

Framework de servicios para facilitar la interoperabilidad entre entornos personalizados e institucionales de aprendizaje

Miguel A. Conde, Francisco J. García-Peñalvo
 Instituto de Ciencias de la Educación (IUCE). Grupo de
 Investigación GRIAL. Universidad de Salamanca.
 Salamanca, España
 {mconde,fgarcia}@usal.es

Marc Alier, Enric Mayol
 Depto de Ingeniería de Servicios y Sistemas de Información
 Universidad Politécnica de Cataluña, Campus Nord
 Barcelona, Spain
 {marc.alier,enric}@essi.upc.edu

Abstract—La aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación al aprendizaje proporciona una revolución en el soporte que se utiliza para aprender y enseñar. En especial una de las herramientas más significativas son las plataformas de aprendizaje, que facilitan servicios tanto a profesores como estudiantes para realizar esta tarea. Sin embargo estas plataformas están muy centradas en el curso y la institución y no en las necesidades específicas del usuario y en el aprendizaje a lo largo de la vida. Esto supone que sean necesarios otro tipo de entornos, los entornos personalizados de aprendizaje. Plataformas institucionales y entornos personalizados van a coexistir y eso supone que tengan que interoperar entre sí. En este trabajo se propone la definición e implementación de una arquitectura que, mediante el uso de servicios web y especificaciones de interoperabilidad facilite esa integración. Dicha arquitectura facilita que las funcionalidades de los entornos instituciones sean exportados a entornos personalizados y que la actividad que en ellos se lleva a cabo se refleje en el entorno institucional. De esta forma se va a poder demostrar que la interoperabilidad entre ambos contextos es posible y favorece los procesos de enseñanza/aprendizaje.

Keywords: *Plataforma de Aprendizaje, Entorno Personalizado de Aprendizaje, Interoperabilidad, Servicios Web*

I. INTRODUCCIÓN

La aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en distintos ámbitos ha supuesto avances significativos en la forma en que se desarrollan los diferentes procesos incluidos en ellos. En el ámbito del los procesos de enseñanza/aprendizaje también se han aplicado estas tecnologías, con especial relevancia de la aplicación de Internet, en lo que se conoce como *eLearning* [1].

Sin embargo, a pesar de las posibilidades que proporcionan las TIC no se han producido las mejoras que se esperaban de ellas debido a diferentes factores (la resistencia al cambio en las instituciones, el uso innecesario de la tecnología, la diferencia entre inmigrantes y nativos digitales, etc) [2-4].

Estos problemas quedan reflejados en las diferentes herramientas que los estudiantes y profesores utilizan para aprender y enseñar. Los profesores utilizan los entornos institucionales para conducir las actividades *eLearning*,

mientras que los estudiantes utilizan otro tipo de herramientas para aprender que no están vinculados a una institución o a un periodo específico de aprendizaje. Estos entornos son las plataformas de aprendizaje (*Learning Management Systems*, LMS) y los entornos personalizados de aprendizaje (*Personal Learning Environments*, PLE).

Los LMS son las herramientas más significativas dentro del ámbito institucional, proporcionan funcionalidades a la institución y a los profesores para facilitar la gestión de cursos y actividades de aprendizaje. Para los alumnos se aporta un espacio en el que poder llevar a cabo actividades relacionadas con el aprendizaje, con contenidos, herramientas de interacción, etc. [5]. Sin embargo estas plataformas de aprendizaje presentan diversos problemas como: 1) que no están centrados en el usuario sino en la institución y en el curso [6]; 2) no ofrecen soporte al aprendizaje a lo largo de la vida (*lifelong learning*) [7]; 3) no dan soporte a la incorporación de nuevas tendencias tecnológicas (como pueden ser las herramientas 2.0, el uso otros contextos que no sean web, etc.) [8] así como a la posibilidad de evolucionar [2].

Por otro lado se tienen los entornos personalizados de aprendizaje. Espacios que buscan facilitar el aprendizaje al usuario, al permitir que este utilice aquellas herramientas que considere oportunas para aprender (normalmente con las que están familiarizados), sin estar vinculados a un entorno institucional concreto o a un periodo de tiempo específico [9]. Con los PLE el discente pasa a ser el responsable de su propio aprendizaje, al poder determinar qué herramientas va a usar para aprender, al pasar de ser consumidor a proveedor de aprendizaje, y al aprender al relacionarse con los demás, pero según sus necesidades específicas, etc. [9, 10].

