y permite una interacción adecuada para el dispositivo móvil. En lo que respecta al aprendizaje se aprecia una mejora en la flexibilidad de la que dispone el alumno que va a poder elegir las herramientas a utilizar; un incremento en la motivación del estudiante al usar ese tipo de dispositivos; y también se considera útil que pueda ser tenido el aprendizaje más allá de la institución. En cuanto a los problemas, y pese a que no se plantean demasiados, se centran especialmente en el hecho de que un estudiante pueda no tener Smartphone; en la posibilidad de trabajar sin conexión; y en que para la prueba de concepto el PLE móvil ha sido definido únicamente para el sistema operativo Android.

4.6.3. Piloto 3

En este caso se ha considerado la opinión de los profesores de las asignaturas relativas a la Ingeniería del Software una vez han probado el sistema. Los resultados de las entrevistas ordenados por categorías pueden observarse en la Tabla 5.

	Funcionamiento	Aprendizaje	Problemas
P1	Adecuado	Más flexible para el estudiante y más posibilidades para el profesor	No muchas herramientas educativas adaptadas
P2	Sencillo	Más conocimiento de lo que hace el estudiante fuera	Necesario más herramientas
P3	Correcto	Incrementa la motivación del estudiante	Puede distraer al alumno.

Tabla 5. - Categorización de los resultados de la entrevista con la muestra de profesores

Con estos se puede concluir que para los profesores el funcionamiento la herramienta que es el adecuado. En cuanto al aprendizaje les facilita nuevas posibilidades a la hora de plantear actividades educativas; les permite recuperar información de lo que hace el estudiante en ciertas herramientas fuera de la institución; e incrementa la motivación de los estudiantes y, por tanto, su participación debido a que pueden utilizar las herramientas que quieran para aprender. En cuanto a los problemas mencionan la necesidad de nuevas herramientas educativas adaptadas al PLE móvil;

y muestran su preocupación por que no todos los estudiantes tienen *Smartphones* y por el hecho de que usar este tipo de herramientas pueda descentrar al estudiante.

5. Conclusiones

Es algo evidente que los estudiantes no utilizan solamente para aprender las herramientas provistas por la institución. La irrupción de Internet, las TIC y las herramientas 2.0 ha supuesto que estudiante pueda buscar sus propios recursos y actividades para aprender. Además debe tenerse en cuenta que los discentes no solo van a aprender a lo largo de un periodo académico sino que lo hacen a lo largo de su vida, en cualquier momento y lugar, aprenden de la experiencia, de la interacción con otros estudiantes, con expertos, etc. Por otro lado, la irrupción de los dispositivos móviles en nuestras vidas, cada vez más potentes y a precios más asequibles supone que tanto alumnos como profesores estén cambiando sus hábitos a la hora de acceder a los recursos de aprendizaje. Ante esto es necesario facilitar herramientas que permitan la personalización del aprendizaje a las necesidades de los discentes; que tengan en cuenta el aprendizaje que se lleva a cabo más allá de la institución, a lo largo de la vida; y que se puedan utilizar desde dispositivos móviles.

Ante esta situación se ha planteado la adaptación de un *framework* de servicios (definido en un proyecto de innovación previo) para su utilización desde dispositivos móviles. Dicho *framework* es accedido desde un cliente móvil definido a tal efecto, y se valida a través de varias experiencias piloto con alumnos de asignaturas relativas a la Ingeniería del Software. En este sentido se han podido obtener varias conclusiones a partir de la percepción de docentes y discentes en esos escenarios controlados:

- Tanto los alumnos como los profesores observan en los entornos personalizados de aprendizaje una posibilidad de flexibilizar el proceso de aprendizaje. Para los alumnos estos entornos permiten poder aprender “sin necesidad” de acceder al contexto institucional. Por otro lado los profesores pueden tener en cuenta que ocurre en ellos para la evaluación de los discentes. Además a través de un *framework* de servicios como el definido se facilita la evolución de las plataformas de aprendizaje, ya que pueden plantearse actividades basadas en herramientas no incluidas en los LMS y en este caso que el usuario pueda tener en su móvil.
- El concepto de PLE móvil va a motivar la participación de los alumnos, que pueden incluir herramientas de su móvil para aprender y que van a poder considerar que ocurre en el LMS desde sus dispositivos. A los profesores se les facilita información acerca de las actividades que realizan los discentes en los móviles, que de otra forma estaría oculta y se les da la posibilidad de utilizar herramientas de esos dispositivos para actividades de aprendizaje.