Estos dos entornos van a coexistir ya que se refieren a conceptos diferentes de aprendizaje y que las instituciones han realizado grandes inversiones y llevan tiempo utilizando los LMS. Dicha circunstancia supone que el estudiante y el profesor deban acceder a dos entornos de aprendizaje diferentes y que sea necesario tener en cuenta que es lo que hace el contextos no formales de aprendizaje (representados por los PLE) el estudiante. Es necesario que ambos entornos

puedan interoperar, es decir, intercambiar tanto información como interacción.

En ese sentido existen iniciativas que podrían clasificarse según 3 estrategias propuestas por Wilson y otros [11]:

- Estrategia 1. Existencia de PLE y LMS en paralelo, donde el primero es el responsable de la formación formal y el segundo de la informal.
- Estrategia 2. Los LMS abren sus estructuras para establecer medios de interoperabilidad con los PLE. Como ejemplos: iniciativas basadas en iGoogle [12]; redes sociales conectadas con los LMS [13]; PLEs que utilizan protocolos de comunicación definidos ad-hoc [14]. Los mayores problemas que presentan estas soluciones son las barreras institucionales para la apertura de los LMS y el hecho que dichas iniciativas se centren en la exportación de la información y no en el intercambio de interacción.
- Estrategia 3. Los LMS incluyen elementos de los PLE. Este último escenario limita el poder de transformación de los PLE, es decir, que los estudiantes puedan decidir que herramientas utilizar. Algunos ejemplos pueden ser: LMS definidos para la integración de herramientas externas [15]; integración en Moodle de *gadgets* Google Wave [16]; iniciativas basadas en la integración de herramientas guiadas mediante actividades descritas según especificaciones como IMS LD (*Learning Design*) [17]; etc. Estas soluciones presentan problemas como: la integración entre herramientas, dificultades para tener en cuenta contextos diferentes para los que fueron concebidas, falta de flexibilidad para la personalización por parte del estudiante, etc. Las soluciones que mejor superan estos problemas son las que consisten en la definición de entornos institucionales de cero, sin embargo están muy limitadas a su uso en ciertos ámbitos y suponen que los actores que las usan tengan que formarse en su utilización.

Como se ha observado estas estrategias recogen varias formas de abordar el problema aunque no se está considerando la posibilidad de tanto exportar funcionalidades y a su vez permitir recuperar la actividad del estudiante desde el entorno institucional. Ante esta situación se plantea fusionar las estrategias 2 y 3 para lo que se plantea un *framework* basado en servicios. Dicho *framework* permite que se exporten funcionalidades del LMS al PLE mediante el uso de servicios web y se integre la actividad de los estudiantes en las herramientas del PLE dentro del LMS mediante el uso de especificaciones de interoperabilidad.

El presente artículo se va a dividir de la siguiente forma: en la segunda sección describe el *framework* de servicios, en la tercera se va a comentar como se ha implementado dicho *framework* y las técnicas y herramientas empleadas en esta tarea. Para finalizar se aportan una serie de conclusiones.

II. FRAMEWORK ARQUITECTÓNICO

La presente propuesta describe el *framework* arquitectónico propuesto teniendo en consideración en primer lugar los componentes e interfaces que lo componen y posteriormente los diferentes escenarios de interoperabilidad que pueden darse entre ellos.

A. Componentes e Interfaces

El presente *framework* de servicios llevado a cabo va a tratar de comunicar al menos dos contextos. 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.

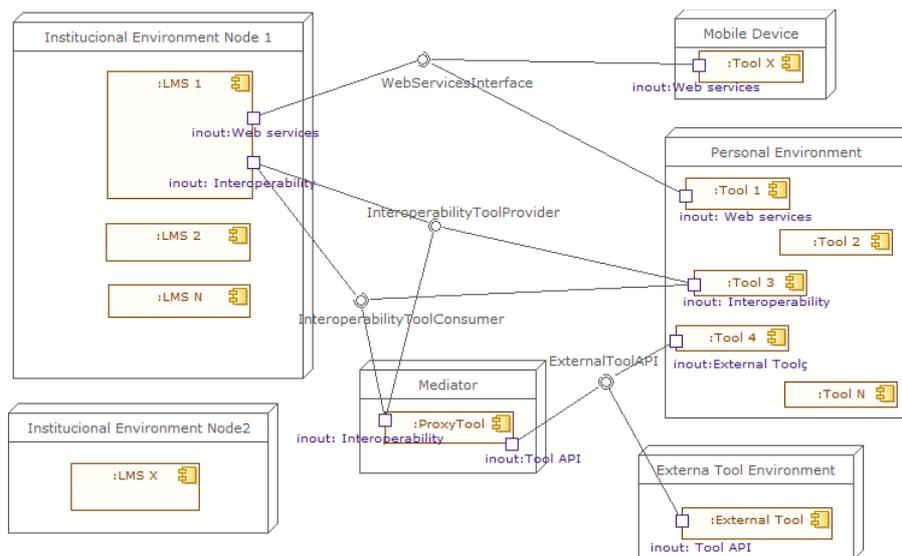


Figure 1. Diagrama de despliegue del framework arquitectónico propuesto

En la Fig 1. se observa un diagrama de despliegue del *framework* con una posible distribución de los elementos. En este diagrama, el entorno institucional está formado por dos nodos diferentes (aunque podría considerarse cualquier otro número de nodos) que incluyen uno o varios LMS de diferente tipo. Dichos LMS proporcionan soporte al uso de servicios web y de especificaciones de interoperabilidad para permitir la comunicación con el entorno personalizado.

Por otro lado, en el diagrama de despliegue se observa un nodo con un elemento mediador y una herramienta externa. Los elementos mediadores tienen dos cometidos principales: facilitar la integración de las especificaciones de interoperabilidad en herramientas que no se pueden modificar (por ejemplo en herramientas propietarias) y proporcionar interfaces de evaluación a herramientas que no tienen que haber sido concebidas como herramientas educativas.

A continuación se describe detalladamente cada uno de los componentes incluidos en los nodos considerados.

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 Fig 1. 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. 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.

Por último y no por ello menos importante el *framework* incluye un conjunto de interfaces (algunas de ellas ya mencionadas). Se trata de un elemento fundamental que abstrae la forma en que se implementan los servicios y las especificaciones de interoperabilidad. En concreto el *framework* incluye tres interfaces fundamentales para la comunicación y una para el acceso a herramientas externas:

- Interfaz de servicios web (*WebServicesInterface*). Implementada por el LMS y que facilita el acceso a funcionalidades e información básica de la plataforma de aprendizaje.
- Interfaces de interoperabilidad (*InteroperabilityToolConsumer* e *InteroperabilityToolProvider*). En este *framework* se utilizan las especificaciones de interoperabilidad para permitir el uso de herramientas externas al LMS en actividades educativas, así como para devolver a este entorno institucional el resultado de tales tareas. Esto supone que el LMS y las herramientas a integrar deban implementar servicios para facilitar dicha integración. Dichas interfaces deben proporcionar al menos servicios para poder instanciar y configurar una actividad en la herramienta externa desde el LMS.
- Interfaces de acceso a herramientas externas. Permiten acceder a la funcionalidad pública de herramientas para que estas puedan ser usadas desde otros contextos, como pueden ser los mediadores. Por ejemplo: la API externa de Flickr.

Los elementos presentados configuran el *framework* de servicios, pero de cara a describir claramente su interacción es necesario plantear una serie de escenarios de interoperabilidad que se presentan en el próximo apartado.

B. Escenarios de interoperabilidad

Los componentes propuestos en el *framework* de servicios interoperan entre sí para facilitar la comunicación entre el PLE y el entorno institucional, para lo que existen diferentes

medios. Se recogen las posibles interacciones a través de un conjunto de escenarios de interoperabilidad:

- Escenario 1 - Exportar funcionalidades institucionales a entornos personalizados. Este escenario persigue que funcionalidades de los LMS puedan exportarse a entornos controlados por el estudiante. Para ello se utilizan los servicios web que proporcionan los LMS. Este escenario es el mismo con independencia del contexto en el que se ubique la herramienta, con lo que puede utilizarse por herramientas que se encuentren en otros dispositivos, por ejemplo móviles. Esto supone que pueda derivarse un escenario del Escenario 1 que va a denominarse Escenario Móvil.
- Escenario 2 - Usar herramientas externas en el entorno personalizado y su consideración en el entorno institucional. En este escenario no se plantea ningún tipo de interacción entre el LMS y el PLE, pero sí que se tiene en cuenta la actividad que el usuario realiza en este último dentro del entorno institucional. En este caso el estudiante lleva a cabo su actividad en esas herramientas dentro del PLE y el profesor tiene que abandonar el entorno institucional y acceder a ellas para valorar la actividad del estudiante y posteriormente evaluarlo dentro del LMS.
- Escenario 3 – Adaptar herramientas online educativas externas para su uso desde el PLE y la consideración de la actividad en el LMS. Este escenario plantea un escenario en que la actividad realizada en las herramientas educativas adaptadas del contexto externo a la institución se considera en el LMS. Para ello se usan especificaciones de interoperabilidad y, por tanto, un consumidor de herramientas del lado del LMS (*ToolConsumer* o TC) y un proveedor de herramientas del lado de la aplicación (*ToolProvider* o TP). El TC utiliza una interfaz provista por el TP (*InteroperabilityToolProvider*) para configurar y lanzar la aplicación inicialmente y el TP usa una interfaz provista por el TC (*InteroperabilityToolConsumer*) para devolver los resultados de la actividad del estudiante en la aplicación.
- Escenario 4 - Adaptar herramientas online externas para su uso desde el PLE y considerar la actividad en el LMS mediante el uso de mediador como interfaz de evaluación. Este escenario pretende recoger la actividad del estudiante en el entorno personalizado y llevarlo al entorno institucional, pero sin modificar las herramientas y sin que haya necesidad de que estas posean la capacidad de valorar la actividad del estudiante. Para ello se usan especificaciones de interoperabilidad y los elementos mediadores. Como en el caso anterior el estudiante accede a su entorno personalizado y puede utilizar, entre otras, una herramienta que ha sido adaptada para representar la herramienta externa. El profesor puede configurar e instanciar la actividad de aprendizaje y recuperar la actividad del discente en ella.

Dados estos componentes, interfaces y escenarios de interoperabilidad se van a establecer unas restricciones de diseño para la implementación del *framework* y los escenarios a modo de prueba de concepto.

III. IMPLEMENTACIÓN

Este apartado va a describir la implementación del *framework*, para ello en primer lugar se describen las restricciones de diseño que implica esta implementación y posteriormente se resumen la metodología y técnicas de modelado utilizadas en dicha tarea.

A. Restricciones de diseño de la implementación

En cuanto al contexto institucional, se pueden incorporar diferentes LMS, aunque en este caso se propone utilizar varias instancias de la plataforma de aprendizaje *Moodle* en su versión 2.1. Las razones principales del uso de *Moodle* son: 1) Sus características como *software* libre; 2) Su gran expansión a nivel mundial, según <http://moodle.org/stats>; 3) La aceptación que ha tenido en diferentes instituciones [18]; 4) En especial, la incorporación de una capa de servicios web que abre las puertas a nuevas tecnologías y a la integración en arquitecturas orientadas a servicios [19].

En cuanto 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. Dicha plataforma de aprendizaje proporciona un conjunto de servicios web y diferentes conectores para acceder a ellos (conector REST, SOAP, XML-RPC), sin embargo, si tanto los servicios como los conectores no fueran suficientes, *Moodle* también proporciona unos mecanismos para extenderlos y adecuarlos a necesidades específicas. 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 [20] y que facilita la integración de aplicaciones con los LMS. Dentro de la presente propuesta BLTI se utiliza para integrar la actividad realizadas fuera del entorno institucional y no para la integración de herramientas en sí, ya que esto limita la libertad para elegir aplicaciones por parte de los estudiantes en el entorno de aprendizaje [11].

En relación al entorno personalizado se debe facilitar que el usuario pueda añadir todo tipo de herramientas. Para hacer esto se emplea un contenedor de aplicaciones que puedan exportarse y representarse en otros entornos. Es por ello que se opta por uso de formas estándar de representación de estas mini-aplicaciones, como son los *widgets* W3C, que pueden utilizarse en diferentes entornos web [21], como *widgets* de escritorio, en dispositivos móviles y, con leves modificaciones, en televisores interactivos, automóviles, etc. En cuanto al contenedor se elige *Apache Wookie (Incubating)*, que facilita la incorporación de ese tipo de *widgets* y otros como *gadgets* (<http://www.google.com/webmasters/gadgets/>) o *widgets* de tipo *Open Social* (<http://code.google.com/intl/es-ES/apis/opensocial/>).