El presente trabajo de investigación no finaliza aquí, de cara a futuros proyectos de innovación se deben considerar aspectos técnicos a mejorar como la definición de más herramientas educativas que integrar en el PLE móvil y que devuelvan información al entorno institucional, definir clientes para más sistemas operativos o independientes de los mismos, trabajar sin conexión, etc. Desde el punto de vista de la evaluación sería conveniente extender la aplicación del PLE móvil a otros contextos formativos, con personas con un bagaje menos técnico, evaluar otros aspectos de la

usabilidad como la eficiencia, o la facilidad de uso percibida y analizar la influencia del uso del PLE móvil en la nota final de las asignaturas.

En cuanto a los resultados obtenidos, se puede afirmar que son ampliamente satisfactorios con lo que sería posible ampliar el área de aplicación del entorno personalizado a otros contextos y comprobar sus resultados así como hacer pruebas con otro tipo de herramientas. Debe mencionarse que se han obtenido las siguientes publicaciones relacionadas con el proyecto: (Casany et al., 2012; Conde, García-Peñalvo, Rodríguez-Conde, et al., 2012; Conde, et al., 2013; Conde, García-Peñalvo, Alier, & Mayol, 2012; Conde, García-Peñalvo, Alier, & Piguillem, In press; Conde, García-Peñalvo, Johnson, & Alier, In press; Conde, García-Peñalvo, Rodríguez-Conde, et al., In press; Piguillem et al., 2012)

6. Referencias

- Ajjan, H., & Hartshorne, R. (2008). Investigating faculty decisions to adopt Web 2.0 technologies: Theory and Empirical Tests. *The Internet and Higher Education*, 11(2), 71-80.
- Arroway, P., Davenport, E., Guangning, X., & Updegrave, D. (2010). Educause Core Data Service Fiscal Year 2009 summary report *EDUCAUSE White Paper*: EDUCAUSE.
- Attwell, G. (2007). e-Portfolios – the DNA of the Personal Learning Environment? *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 3(2), 39-61.
- Attwell, G. (2007). The Personal Learning Environments - the future of eLearning? *eLearning Papers*, 2(1), 1-8.
- Avgeriou, P., Papasalouros, A., Retalis, S., & Skordalakis, M. (2003). Towards a Pattern Language for Learning Management Systems. *Educational Technology & Society*, 6(2), 11-24.
- Berlanga, A. J., García Peñalvo, F. J., & Sloep, P. B. (2010). Towards eLearning 2.0 University. *Interactive Learning Environments*, 18(3), 199-201. doi: 10.1080/10494820.2010.500498
- Brooke, J. (1996). SUS: A Quick and Dirty Usability Scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester & I. L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry*: Taylor & Francis.
- Browne, T., Hewitt, R., Jenkins, M., Voce, J., Walker, R., & Yip, H. (2010). Survey of Technology Enhanced Learning for higher education in the UK. In UCISA (Ed.). Oxford: UCISA - Universities and Colleges Information System Association.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*: Rand McNally.
- Casany, M. J., Alier, M., Conde, M. Á., & García, F. J. (2009). *SOA Initiatives for eLearning: A Moodle Case*. Paper presented at the 23rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications, AINA, Bradford, United Kingdom, May 26-29, 2009.
- Casany, M. J., Alier, M., Mayol, E., Piguillem, J., Galanis, N., García-Peñalvo, F. J., & Conde, M. Á. (2012). *Extending Moodle Services to Mobile Devices: The Moodbile Project*. Paper presented at the UBICOMM 2012: The Sixth International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies, Barcelona, Spain.
- Casquero, O., Portillo, J., Ovelar, R., Benito, M., & Romo, J. (2010). iPLE Network: an integrated eLearning 2.0 architecture from University's perspective. *Interactive Learning Environments*, 18(3), 293-308.
- Castañeda, L., & Adell, J. (2013). La anatomía de los PLEs. In L. Castañeda & J. Adell (Eds.), *Entornos Personales de Aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red* (pp. 11-27). Alcoy: Marfil.
- Cole, J., & Foster, H. (2007). *Using Moodle* (2 ed.): O'Really.
- Conde, M., Á., García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., & Alier, M. (2012). *LMS openness perception in educational and technological areas*. Paper presented at the International