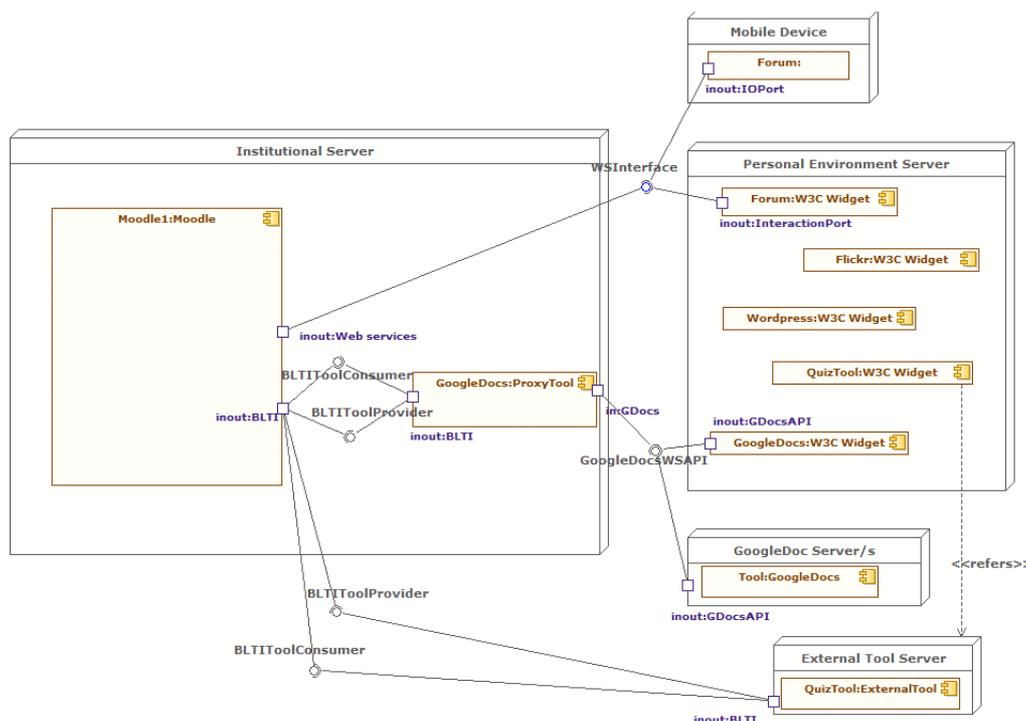


Figure 2. Configuración del framework propuesto según las restricciones de diseño de la prueba de concepto

Estas restricciones de diseño también afectan a los escenarios de interoperabilidad de la propuesta de referencia. En concreto en el Escenario 1 va a exportar el foro de Moodle; el Escenario 2 considera dos herramientas online que no interaccionan con el sistema como son Flickr y Wordpress; el Escenario 3 utiliza una herramienta educativa basada en cuestionarios, quiz y el Escenario 4 utiliza Google Docs y un componente mediador.

El resultado del sistema puede observarse en la Fig 2. Este framework ha sido probado a través de experiencias piloto con asignaturas relativas al área de Ingeniería del Software en la Universidad de Salamanca.

B. Restricciones de diseño de la implementación

En cuanto a las herramientas y técnicas de modelado empleadas, para la descripción inicial de la arquitectura se emplean diagramas de despliegue y diagramas de componentes según UML (Unified Moelling Language) 2 [22]. Los escenarios se han descrito mediante el uso de diagramas BPMN (Bussiness Process Model Notation) [23], que facilitan el modelado de procesos de negocio.

En cuanto al proceso de desarrollo a utilizar se emplea SCRUM [24], debido a que se trata de un grupo de desarrollo muy pequeño, en el que la definición incremental del sistema va a poder ser comprobada por el cliente y se pueden tener reuniones constantes para poder ver como evoluciona el proyecto. En total se identifican hasta nueve tareas que se van a priorizar. Cada una de ellas se descompone por parte del equipo de trabajo en elementos abordables desde un punto de vista de implementación, y estos elementos son los que se implementan en cada Sprint (ciclo de ejecución de una tarea).

Estos Sprints se estiman en 21 días, y por cada uno de ellos se obtiene un incremento software. En total, durante la tesis, se realizan 12 Sprints, lo que supone que varias tareas se descomponen en más de un Sprint. Un ejemplo de este proceso puede observarse en la Fig 3.

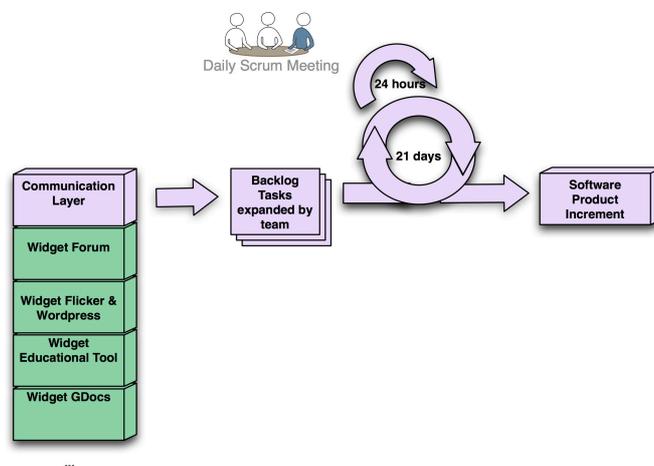


Figure 3. Uso de SCRUM en este trabajo

En cuanto a las técnicas de modelado en el caso de la implementación a nivel estructural se emplean diagramas de despliegue y componentes como en los casos anteriores que además se enriquecen con técnicas de modelado conceptual de aplicaciones web, para modelar la navegabilidad de los widgets que representan las aplicaciones incluidas en el PLE, en este caso mediante el uso de OOWS [25].

Por otro lado para modelar los servicios empleados durante la comunicación y en los escenarios se va a utilizar SOAml [26], extensión de UML 2.0 que describe el perfil UML y el metamodelo para el diseño servicios dentro de una Arquitectura Orientada a Servicios. En concreto se utiliza para describir los servicios proporcionados por el LMS y los utilizados por BLTI para poder llevar a cabo los escenarios de interoperabilidad. Estos escenarios al igual que en el caso anterior se describen mediante diagramas BPMN

IV. CONCLUSIONES

A lo largo de este artículo se ha presentado la necesidad de integración entre los entornos de aprendizaje existentes, aquellos que representan las necesidades institucionales como son los LMS y los que representan las herramientas que el estudiante utiliza para aprender a lo largo del tiempo, los PLE. Estos entornos debe interoperar y para ello se ha definido un *framework* arquitectónico complementado con un conjunto de escenarios de interoperabilidad.

Este *framework* permite por un lado la exportación de funcionalidades del LMS a contextos externos lo que supone una apertura de los entornos institucionales. Además va a facilitar la integración de los resultados de otras herramientas externas (incluidas o no el PLE) dentro del LMS con lo que este se verá enriquecido y se favorecerá su evolución. El profesor además podrá apoyarse en otro tipo de herramientas para el aprendizaje y tener más información de lo que hace el estudiante fuera de los contextos formales de formación. Por último este *framework* facilita que el alumno pueda acceder a su formación a través de un único punto de acceso que sería el PLE y que lo que en él hiciera quedara reflejado en el LMS.

Debe mencionarse que al utilizarse servicios web y especificaciones de interoperabilidad la solución propuesta es independiente de la implementación subyacente, así como de la plataforma de aprendizaje utilizada o de las herramientas a emplear (aunque en estas se requiere llevar una mínima adaptación).

ACKNOWLEDGMENT

Este trabajo está parcialmente subvencionado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (proyecto TSI-020302-2010-2), el Ministerio de Educación y Ciencia (proyecto TIN2010-21695-C02) y la Junta de Castilla y León a través del proyecto GR47.

REFERENCES

- [1] F. J. García-Peñalvo, *Preface of Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies*. Hershey, PA, USA: Information Science Reference, 2008.
- [2] J. Mott and D. Wiley, "Open for Learning: The CMS and the Open Learning Network," *In Education - Exploring our connective educational landscape*, vol. 15, 2009.
- [3] M. Prensky, "Digital natives, digital immigrants.," *On the Horizon*, vol. 9, 2001.
- [4] S. Downes, "E-learning 2.0.," *Elearn magazine*, vol. 2005, pp. 1, 2005.
- [5] P. Avgeriou, A. Papasalouros, S. Retalis, and M. Skordalakis, "Towards a Pattern Language for Learning Management Systems," *Educational Technology & Society*, vol. 6, pp. 11-24, 2003.