- Symposium on Computers in Education (SIE). Andorra la Vella. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6403199>
- Conde, M. Á., García, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Alier, M., Casany, M. J., & Piguillem, J. (In press). An Evolving Learning Management System for new educational environments using 2.0 tools. *Interactive Learning Environments*. doi: 10.1080/10494820.2012.745433
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Alier, M., & Casany, M. J. (2011). *Merging Learning Management Systems and Personal Learning Environments*. Paper presented at the The PLE Conference 2011, Southampton, UK.
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Alier, M., Casany, M. J., & Piguillem, J. (2013). Mobile devices applied to Computer Science subjects to consume institutional functionalities through a Personal Learning Environment. *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, 29(3), 610-619.
- Conde, M. A., García-Peñalvo, F. J., Alier, M., & Mayol, E. (2012). *Framework de Servicios para Facilitar la Interoperabilidad entre Entornos Personalizados e Institucionales de Aprendizaje*. Paper presented at the Tercer Taller en Ingeniería del Software en e-Learning (ISELEAR'12), celebrado en el SIE 2012, XIV Simposio Internacional de Informática Educativa, Andorra la Vella, Andorra.
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Alier, M., & Piguillem, J. (In press). The implementation, deployment and evaluation of a Mobile Personal Learning Environment. *Journal of Universal Computer Science*.
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Johnson, M., & Alier, M. (In press). Knowledge co-creation process based on informal learning competences tagging and recognition. *Information Systems Management*.
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Alier, M., & García-Holgado, A. (In press). The learners' and teachers' perception of LMS openness in educational and technological areas. *Computers in Human Behaviour*. doi: 10.1016/j.chb.2013.05.023
- Cook, J. (2010). Longitudinal, Educational Design Research Investigation of the Temporal Nature of Learning: Taking a Vygotskian Approach. *Journal of Interactive Media in Education*(11), 1-20.
- Downes, S. (2005). E-learning 2.0. *Elearn magazine*, 2005(10), 1. doi: 10.1145/1104966.1104968
- García, F. J., & Álvarez, I. (2003). *Left CASE – A Free Software Component-based CASE Tool for Software Engineering Practice Support*. Paper presented at the 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boulder, Colorado, USA. <http://fie-conference.org/fie2003/index.htm>
- García, F. J., Bravo, S., Conde, M. Á., & Barbosa, H. (2011). SET, A CASE Tool to Guide the Creation of Domain and Use Case Models in an Introductory Software Engineering Course. *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, 27(1), 31-40.
- García Peñalvo, F. J., Moreno García, M. N., Bravo Martín, S., Conde González, M. Á., & Sánchez Gómez, M. C. (2011). Evaluación de la Interacción y de los Contenidos en el Campus Virtual Studium de la materia Ingeniería del Software. *Memorias de Innovación Docente: Universidad de Salamanca*.
- García Peñalvo, F. J., Moreno García, M. N., Therón Sánchez, R., Bravo Martín, S., & Conde González, M. Á. (2011). Herramienta de analítica visual para el seguimiento de la actividad de los estudiantes de asignaturas de Ingeniería del Software en el Campus Virtual Studium *Memorias de Innovación Docente: Universidad de Salamanca*.
- García-Peñalvo, F. J. (2005). Estado Actual de los Sistemas E-Learning. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 6(2).
- García-Peñalvo, F. J. (2008). *Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies*. Hershey, PA, USA: Information Science Reference.
- García-Peñalvo, F. J., Bravo-Martín, S., & Conde-González, M. Á. (2008). OCW- 12522 - Ingeniería del Software, from <http://ocw.usal.es/enseñanzas-tecnicas/ingenieria-del-software>