- [6] G. Attwell, "The Personal Learning Environments - the future of eLearning?," *eLearning Papers*, vol. 2, pp. 1-8, 2007.
- [7] G. Attwell, "e-Portfolios – the DNA of the Personal Learning Environment?," *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, vol. 3, pp. 39-61, 2007.
- [8] H. Ajjan and R. Hartshorne, "Investigating faculty decisions to adopt Web 2.0 technologies: Theory and Empirical Tests," *The Internet and Higher Education*, vol. 11, pp. 71-80, 2008.
- [9] J. Adell and L. Castañeda, "Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje.," in *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas.*, R. Roig Vila and M. Fiorucci, Eds. Alcoy, Spain: Marfil – Roma TRE Università degli studi, 2010.
- [10] R. Schaffert and W. Hilzensauer, "On the way towards Personal Learning Environments: Seven crucial aspects," *eLearning papers*, vol. 2, pp. 1-11, 2008.
- [11] S. Wilson, P. Sharples, and D. Griffiths, "Distributing education services to personal and institutional systems using Widgets," in *Mash-Up Personal Learning Environments - 1st Workshop MUPPLE'08*, vol. 388, Maastricht, The Netherlands.: CEUR Proceedings, 2008, pp. 25-33.
- [12] O. Casquero, J. Portillo, R. Ovelar, J. Romo, and M. Benito, "iGoogle and gadgets as a platform for integrating institutional and external services.," in *Mash-Up Personal Learning Environments - 1st Workshop MUPPLE'08*, vol. 388, Maastricht, The Netherlands: CEUR-Workshop Proceedings, 2008, pp. 37-42.
- [13] R. Torres, P. Edirisingha, and R. Mobbs, "Building Web 2.0-Based Personal Learning Environments: A Conceptual Framework," in *EDEN Research Workshop 2008*. Paris, France, 2008.
- [14] M. van Harmelen, "Personal Learning Environments.," in *Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. Kerkrade, The Netherlands: IEEE Computer Society, 2006, pp. 815-816.
- [15] A. G. Booth and B. P. Clark, "A service-oriented virtual learning environment.," *On the Horizon.*, vol. 17, pp. 232-244, 2009.
- [16] S. Wilson, P. Sharples, D. Griffiths, and K. Papat, "Moodle Wave: Reinventing the VLE using Widget technologies.," in *Mash-Up Personal Learning Environments - 2nd Workshop MUPPLE'09*, vol. 506, Nize France: CEUR Proceedings, 2009, pp. 47-58.
- [17] L. de-la-Fuente-Valentín, D. Leony, A. Pardo, and C. D. Kloos, "Mashups in Learning Design: pushing the flexibility envelope.," in *Mash-Up Personal Learning Environments - 1st Workshop MUPPLE'08*. Maastricht, The Netherlands, 2008, pp. 18-24.
- [18] M. Molist, "Moodle llena la geografía educativa española de campus virtuales.," in *Diario el País*, 2008.
- [19] M. J. Casany, M. Alier, M. Á. Conde, and F. J. García, "SOA Initiatives for eLearning: A Moodle Case.," in *23rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications, AINA, The International Symposium on Mining and Web (MAW 2009)*. Bradford, United Kingdom, May 26-29, 2009: IEEE Computer Society, 2009, pp. 750-755.
- [20] IMS-GLC, "Common Cartridge and Basic Learning Tools Interoperability Progress and Conformance Status.," 2011.
- [21] W3C, "Widget Packaging and XML Configuration.," 2009.
- [22] OMG, "Unified Modeling Language: Superstructure. Version 2.1.2.," Object Management Group Inc., 2007.
- [23] OMG, "Business Process Model and Notation.," 2008.
- [24] K. Schwaber, *Agile Project Management with Scrum*. Redmond, WA, USA.: Microsoft Press, 2004.
- [25] O. Pastor, S. Abrahão, and J. Fons, "Building E-commerce applications from object-oriented conceptual models.," *ACM SIGecom Exchanges.*, vol. 2, pp. 28-36, 2001.
- [26] OMG, "Service oriented architecture Modeling Language (SoaML) - Specification for the UML Profile and Metamodel for Services (UPMS) - Beta 2.," 2009.