- García-Peñalvo, F. J., Conde, M. Á., Alier, M., & Casany, M. J. (2011). Opening Learning Management Systems to Personal Learning Environments. *Journal of Universal Computer Science*, 17(9), 1222-1240. doi: 10.3217/jucs-017-09-1222
- García-Peñalvo, F. J., García de Figuerola, C., & Merlo, J. A. (2010). Open knowledge management in higher education. *Online Information Review*, 34(4), 517-519.
- García-Peñalvo, F. J., García de Figuerola, C., & Merlo, J. A. (2010). Open knowledge: Challenges and facts. *Online Information Review*, 34(4), 520-539. doi: 10.1108/14684521011072963
- García-Peñalvo, F. J., Moreno-García, M. N., Bravo-Martín, S., & Conde-González, M. Á. (2010). Aprendizaje basado en problemas para la parte práctica de la materia Ingeniería del Software MID. *Memorias de Innovación Docente, 2009 - 2010*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Gómez, D. A., Conde, M. Á., Therón, R., & García-Peñalvo, F. J. (2011). *Reveling the evolution of semantic content through visual analysis*. Paper presented at the 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2011), Athens, Georgia, USA.
- Gómez-Aguilar, D. A., Theron, R., & García-Peñalvo, F. J. (2009). Semantic Spiral Timelines Used as Support for e-Learning. *Journal of Universal Computer Science*, 15(7), 1526-1545.
- Google-Android. (2013). Android Retrieved 16/06/2013, from <http://www.android.com/>
- IMS-GLC. (2011). Common Cartridge and Basic Learning Tools Interoperability Progress and Conformance Status Retrieved 30/08/2012, from <http://www.imsglobal.org/cc/statuschart.html>
- ITU. (2012). *Mesuring the Information Society*. Geneva, Switzerland: International Telecommunication Union.
- Jennings, T. (2011). *Technology Audit - CampusM: Ovum's Knowledge Centers*.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*: Sage Publications.
- Molist, M. (2008). Moodle llena la geografía educativa española de campus virtuales. *Diario el Pais*. Retrieved from http://www.elpais.com/articulo/portada/Moodle/llena/geografia/educativa/espanola/campus/virtuales/elpeputec/20081204elpcibpor_1/Tes
- Molly. (2010). Molly Project - The open source Mobile portal Retrieved 20/04/2012, from <http://mollyproject.org/>
- MoodleStats. (2012). Moodle Stats Retrieved 14/09/2012, from <http://moodle.org/stats>
- Mott, J., & Wiley, D. (2009). Open for Learning: The CMS and the Open Learning Network. *In Education - Exploring our connective educational landscape*, 15(2).
- Piguillem, J., Alier, M., Casany, M. J., Mayol, E., Galanis, N., García-Peñalvo, F. J., & Conde, M. Á. (2012). *Moodbile: A Moodle web services extension for mobile applications*. Paper presented at the The 1st Moodle Research Conference, Heraklion, Crete, Greece.
- Prendes, M. P. (2009). Plataformas de campus virtuales de Software Libre: Análisis compartivo de la situación actual de las Universidades Españoles.: Informe del proyecto EA-2008-0257 de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación.
- Sauro, J. (2011). *A Practical Guide to the System Usability Scale: Background, Benchmarks & Best Practices*: CreateSpace.
- W3C. (2011). HTML5. *A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML*. Retrieved from <http://www.w3.org/TR/html5/>
- Weigel, V. B. (2001). *Deep Learning for a Digital Age: Technology's Untapped Potential to Enrich Higher Education*: Jossey-Bass.
- Wexler, S., Dublin, L., Grey, N., Jagannathan, S., Karrer, T., Martinez, M., . . . Barneveld, A. v. (2008). LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS. The good, the bad, the ugly,... and the truth. *Guild Research 360 Degree Report: The eLearning Guild*.

